

На правах рукописи

ЧЕПЕЛЕВ Олег Анатольевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
АНТРОПОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ**

25.00.26 – землеустройство, кадастр и мониторинг земель

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Белгород – 2007

Работа выполнена на кафедре природопользования и земельного кадастра
Белгородского государственного университета

Научный руководитель доктор географических наук, профессор
Лисецкий Федор Николаевич

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор
Русинов Павел Сергеевич

кандидат географических наук, доцент
Нестеров Юрий Анатольевич

Ведущая организация **Управление по охране окружающей
среды – государственная экологическая
инспекция Белгородской области**

Защита состоится 22 мая 2007 г. в 15 часов на заседании диссертационного
совета ДМ 212.036.02 в Воронежском государственном педагогическом
университете по адресу: 394043 г. Воронеж, ул. Ленина, 86, ауд. 408.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Воронежского
государственного педагогического университета.

Автореферат разослан 20 апреля 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат географических наук



В.И. Шмыков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В результате хозяйственной деятельности ландшафты на территории Белгородской области в значительной мере подверглись антропогенному преобразованию. Одним из основных его проявлений стала трансформация почвенного покрова. Самой распространенной формой антропогенного преобразования можно считать агроландшафты, однако коренное преобразование ландшафтов и ширококомасштабные нарушения почвенного покрова в большей мере связаны с освоением месторождений железных руд. В настоящее время на территории Белгородской области нуждаются в рекультивации около 5,7 тыс. га земель, нарушенных при добыче железных руд. В Старооскольском железорудном бассейне промышленная добыча железных руд ведется на четырех месторождениях. Основная доля руд добывается открытым способом, поэтому наибольшие площади нарушенных земель сосредоточены именно в Старооскольском и Губкинском районах области. Деятельность предприятий горнорудного комплекса связана с комплексным воздействием на почвы. Здесь имеют место снятие плодородного слоя, отвалообразование, загрязнение почв и т.д. Отдельной остро стоящей проблемой является необходимость рекультивации постпромышленных отвалов и формирования устойчивого почвенно-растительного покрова в техногенных ландшафтах.

Контроль процессов деградации и воспроизводства почв должен осуществляться в ходе ведения комплексного мониторинга земель. В его структуре важная роль принадлежит почвенно-экологическому мониторингу (ПЭМ) как системе наблюдений за экологическим состоянием почв с целью их рационального использования и охраны. В настоящее время требуется создать систему ПЭМ, адаптированную к условиям комплексного антропогенного воздействия на почвы. Данные агроэкологического мониторинга характеризуют почвы агроландшафтов, тогда как почвы других территорий остаются вне мониторинга. При использовании стандартных методик эколого-токсикологического обследования почв полный охват территории достигается путем отбора объединенной пробы, результаты исследования которой характеризуют всю площадь элементарного участка как единое целое. Такая методика не позволяет выявить источники загрязнения и изучить миграцию загрязнителей, что затрудняет прогнозирование изменений экологического состояния почв.

Актуальность исследования связана с необходимостью совершенствования теоретической, методической и технологической основ организации мониторинга экологического состояния почв в антропогенно преобразованных ландшафтах.

Основная цель исследования заключалась в совершенствовании теоретических и методических основ создания систем почвенно-экологического мониторинга в антропогенно преобразованных ландшафтах. Для достижения поставленной цели последовательно решались следующие задачи:

1. Оценить природный потенциал почвообразования и изучить особенности развития новообразованных почв в различных склоновых местоположениях антропогенных форм рельефа.

2. Установить оптимальное сочетание отдельных принципов ландшафтной декомпозиции территории при конструировании сетей почвенно-экологического мониторинга и усовершенствовать методику построения карт бассейновой и позиционно-динамической ландшафтных структур.

3. Усовершенствовать организационную структуру почвенно-экологического мониторинга.

4. Проанализировать территориальные закономерности содержания и миграции тяжелых металлов в почвах и разработать рекомендации по обеспечению экологической безопасности землепользования в зоне воздействия предприятий горнорудного комплекса (на примере Старооскольско-Губкинского промышленного района).

Объектом исследования служат фоновые и новообразованные почвы и почвенный покров природно-антропогенных ландшафтов территории Белгородской области.

Предметом исследования служат способы организации мониторинга экологического состояния почв и почвенного покрова, природный потенциал и закономерности развития почв как основы стабилизации экологической обстановки в районах активного промышленного землепользования, а также закономерности пространственного распределения тяжелых металлов в почвах.

Исходные материалы и методика исследований. В основу диссертации положены данные собственных полевых исследований, проведенных в период с 2000 по 2006 гг. на территории Белгородской, Воронежской, Орловской областей России, а также Харьковской, Сумской, Полтавской областей Украины. В полной мере использованы результаты химико-аналитических исследований, в том числе проведенных лично автором. В ходе исследований были привлечены картографические материалы кафедры природопользования и земельного кадастра БелГУ, управления Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по Белгородской области, ОАО «Белгородземпроект».

В основу методики исследований положен эколого-ландшафтный подход. Привлечены следующие общенаучные методы: картографический, сравнительно-географический, математико-статистический, методы математического моделирования и системно-функционального анализа. Для определения достоверности результатов были задействованы статистические программные пакеты (STATISTICA, MS Excel). В исследовании особое внимание уделялось использованию геоинформационных систем (MapInfo, ENVI, Surfer, Global Mapper, БелГИС, Геомикс) и данных дистанционного зондирования земной поверхности в почвенно-экологическом мониторинге.

Научная новизна. Впервые для территории Центрального Черноземья дана оценка климатического потенциала развития почв, выраженная через величину затрат радиационной энергии на почвообразование. Создан и

подвергнут анализу оригинальный массив данных о строении почв разновозрастных педотопокатен. Выявлены зависимости морфологии и химических свойств катенарных почв от значений рельефной функции. Предложен усовершенствованный способ организации почвенно-экологического мониторинга с применением автоматизированной информационной системы и ГИС-технологий. Разработана методика оптимизации сетей отбора почвенных образцов, основанная на анализе ландшафтной структуры территории и результатах автоматизированного морфометрического анализа рельефа. Подготовлен к работе пилотный проект системы почвенно-экологического мониторинга с ведением дежурной карты экологического состояния почв средствами ГИС и использованием спутниковых систем навигации.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Особенности пространственного распределения энергетического потенциала почвообразования и закономерности развития почв антропогенных педотопокатен.

2. Способ создания сетей почвенно-экологического мониторинга, основанный на ландшафтной декомпозиции территории с использованием данных радарного сканирования земной поверхности.

3. Методика ведения почвенно-экологического мониторинга в зоне развития горнорудной промышленности, основанная на использовании геоинформационных систем и баз пространственных данных.

4. Результаты проведения почвенно-экологического мониторинга по усовершенствованной методике (на примере изучения содержания и миграции тяжелых металлов в почвах Старооскольско-Губкинского промышленного района).

Практическое значение работы. Результаты исследования энергетического потенциала почвообразования и процессов развития новообразованных почв в различных рельефных условиях могут быть использованы при разработке технологических схем рекультивации постпромышленных отвалов. В процессе оптимизации существующих и создаваемых сетей почвенно-экологического мониторинга удастся сократить количество точек наблюдения при сохранении точности описания ситуации. Ведение дежурной карты экологического состояния почв позволит более эффективно организовать мониторинг, снизить затраты, обеспечить сопоставимость результатов и автоматизировать процедуры геоэкологического картографирования.

Материалы диссертации вошли в научные отчеты по гранту РФФИ №98-05-03464 (01-05-97404) «Воспроизводство черноземов: закономерности процессов, математическое моделирование, прогноз», гранту РФФИ №03-05-96403 «Экологическая безопасность и мониторинг землепользования в зоне влияния горнорудной промышленности», гранту Министерства образования РФ «Исследование техногенной трансформации природных сред в зоне влияния предприятий Старооскольско-Губкинского горнодобывающего комплекса и рационализация природопользования на нарушенных землях», гранту РФФИ №06-05-96306 «Пространственно-временная орга-

низация мониторинга качества окружающей среды в промышленных центрах и зонах их влияния (на примере Белгородской области)», по хозяйственной теме №03025960310 «Исследование современного и перспективного состояния почв и земельных ресурсов на границах санитарно-защитных зон промышленных предприятий и в населенных пунктах Старооскольско-Губкинского промышленного района»). Внедрение результатов исследования в практику экологического мониторинга на территории Старооскольско-Губкинского промышленного района подтверждено справкой, выданной НИИКМА им. Л.Д.Шевякова. Методические разработки используются в преподавании дисциплин «Геоинформационные системы», «Экологический мониторинг» в Белгородском государственном университете.

Апробация работы. Основные результаты работы были представлены автором на Десятой международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов 2003» (Москва, МГУ, 2003 г.), Международной конференции «Современные проблемы почвоведения» (г. Черновцы, ЧНУ, 2005 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия» (г. Курск, ВНИИЗиЗПЭ, 2006 г.), Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Экологизация устойчивого развития агросферы, культурное почвообразование и ноосферная перспектива информационного общества» (г. Харьков, ХНАУ, 2006 г.), Пятой международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Шевченковская весна» (г. Киев, КНУ, 2007 г.), ежегодных конференциях ППС БелГУ (г. Белгород, 2004-2006 гг.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 28 работ, в том числе 11 статей и 17 тезисов докладов. Получено 2 авторских свидетельства об официальной регистрации баз данных.

Структура и объем работы. Диссертация включает введение, 4 главы, выводы и 6 приложений. Текстовая часть работы содержит 186 страниц машинописного текста, она иллюстрирована 19 таблицами и 29 рисунками. Список использованных литературных источников включает 225 наименований, в том числе 12 – на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Особенности пространственного распределения энергетического потенциала почвообразования и его реализации при развитии почв после антропогенного нарушения.

Снижение продуктивности земель в результате развития процессов эрозии, дегумификации, выпашивания и т.п., а также открытая разработка полезных ископаемых создают необходимость проведения мероприятий по повышению плодородия и восстановлению почвенного покрова в антропогенно преобразованных ландшафтах Белгородской области. В условиях слабого финансирования этих мероприятий все большее распространение при-

обретает консервация земель и оставление постпромышленных отвалов под самозарастание. Субстратно-фитоценогические условия развития почв могут быть откорректированы искусственно. Иначе обстоит дело с климатическим потенциалом почвообразования, что обуславливает необходимость изучения его пространственной дифференциации. Выражение климатического потенциала почвообразования в энергетических величинах – наиболее универсальный способ его оценки. Основа биоэнергетического подхода к оценке потенциала почвообразования заложена В.Р. Волобуевым, который предложил оценивать эффективность почвообразовательного процесса через функцию Q – годовую величину затрат радиационной энергии на почвообразование, МДж/(м²·год):

$$Q = 41,868 \left[R \cdot e^{-18,8 \frac{R^{0,73}}{P}} \right],$$

где R – радиационный баланс, ккал/см² в год, P – годовая сумма осадков.

Нами проведено изучение пространственной дифференциации величин Q по данным 82 метеостанций и постов, относительно равномерно расположенных на территории ЦЧР, Орловской области и смежных областей Украины и России (рис. 1). География почв территории ЦЧР не в полной мере соответствует современному биоклиматическому потенциалу. Эту особенность можно объяснить полигенетичностью полноголоценовых почв, обусловленной изменениями факторов почвообразования на протяжении всего периода развития почвенного покрова Черноземья.

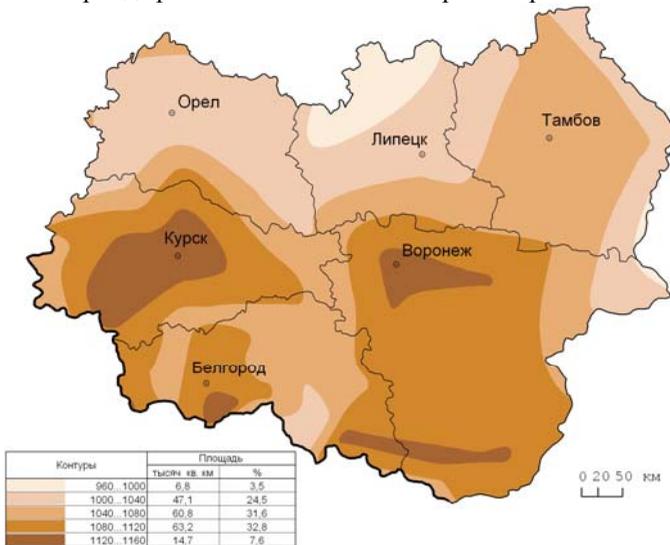


Рис. 1. Распределение годовой величины затрат радиационной энергии на почвообразование (Q) на территории ЦЧР и Орловской области, МДж/(м²·год). Карта-схема составлена автором

Анализ пространственного распределения Q показал, что объединенный ареал с максимальной выраженностью черноземообразовательного процесса (зона распространения черноземов типичных и выщелоченных мощных разной степени гумусированности) ограничен по периферии изолинией со значением Q 1080 МДж/(м²·год). Для территории Старооскольско-Губкинского промрайона характерны значения Q , находящиеся в пределах 1060-1080 МДж/(м²·год). При отсутствии различий во влиянии других факторов почвообразования на этих землях следует ожидать более высоких скоростей развития почв, что позволяет наряду с технологиями восстановления (рекультивации, землевания) реализовывать экологически и экономически оправданные стратегии естественного воспроизводства почв.

Для определения фактических скоростей современного почвообразования нами изучены новообразованные почвы, развивающиеся на субгоризонтальных поверхностях отвалов Лебединского и Стойленского ГОКов. Общее количество изученных объектов – 25, возраст – от 10 до 45 лет. Скорости почвообразования для исследованных почв составили от 0,77 до 2,54 мм/год при среднем значении $1,49 \pm 0,19$ мм/год. Наибольшие скорости развития гумусового горизонта характерны для почв, формирующихся на смеси лессовидного суглинка и мело-мергельных пород под разнотравно-злаковой растительностью. При оптимальных субстратно-фитоценологических условиях и отсутствии уклона поверхности за 35 лет почвообразования развиваются почвы с мощностью гумусированного слоя около 75 мм, содержанием гумуса до 5 % и азота до 0,5 %.

Антропогенный рельеф выступает регулятором процессов почвообразования в карьерно-отвальных комплексах. В ходе исследования почв на склонах отвалов окисленных железистых кварцитов Лебединского ГОКа установлено, что при длине склона более 75 м и уклоне поверхности до 45° за 25 лет самозарастания сплошной почвенный покров формируется только в нижней трети склона. Нами проведен автоматизированный морфометрический анализ рельефа катены по ЦМР (определение уклонов, плановой и профильной кривизны поверхности). Установлено, что примитивные новообразованные почвы формируются только в местах концентрации стока при снижении уклона до 23-25° и увеличении проективного покрытия растительностью до 20 %. Это еще раз подтверждает необходимость проведения технического этапа рекультивации (нарезка террас и нанесение слоя суглинка) при сохранении существующей технологии отсыпки отвалов.

Дальнейшее изучение влияния параметров склона на процесс воспроизводства почв производилось на примере педотопокатен различного возраста (от $n \cdot 10$ до $n \cdot 1000$ лет). В ходе полевых исследований нами создан оригинальный массив данных о морфологии и химических свойствах почв, развивающихся на антропогенных формах рельефа (белигеративные сооружения, археологические объекты и т.п.). Формализацию рельефных условий проводили на основе модификации зависимости, предложенной Г.И. Швобсом (1974), по следующему уравнению:

$$F = k \cdot L^m \cdot S^n,$$

где k – коэффициент, учитывающий влияние экспозиции и формы склона (Лавровский, 1990); L – длина склона, м; S – уклон, %; m , n – показатели степени при длине склона и уклоне соответственно.

В результате математического моделирования для восьми педотопокатов установлена связь между соотношением мощности гумусово-аккумулятивного (A) и переходного (AB) горизонтов новообразованных почв и значениями F (коэффициент корреляции 0,50-0,94) (рис. 2). Указанное соотношение характеризует степень морфологической «зрелости» почвенного профиля и в условиях склонового рельефа может служить показателем активности протекания эрозионно-аккумулятивных процессов. Влияние рельефа на развитие почв педотопокатов снижается с течением времени, что можно объяснить стабилизацией поверхности и возрастанием значимости свойств почвообразующей породы, растительности и микроклиматических условий. Это приводит к формированию индивидуальных зависимостей соотношения AB/A от F на тысячелетнем этапе развития почв педотопокатов.

Достоверная зависимость содержания гумуса от F выявлена только для полноголоценовой катены. Нами проведено сопоставление данных химического анализа почв педотопокатов южной экспозиции с возрастом 2300 и 10000 лет (фоновый объект). Установлено, что молодым почвам свойственно меньшее содержание гумуса, особенно в верхнем горизонте, и суженное соотношение C/N (более фульватный тип гумуса). Для всех катенарных почв, вне зависимости от их возраста, характерно закономерное снижение содержания гумуса в эрозионной части катен.

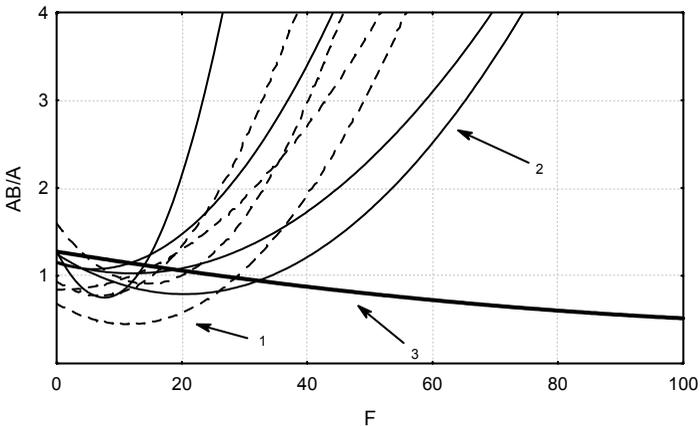


Рис. 2. Зависимость соотношения мощностей переходного горизонта (AB) к гумусово-аккумулятивному (A) от значений рельефной функции (F):
 1 – катены с возрастом $n \cdot 100$ лет; 2 – катены с возрастом $n \cdot 1000$ лет;
 3 – зависимость для полноголоценовой катены

Эффективность почвообразования отражает общий регенерационный потенциал ландшафта. В применении к техногенным ландшафтам КМА,

оказывающим негативное влияние на окружающие территории, это значит, что при изучении и необходимой корректировке естественного почвообразования может быть обеспечено воспроизводство почвенного покрова с целью стабилизации экологической обстановки в приемлемые сроки. Выявленные закономерности развития почв каскадных систем также могут быть использованы для корректировки норм допустимых эрозионных потерь, потребность в которых существует при проведении мониторинга эрозионных процессов.

Способ создания сетей почвенно-экологического мониторинга, основанный на ландшафтной декомпозиции территории с использованием данных радарного сканирования земной поверхности.

В настоящее время при декомпозиции территории используются ландшафтные структуры четырех основных типов: генетико-морфологическая, позиционно-динамическая, парагенетическая и бассейновая. По мнению многих ученых (В.Н. Жердева, Л.М. Корытного, П.С. Русинова, В.М. Смольянинова, П.Г. Шищенко и др.), бассейновый тип ландшафтно-территориальных структур наиболее оптимален с точки зрения всестороннего изучения антропогенного влияния на почвы и почвенный покров. Выделение бассейновой структуры проводят на основе общности гидрофункционирования территорий, поэтому при использовании бассейнового подхода возможен контроль динамики экологического состояния почв, связанной с развитием эрозионных процессов, техногенным загрязнением и миграцией поллютантов, переувлажнением, изменением содержания элементов питания и т.д. Иерархический характер бассейновых структур создает возможность выбора экономически оправданной стратегии ведения режимных наблюдений с сохранением требуемой точности описания экологического состояния почв.

При организации ПЭМ по бассейновому принципу возникает необходимость картографирования бассейнов на больших территориях, что достаточно трудоемко. Возможность применения цифровых моделей рельефа (ЦМР) для выделения бассейновой структуры территории обоснована В.С. Тикуновым, Б.А. Новаковским, С.В. Прасоловым, М. Крааком, Ф. Ормелингом и другими учеными. Нами проведен опыт по выделению разнопорядковых бассейновых структур Старооскольско-Губкинского промышленного района путем синтеза производных морфометрических карт по ЦМР. На первом этапе по данным радарного сканирования земной поверхности *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), выполненного космическими аппаратами Национального агентства по авиации и космонавтике США (NASA), создавали ЦМР территории. Далее последовательно производили автоматизированное выделение каркасных линий рельефа и классификацию изображений с целью устранения информационного шума. Корректировку положения выделенных тальвегов осуществляли по ЦМР и материалам космической съемки Landsat-7 и Quick Bird, порядок водотоков определяли по методике Страллера – Философова. На заключительном этапе на карту нами нанесены линии водоразделов, которые не удалось выявить автоматически (рис. 3).

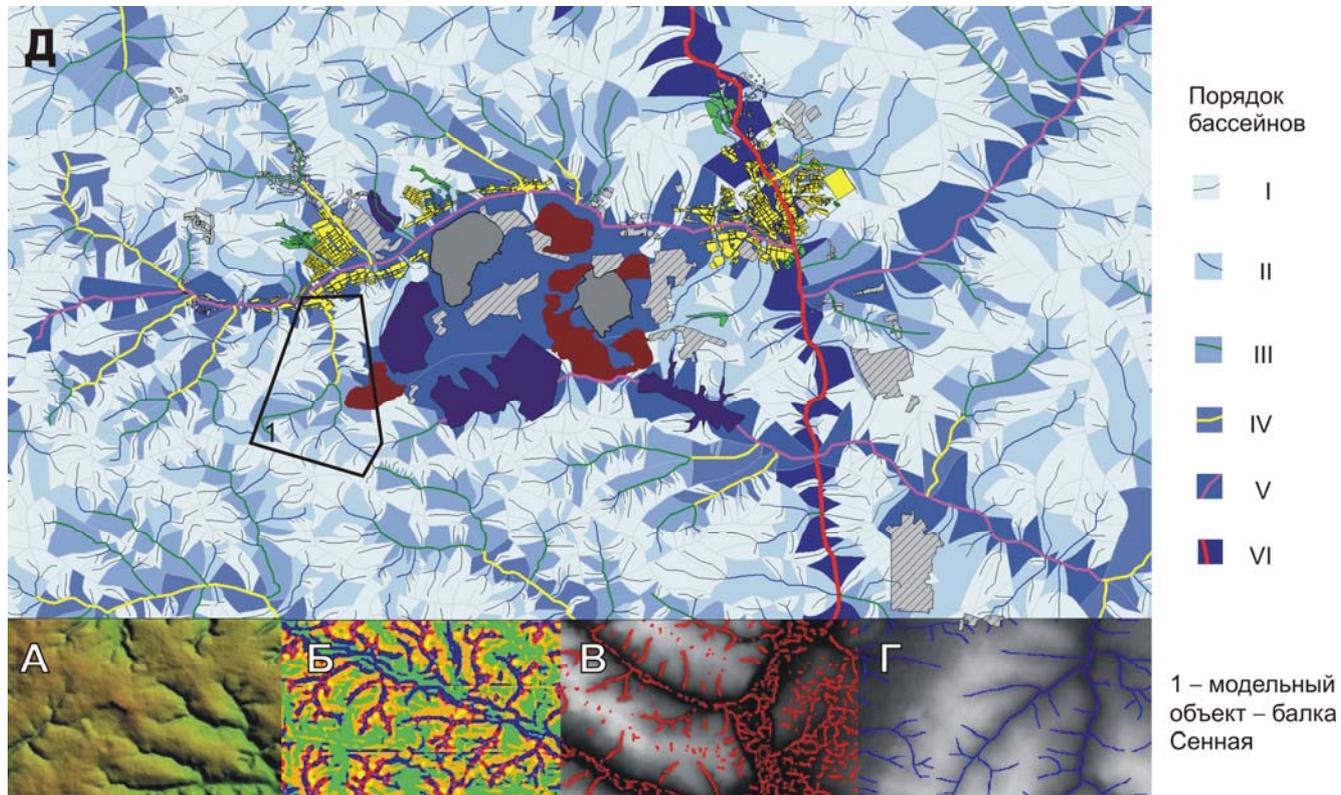


Рис. 3. Карта-схема бассейновых структур территории Старооскольско-Губкинского промышленного района и этапы ее разработки: А – создание цифровой модели рельефа по данным радарного сканирования, Б – автоматизированное выделение каркасных линий рельефа, В – применение алгоритма классификации, Г – корректировка положения тальвегов, Д – нанесение водоразделов и определение порядка бассейнов. Карта-схема составлена автором

При помощи статистического модуля программы Геомикс получены количественные характеристики бассейнов. На территории Старооскольско-Губкинского промышленного района нами выделена 2921 эрозионная форма рельефа с общей протяженностью водотоков 4596 км. Бассейны I–III порядков составляют 98,7 % от общего числа, что соответствует общей закономерности эрозионного расчленения рельефа на территории Белгородской области. Судя по результатам анализа данных о площадях бассейновых структур, 90,5 % территории Старооскольско-Губкинского промышленного района принадлежит к бассейнам I–IV порядков. Развертывание системы ПЭМ в бассейнах этих порядков позволит получать наиболее достоверные сведения, что обеспечит раннюю диагностику процессов деградации почв. Бассейны V и VI порядков имеют постоянные водотоки, что создает возможность регулярного контроля миграции поллютантов с поверхностным стоком.

Из-за открытой добычи железных руд в бассейнах рек Осколец и Чуфичка значительное распространение получили антропогенные формы рельефа со специфическим режимом гидрофункционирования и низкой геоморфологической стабильностью (карьеры, действующие и рекультивированные отвалы, гидроотвалы и т.п.). Их общая площадь превышает 6,8 тыс. га. В зонах влияния этих объектов требуется проведение более детального мониторинга экологического состояния почв, особенно в отношении эрозии, переувлажнения и техногенного загрязнения.

Для более полного отражения процессов антропогенного загрязнения и разрушения почв возможно одновременное применение нескольких принципов ландшафтной декомпозиции территории. С целью контроля экологического состояния почв в различных частях отдельных склонов площадь бассейна может быть дифференцирована на основе позиционно-динамического подхода (рис. 4). В этом случае в качестве объектов ПЭМ будут выступать

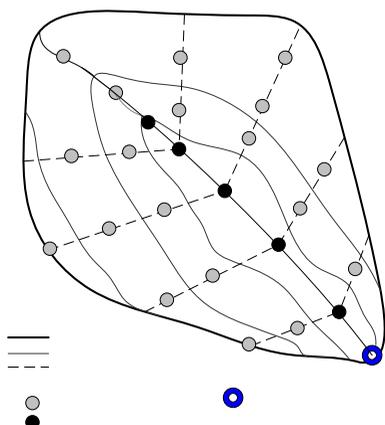


Рис. 4. Схема расположения точек опорной сети почвенно-экологического мониторинга (на примере отдельного бассейна)

элементарные почвенные ареалы, находящиеся в пределах отдельных ландшафтных полос. Для изучения латеральной миграции загрязнителей точки мониторинга следует размещать по профилям катенарных сопряжений. Таким образом, за счет комбинирования двух способов ландшафтной декомпозиции территории в каждом бассейне формируется иерархическая система объектов ПЭМ: элементарный почвенный ареал (в пределах ландшафтной полосы) – катенарные сопряжения (ландшафтно-геохимические каскадные системы) – бассейн в целом (почвы замыкающего створа).

С целью определения экоинформационных возможностей замыкающих створов отдельных бассейнов нами проведено изучение модельного объекта – балки Сенной, находящейся в бассейне р. Осколец (см. 1 на рис. 3). Общая площадь модельного объекта составляет 38 км². Для организации сети ПЭМ на этой территории с использованием контроля в замыкающих створах может быть заложено до 39 базовых точек в зависимости от порядка бассейнов, включенных в мониторинг. Нами отобрано 48 почвенных образцов на приводораздельных склонах и в замыкающих створах модельной балки. В образцах определено содержание тяжелых металлов (ТМ) и созданы соответствующие картограммы. Анализ пространственного распределения ТМ в почвах показал, что при продвижении к устью балки содержание кадмия возрастает в интервале 0,3-0,7 мг/кг, а свинца – 10-18 мг/кг. Состояние почв замыкающих створов служит интегральной характеристикой загрязнения всего вышележащего бассейна. Вместе с тем при приближении к устью балки может происходить и понижение содержания загрязняющих веществ в почвах (эффект разбавления). Наличие подобного эффекта было установлено в результате картографирования содержания Си и Zn в почвах. В этой связи при проведении ПЭМ мы рекомендуем осуществлять контроль загрязнения почв и поверхностных вод в замыкающих створах I–III порядков. После выявления зон, требующих особого внимания, целесообразно провести сгущение опорной сети мониторинга на этих площадях (система Hot Spots). На остальной территории опорная сеть мониторинга может быть сохранена в неизменном виде или упрощена.

Методика ведения почвенно-экологического мониторинга в зоне развития горнорудной промышленности, основанная на использовании геоинформационных систем и баз пространственных данных.

Благодаря работам И.П. Герасимова, Ю.А. Изразля, В.А. Ковды, М.А. Глазовской созданы теоретические основы ПЭМ как составной части системы экологического мониторинга состояния окружающей среды. Система ПЭМ может эффективно функционировать на основе взаимодействия подсистем наблюдения за состоянием почв и почвенного покрова, оценки пространственно-временных изменений, прогноза и разработки научно обоснованных рекомендаций по направленному регулированию основных почвенных свойств и режимов. Исследования И.А. Крупеникова, Г.В. Добровольского, Е.Д. Никитина, Д.С. Орлова, В.В. Медведева и других ученых показали необходимость разработки структуры ПЭМ, основанной на специфике почв как природного тела и уникальности выполняемых ими функций и пространственно-временной изменчивости. Почвы антропогенных ландшафтов как объект ПЭМ отличаются высокой динамичностью экологического состояния, что определяет потребность в проведении детального короткопериодического мониторинга. Увеличение объемов мониторинговой информации усложняет процедуры интеграции пространственно распределенных данных, системного анализа и математико-картографического моделирования. По мнению А.Н. Каштанова, И.И. Васенева, Н.И. Руднева,

В.С. Тикунова, Л.П. Завьяловой, наиболее эффективно решить эту задачу можно при использовании автоматизированных информационных систем и геоинформационных технологий.

Принципиальное отличие предложенной нами схемы организации ПЭМ состоит в использовании Единой базы пространственных данных (ЕБПД) для хранения данных полевых и лабораторных исследований, дистанционного зондирования земной поверхности, а также результатов работы подсистем контроля, оценки, моделирования и прогнозирования экологического состояния почв (рис. 5). В ходе исследования экологического состояния почв Старооскольско-Губкинского промрайона нами разработан вариант ЕБПД для целей мониторинга загрязнения почв тяжелыми металлами. Применение геоинформационных систем (ГИС) позволило определить географические координаты отдельных точек сети ПЭМ еще на этапе планирования полевых исследований. С внедрением спутниковых систем позиционирования появилась возможность регулярного контроля состояния и загрязнения почв в одних и тех же точках. Опыт проведения полевых исследований показал, что при отборе проб почвы методом «конверта» со стороны 10 м можно использовать недорогие GPS-приемники навигационного класса, определяющие координаты в системе WGS-84 с точностью 5-10 м.



Рис. 5. Организация почвенно-экологического мониторинга на основе использования автоматизированной информационной системы и ГИС-технологий

Организация ПЭМ на основе использования ГИС и ЕБПД позволяет автоматизировать процедуры геоэкологического картографирования и анализа пространственных особенностей экологического состояния почв и почвенного покрова в антропогенно преобразованных ландшафтах. Основ-

ным результатом внедрения ГИС в практику ПЭМ должно стать создание и ведение дежурной электронной карты экологического состояния почв, что будет способствовать переходу от технологии фиксирования этого состояния через определенные промежутки времени к технологии динамического отслеживания ситуации. Эффективность этого подхода доказана нами на примере ведения дежурной электронной карты содержания тяжелых металлов в почвах Старооскольско-Губкинского промышленного района.

Результаты проведения почвенно-экологического мониторинга по усовершенствованной методике (на примере изучения содержания и миграции тяжелых металлов в почвах Старооскольско-Губкинского промышленного района).

При проведении ПЭМ должен осуществляться контроль целого ряда почвенных свойств и режимов, однако в рамках данного исследования эффективность внедрения предложенных усовершенствований оценивалась только на примере мониторинга загрязнения почв Старооскольско-Губкинского промышленного района тяжелыми металлами (ТМ). Для обеспечения сравнимости результатов нами производился мониторинг загрязнения теми ТМ, содержание которых определяется при проведении агрохимического обследования почв Белгородской области (кадмий, свинец, медь, цинк).

На начальном этапе исследования нами создан блок информационной поддержки в виде дополнительных тематических слоев электронной дежурной карты ПЭМ. В их состав вошли: данные космической съемки, цифровая модель рельефа и производные морфометрические карты, карты позиционно-динамической и бассейновой структур ландшафтов, почвенная карта, проекты внутрихозяйственного землеустройства, данные VI тура агрохимического обследования ФГУ «ЦАС Белгородский» для 32 хозяйств Губкинского и Старооскольского районов. По каждому землепользованию учтено от 50 до 100 точек (в зависимости от площади), обеспеченных следующим набором данных: тип почвы, гранулометрический состав, степень эродированности, pH, содержание гумуса, сумма поглощенных оснований, емкость поглощения, содержание ТМ и т.д. Построение картограмм по результатам VI цикла агрохимического обследования и собственных полевых исследований производилось автоматически на основе ЕБПД в геоинформационных системах Mapinfo и Surfer.

При анализе пространственного распределения почвенных свойств, определяющих подвижность ТМ и буферность почв, выявлены территориальные различия почвенного покрова. Наиболее гумусированные почвы располагаются на западе исследованной территории. В то же время районы, в наибольшей степени подверженные техногенному воздействию (по направлению господствующих ветров), имеют почвы с низкой гумусированностью. Особенно это касается левобережья р. Оскол, в том числе и границ санитарно-защитной зоны ОЭМК. Здесь широко распространены серые

лесные почвы с кислой реакцией почвенного раствора ($pH < 5,5$), а также пойменно-луговые и аллювиальные почвы легкого гранулометрического состава. Обнаруженная закономерность подтверждается при анализе величин емкости поглощения, которая также убывает с запада на восток территории Старооскольско-Губкинского промышленного района, из-за чего возрастает вероятность загрязнения ТМ сельскохозяйственной продукции и грунтовых вод. В целом почвы Старооскольского района менее устойчивы в отношении атмогеохимического воздействия горнорудных предприятий.

Во время полевого сезона 2005 г. на территории Старооскольско-Губкинского промышленного района нами заложена сеть мониторинга по усовершенствованной методике с привязкой объектов по GPS. Обследована территория площадью около 1600 км², отобрано 337 почвенных образцов, а также 120 проб растительной продукции для определения содержания ТМ (Cd, Pb, Cu, Zn). Химико-аналитические исследования были проведены сотрудниками ФГУ «ЦАС Белгородский» по принятой в агроэкологии методике (таб.).

**Статистические характеристики данных,
полученных в трансаккумулятивных позициях ландшафтов (2005 г.),
и результатов стандартного агрохимического обследования земель
зоны влияния предприятий КМА**

Показатели	n	min	max	Среднее ($\bar{x} \pm t_{05} S_x$)	V, %	E	A	P, %
<i>Исследования 2005 г. (при участии автора)</i>								
Содержание ТМ в почвах, мг/кг:								
кадмий	337	0,2	0,9	0,40±0,01	25	4,4	1,2	65,6
свинец	337	3	84(247)	14,0±0,6	39	87	7,0	63,5
медь	337	0,9	30	12,6±0,3	23	5,3	-0,5	79,2
цинк	337	10	138	41,4±1,0	22	42,2	2,7	86,9
Содержание гумуса, %	337	1,4	9,3	5,1±0,1	26	0	-0,2	–
Содержание ТМ в растениях, мг/кг:								
кадмий	120	0,015	0,58	0,06±0,01	81	80,6	8,2	0,8
свинец	120	0,13	52,8	10,4±1,0	79	7,4	2,2	70,0
медь	120	1,1	10,1	3,1±0,2	63	1,6	1,4	0
цинк	120	1,58	42,7	17,2±1,0	50	0,6	1,0	0
<i>Данные VI тура агрохимического обследования (ФГУ «ЦАС Белгородский»)</i>								
Содержание ТМ в почвах, мг/кг:								
кадмий	1057	0,2	1,3	0,64±0,02	41	-1,2	0,2	81,8
свинец	1057	2	30	12,6±0,2	28	4,1	0,4	81,0
медь	1057	2	26	12,8±0,2	28	1,1	-0,3	30,0
цинк	1057	5	95	51,2±0,8	26	0,2	0	88,1
Содержание гумуса, %	1057	0,4	7,7	4,6±0,1	32	-0,7	-0,3	–

Примечание: V – коэффициент вариации, %; E – коэффициент эксцесса; A – коэффициент асимметрии; P – частота превышения значений по отношению к уровню локального фона (для почв на суглинках) или к нормальной концентрации химических элементов в растениеводческой продукции, % (Минаев, 1990).

Применение усовершенствованного нами метода размещения точек опорной сети почвенно-экологического мониторинга, даже без учета меньшей степени эмпирического обеспечения (отобрано в 3 раза меньше образцов, чем при стандартном агрохимическом обследовании), позволило выявить более высокие средние концентрации свинца в почве и более значительный размах колеблющихся величин содержания свинца и цинка в почвах агроландшафтов. Эффективность внедрения предложенной нами схемы отбора образцов подтверждается также большей частотой обнаружения случаев превышения экологических норм. Например, по меди в 2,6 раза чаще отмечено превышение фона при реализации ландшафтных принципов территориальной организации мониторинга почв, чем при ныне практикуемой схеме сплошного обследования. Специфика разработанной системы ПЭМ состоит в том, что мониторинговые данные характеризуют не только почвы пашни, но и других угодий, в том числе сенокосов и пастбищ в днищах балок, а также приусадебных участков в населенных пунктах Старооскольского и Губкинского районов.

Для интегральной оценки загрязнения почв ТМ обычно применяют суммарный показатель загрязнения, который указывает на среднее превышение содержания поллютантов над фоновым уровнем. Однако при расчете этого показателя не учитываются различия в токсичности загрязнителей, поэтому для анализа комплексного загрязнения почв ТМ нами были использованы значения приведенного суммарного коэффициента концентрации (D) (Титова и др., 2005):

$$D = \sum_{i=1}^N \left[\left(C_i / C_{\text{фи}} \right) \cdot K_i \right],$$

где C_i – содержание элемента в изучаемой почве, мг/кг; $C_{\text{фи}}$ – фоновое содержание элемента, мг/кг; K_i – коэффициент значимости элементов и соединений, обратно пропорциональный ПДК (ОДК). Для удобства интерпретации значения показателя D выражены в закрытой бонитировочной шкале, по которой 100 баллам соответствует фоновый уровень содержания тяжелых металлов в почве.

В качестве фоновых нами использованы значения содержания ТМ в верхних горизонтах почв особо охраняемых природных территорий «Стрелецкая степь», «Ямская степь» и «Лес на Ворскле». В почвах заповедного участка «Ямская степь», примыкающего к санитарно-защитной зоне горно-рудных предприятий, обнаружено большее количество ТМ, чем в почвах других исследованных ООПТ по кадмию, свинцу, меди и цинку в среднем на 21,6; 43,2; 46,3; и 24,2 % соответственно, что подтверждает факт техногенного загрязнения почв этого участка. Для определения количества ТМ, содержавшегося в почвах до начала промышленной разработки месторождений железных руд, нами изучены почвы, погребенные под антропогенными насыпями скифского времени (2400 лет назад) и времен Великой Отечественной войны (62 года назад).

Пространственное распределение D свидетельствует о наличии ареалов с пониженным баллом бонитета, как приуроченных к промышленным районам, так и достаточно удаленных от них, что не позволяет однозначно объ-

яснить поступление ТМ в почвы территории Старооскольско-Губкинского промышленного района влиянием выбросов горнорудных предприятий (рис. 6). Вместе с тем зона влияния промышленных предприятий достаточно четко маркируется ареалами со значениями от 70 до 90 баллов бонитета.

Благодаря отбору почвенных образцов в автономных и подчиненных позициях удалось изучить перераспределение ТМ в почвах каскадных ландшафтно-геохимических систем. Для расчета коэффициента радиальной дифференциации (КРД) дополнительно было определено содержание ТМ в образцах почвогрунтов, отобранных с глубины 120-150 см. Среднее значение КРД по четырем элементам (Cd, Pb, Zn, Cu) составляет $1,36 \pm 0,02$, что свидетельствует об аральном загрязнении почв региона этими ТМ и их дальнейшем осаждении на щелочном и сорбционном геохимических барьерах почв. Перечисленные элементы в геохимических ландшафтах Са и Н-Са типа не относятся к числу активных водных мигрантов, их перераспределение в почвы подчиненных позиций происходит в основном с твердой частью стока. Коэффициенты латеральной дифференциации (КЛД) Cd, Pb, Cu, Zn составляют 1,20; 1,23; 1,14; 1,05 соответственно, что указывает на депонирование этих ТМ в отрицательных формах рельефа.

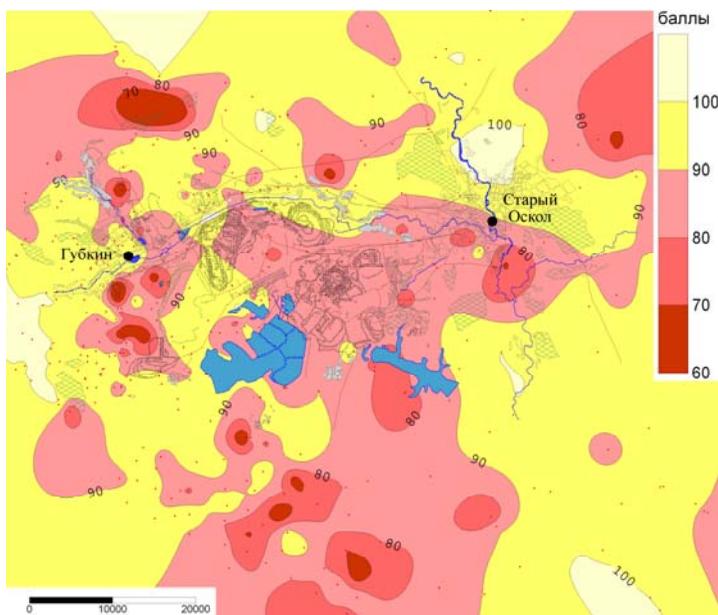


Рис. 6. Территориальное распределение приведенного суммарного коэффициента концентрации ТМ (D), 100-балльная бонитировочная шкала. Карта-схема составлена автором

Нами также проанализировано содержание 23 макро- и микроэлементов в почвах катенарного комплекса, расположенного на расстоянии 8 км к западу от источников предполагаемого атмогеохимического воздействия.

Концентрации были определены методом рентген-флюоресцентного анализа с помощью прибора СПЕКТРОСКАН МАКС-GV сотрудниками Лаборатории геохимии и минералогии почв Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (г. Пушкино). Путем расчета коэффициентов радиальной дифференциации установлено, что в верхних горизонтах почв наблюдается повышенное содержание Cr, MnO, Fe₂O₃, а также минералов с магнитными свойствами. Повышенное содержание соединений железа в почвах Старооскольско-Губкинского промышленного района служит очевидным маркером загрязнения почв предприятиями горнорудного комплекса. Из перечисленных веществ наиболее интенсивное перераспределение испытывает хром, который в максимальном количестве накапливается в почве за счет техногенного переноса из карьерно-отвальных комплексов (КЛД ≈ 3), для других элементов характерны более низкие значения КЛД. Таким образом, при проведении ПЭМ на этой территории нельзя ограничиваться стандартным перечнем ТМ (Cd, Pb, Cu, Zn), т.к. индикатором загрязнения служит содержание других элементов (Cr, Fe и т.д.).

На основе выявленных пространственных особенностей содержания ТМ в почвах на карте эколого-хозяйственной ситуации территории Старооскольско-Губкинского промышленного района нами выделена зона влияния выбросов предприятий на почвы. Ее площадь составляет 5036 га. Радиус воздействия промышленных центров оценивается в 5-15 км, что связано с влиянием ландшафтных и климатических факторов на распространение загрязнений. Результаты картографического моделирования подтверждены экспериментально при исследовании почв трансекта, проложенного в южном направлении от горнорудных предприятий. Нами установлено, что фоновые значения содержания 23 химических элементов и уровня удельной магнитной восприимчивости (УМВ) наблюдаются только на расстоянии $14,5 \pm 2,1$ км от источников загрязнения. Общий ряд накопления техногенных элементов в почвах трансекта можно представить следующим образом (в порядке убывания): Cr – УМВ – V – Hg – Zn – As – Pb.

В агроландшафтах семи хозяйств на территории Старооскольского и Губкинского районов нами выявлены 42 сельскохозяйственных поля (146 рабочих участков), нуждающихся во внесении изменений в сложившуюся систему землепользования с целью обеспечения производства экологически безопасной продукции и предотвращения миграции тяжелых металлов. Для этих целей нами предложен перечень мероприятий, включающий пять основных блоков: мероприятия по повышению буферности почв в условиях загрязнения ТМ; мероприятия по предотвращению загрязнения растительной продукции; мероприятия по предотвращению загрязнения продукции животноводства; мероприятия по снижению пылевого воздействия карьерно-отвальных комплексов на прилегающие территории; мероприятия по предотвращению распространения загрязнения по гидрографической сети.

Полученные в ходе исследований результаты позволяют сформулировать следующие **выводы и предложения**:

1. Для территории Старооскольско-Губкинского промышленного района характерен относительно высокий энергетический потенциал почвообразования, что создает возможность использования естественных механизмов воспроизводства почв с целью ускоренного формирования почвенного покрова в ходе экологической реабилитации техногенных ландшафтов.

2. В ходе изучения развития почв антропогенных педотопокатен установлено, что наибольшее влияние рельефа на процесс почвообразования наблюдается в интервале от n до $n \cdot 100$ лет, что подтверждает необходимость оптимизации рельефных условий на техническом этапе рекультивации земель для стимулирования процессов воспроизводства почв на постпромышленных отвалах. На более поздних стадиях почвообразования, после стабилизации рельефа, возрастает влияние субстрата, растительности и микроклимата.

3. Использование цифровых моделей рельефа, построенных по данным спутникового радарного сканирования земной поверхности, при разработке карт бассейновых ландшафтных структур ведет к сокращению затрат труда и рабочего времени на картографирование, что создает возможность широкого внедрения бассейнового подхода при организации мониторинга экологического состояния почв.

4. Рационализация пространственной структуры почвенно-экологического мониторинга, основанная на сочетании бассейнового и позиционно-динамического методов ландшафтной декомпозиции территории, позволяет сократить количество пунктов наблюдения, а следовательно – снизить затраты на проведение полевых работ и выполнение химико-аналитических исследований без снижения точности мониторинговых данных.

5. При проведении мониторинга по усовершенствованной нами методике установлено, что почвы агроландшафтов Старооскольско-Губкинского промышленного района испытывают интенсивное техногенное воздействие. Об этом свидетельствует превышение содержания валовых форм тяжелых металлов над фоновыми значениями в среднем в 2-3 раза даже на территории заповедных участков.

6. Маркерами техногенного воздействия на почвы в зоне влияния предприятий горнорудного комплекса КМА может служить содержание железа (магнитная восприимчивость), хрома, цинка, меди, свинца и других тяжелых металлов. В зоне влияния выбросов предприятий Старооскольско-Губкинского промышленного района повышенное содержание этих элементов наблюдается в почвах автономных и особенно трансаккумулятивных ландшафтов.

7. В целом, благодаря распространению почв с высокими буферными свойствами, ориентировочно допустимые концентрации тяжелых металлов за 50 лет освоения железорудных месторождений на большей части обследованной территории не достигнуты. Однако в ряде случаев, в основном на кислых супесчаных почвах, выявлены участки с превышением экологических нормативов. Для обеспечения экологической безопасности землеполь-

зования в зоне воздействия промышленных предприятий необходима реализация комплекса предложенных нами мероприятий.

8. Созданная нами система почвенно-экологического мониторинга может стать базовой для аграрно-промышленных районов, в частности для Старооскольско-Губкинского промышленного района КМА, т.к. она подтвердила свою эффективность на примере мониторинга загрязнения почв тяжелыми металлами.

Результаты научной работы опубликованы в следующих периодических изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Лисецкий, Ф.Н. Климатическая обусловленность почвообразования в Центральном Черноземье / Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев // Вестник Воронежского государственного университета: Сер. география и геоэкология. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. – №2 – С. 15-23.

2. Загрязнение почв тяжелыми металлами в зоне влияния Курской магнитной аномалии / Ф.Н. Лисецкий, Ю.Г. Чендев, П.В. Голуусов, О.А. Чепелев // Региональные гигиенические проблемы и стратегия охраны здоровья населения: науч. тр. Федеральн. науч. центра им. Ф.Ф. Эрисмана. – М., 2004. – Вып. 10. – С. 286-290.

3. Голуусов, П.В. Экологическая реставрация постпромышленных отвалов железорудной промышленности КМА / П.В. Голуусов, Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев // Проблемы региональной экологии. – 2005. – № 6. – С. 130-137.

а также в следующих публикациях:

4. Soil Memory on the Dated Surfaces of Earth Embankments (Central Forest-Steppe Zone: Belgorod Region) / F.N. Lisetskiy, Y.G. Chendev, P.V. Goleusov, O.A. Chepelev // Functions of Soils in the Geosphere-Biosphere Systems: Materials of the International Symposium. – Moscow: MAX Press, 2001. – P. 264-265.

5. Белоусов, А.Ю. Щелочно-кислотные характеристики снежного покрова в городской черте (на примере г. Белгорода) / А.Ю. Белоусов, И.А. Погорелова, О.А. Чепелев // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. – Владимир, 2001. – С. 137-139.

6. Голуусов, П.В. Траектории восстановления почв в экосистемах лесостепной зоны / П.В. Голуусов, Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев // Экология ЦЧО РФ. – 2001. – №2. – С. 131-134.

7. Лисецкий, Ф.Н. Стратегии воспроизводства почвенных ресурсов для различных моделей ландшафтно-экологического земледелия / Ф.Н. Лисецкий, П.В. Голуусов, О.А. Чепелев // Идеи В.В. Докучаева и современные проблемы сельской местности: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Ч. 1. – М.; Смоленск, 2001. – С. 38-42.

8. Чепелев, О.А. Моделирование зонального почвообразовательного процесса / О.А. Чепелев // Материалы III региональной научно-практической студенческой конференции. – Воронеж, 2001. – С. 9-10.

9. Чепелев, О.А. Математическое моделирование формирования почв в целях рационального землепользования / О.А. Чепелев // Труды международного студенческого форума «Образование, наука, производство». – Белгород, 2002. – С. 188.

10. Лисецкий, Ф.Н. Воспроизводство деградированных сельскохозяйственных земель при их консервации / Ф.Н. Лисецкий, П.В. Голуусов, О.А. Чепелев // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: материалы VII междунар. науч.-практ. конф. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2003. – С. 14-15.

11. Лисецкий, Ф.Н. Дифференциация почвообразовательного потенциала на территории ЦЧР / Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев // XVIII пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: докл. и краткие сообщ. – Курск, 2003. – С. 157-158.
12. Чепелев, О.А. Использование метода контрольных карт для выявления вертикальных границ педона / О.А. Чепелев // Тезисы докладов X международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов 2003». – М.: Изд-во МГУ, 2003. – С. 152-153.
13. Чепелев, О.А. Оценка климатической составляющей энергетического потенциала воспроизводства почв / О.А. Чепелев // Актуальные проблемы современной науки: сб. ст. 4-й междунар. конф. молодых ученых и студентов. Естественные науки. Ч.11: Экология. – Самара: Изд-во СамГТУ, 2003. – С. 139-141.
14. Чепелев, О.А. Влияние выбросов промышленных предприятий Белгорода на кислотно-щелочные свойства снежного покрова / О.А. Чепелев, И.С. Королева // Сборник студенческих научных работ: в 3 ч. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2004. – Вып. VII, ч. I. – С. 172-175.
15. Экологический паспорт Яковлевского района / Ф.Н. Лисецкий, Е.Г. Глазун, О.А. Чепелев и др. – Белгород, 2004. – 48 с.
16. Чепелев, О.А. Роль фактора рельефа в формировании почвенных катен антропогенного происхождения / О.А. Чепелев // XIX пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: докл. и краткие сообщ. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2004. – С. 204-205.
17. Лисецкий, Ф.Н. Организация образовательной и научной деятельности при подготовке специалистов по земельному кадастру / Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев // Землеустроительное и геодезическое образование в Уральском регионе, XXI век: проблемы и перспективы развития: тез. докл. – Екатеринбург, 2004. – С. 56-57.
18. Лисецкий, Ф.Н. Закономерности проявления процессов эрозии и почвообразования на разновозрастных склонах / Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев // XX пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: докл. и краткие сообщ. – Ульяновск, 2005. – С. 210-212.
19. Экологические аспекты воспроизводства почвенно-растительного покрова в нарушенных горнодобывающей промышленностью ландшафтах / Ф.Н. Лисецкий, П.В. Голеусов, Н.С. Кухарук, О.А. Чепелев // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2005. – 217. – С. 2233-2250. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/217.pdf>. – Систем. требования: IBM; Internet Explorer.
20. Опыт создания ресурсно-экологического регионального атласа (на примере разработки атласа «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области») / Ф.Н. Лисецкий, С.В. Лукин, О.А. Чепелев и др. // Экология, окружающая среда и здоровье населения Центрального Черноземья: материалы междунар. науч.-практ. конф: в 2 ч. – Ч 1. – Курск: Изд-во КГМУ, 2005. – С. 178-180.
21. Лисецкий, Ф.Н. Опыт представления почвенных и земельных ресурсов в электронном атласе региона (на примере Белгородской области) / Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев // Материалы 2-й всероссийской конференции «Опыт реализации принципа «одного окна» и создания комплексных геоинформационных систем управления территориями и корпорациями» – 2005. – Режим доступа: <http://www.gisa.ru/24400.html>. – Систем. требования: IBM; Internet Explorer.
22. Лисецкий, Ф.Н. Результаты почвообразования на антропогенных насыпях (по результатам изучения территории Бельского городища) / Ф.Н. Лисецкий,

П.В. Голеусов, О.А. Чепелев // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія. – Вип. 251. – 2005. – С. 168-174.

23. Лисецкий, Ф.Н. Климатическая обусловленность почвообразования в лесостепной зоне / Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев // Воспроизводство почв в антропогенных ландшафтах лесостепи / П.В. Голеусов, Ф.Н. Лисецкий. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2005. – С. 28-38.

24. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области: [атлас] / сост. и подгот. к печати Белгородский гос. ун-т; ст. ред. Ф.Н. Лисецкий; С.В. Лукин, А.Н. Петин, О.А. Чепелев и др. – 1:1200000, 12 км в 1 см. – Белгород, 2005. – 179 с.

25. Голеусов, П.В. Почвы каскадных ландшафтно-геохимических систем как объекты мониторинга загрязнения тяжелыми металлами / П.В. Голеусов, Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев // Идеи В.В. Докучаева и современные проблемы развития природы и общества: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Идеи В.В.Докучаева и современные подходы к изучению природной среды, решению региональных социально-экологических проблем». – Смоленск: Универсум, 2006. – С. 70-75.

26. Противозероизонная и агроэкологическая эффективность адаптивно-ландшафтной системы земледелия / Ф.Н. Лисецкий, Л.В. Марциневская, О.А. Чепелев и др. // Инновационно-технологические основы развития земледелия. – Курск, 2006. – С. 484-489.

27. Почвенно-экологический мониторинг в зоне влияния крупных промышленных центров / Ф.Н. Лисецкий, П.В. Голеусов, О.А. Чепелев и др. // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: материалы II междунар. науч. конф. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. – С. 232-238.

28. Чепелев, О.А. Использование геоинформационных технологий в разработке и внедрении систем агроэкологического мониторинга / О.А. Чепелев // Екологізація сталого розвитку агросфери, культурний ґрунтогенез і ноосферна перспектива інформаційного суспільства: тези доповідей міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. – Харків: Вyd-во ХНАУ, 2006. – С. 122.

Получены следующие охранные документы на объекты интеллектуальной собственности:

1. Атлас «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области» / Ф.Н. Лисецкий, С.В. Лукин, О.А. Чепелев и др. Свидетельство об официальной регистрации базы данных №2005620231. Зарег. в Реестре баз данных 26.08.2005 г.

2. База данных эколого-геохимического обследования территории Курской магнитной аномалии (в границах Губкинского и Старооскольского районов Белгородской области) / Ф.Н. Лисецкий, П.В. Голеусов, О.А. Чепелев и др. Свидетельство об официальной регистрации базы данных №2006620102. Зарег. в Реестре баз данных 07.04.2006 г.

