

На правах рукописи



Родикова Анна Викторовна

ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ
И СВОЙСТВ ПОЧВ ЛАНДШАФТНЫХ МИКРОЗОН ОЗЕРНЫХ
ДЕПРЕССИЙ ШИРИНСКОЙ СТЕПИ

Специальность 03.00.27 – почвоведение

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Томск – 2007

Работа выполнена на кафедре «Почвоведения и экологии почв» ГОУ ВПО «Томский государственный университет»

Научный руководитель: доктор биологических наук,
Кулижский Сергей Павлович

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук, Титова Эльза Владимировна, НИИ сельского хозяйства и торфа СО РАСХН, г. Томск

кандидат биологических наук, Ермолов Юрий Викторович, лаборатория биогеохимии почв, Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск

Ведущая организация:

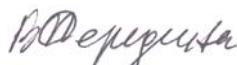
ФГОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»

Защита состоится 21 декабря 2007 г. в 14⁰⁰ час. на заседании диссертационного совета Д 212.267.09 в ГОУ ВПО «Томский государственный университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36. Факс (38-22) – 52-98-53

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского государственного университета.

Автореферат разослан2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор биологических наук



В.П. Середина

Актуальность исследований. Степная зона Хакасии характеризуется наличием множества озер различной степени минерализации. На территории Ширинского района учтено около 100 крупных и малых бессточных озер с площадью поверхности более 1 га (Водные ресурсы..., 1999). Подчинение законам вертикальной зональности обеспечивает закономерную смену природных зон от наиболее пониженных частей впадин к периферии как в пределах межгорных депрессий, так и внутри отдельно взятых озерных впадин. Для водосборных территорий водоемов, различных по площади и форме, характерно, в той или иной степени, проявление микрizonaльности, сходной в общих чертах и отличной в частных вариантах, что определено условиями их формирования.

Несмотря на упоминание о микрizonaльности озерных котловин Ширинской степи рядом авторов (Почвенно-географическая экскурсия..., 1953; Градобоев Н.Д., Коляго С.А., 1964; Танзыбаев М.Г., 1993; Булатова Н.Ю., 2000; Каллас Е.В., 2002; Кулижский С.П. 2002; Шамшаева В.Ф., 2003 и др.), недостаточная изученность данной закономерности может служить ограничивающим фактором как при рассмотрении генезиса почв, так и для решения вопросов, связанных с сохранением природных ресурсов.

Почвы, как было отмечено еще В.В. Докучаевым (1951), должны быть в центре внимания при изучении зон, поскольку отражают суть взаимодействующих компонентов. Распространение знаний о структурном элементе на весь природный объект является одним из системных методов изучения ландшафтов. Почвы, в данном случае, являются локальным индикатором природных условий, а также отражением состояния озера и его водосбора – единого лимнического комплекса.

Важнейшим показателем состояния почв служит содержание микроэлементов. Известно, что их концентрация и дифференциация в почвенном профиле зависят от состава материнских пород, характера выветривания и почвообразовательных процессов, воздействующих на эти породы. Однако, почвы, соответствующие классическим моделям почвообразования, отвечающие этим положениям, - явление, встречающееся не часто, и полигенетичность профилей нередко задает суммарные свойства, которые не могут быть объяснены наблюдаемыми факторами и явлениями. Особый интерес в таком случае представляют собой прикладные методы, с помощью которых можно раскрыть некоторые теоретические вопросы почвоведения. Геохимическая характеристика почв, как начального звена любых биогеохимических пищевых цепей, имеет и практическое значение в связи с их аграрным использованием.

Цель работы: выявить особенности свойств, элементного химического состава и развития почв в аспекте их ландшафтной микрizonaльной приуроченности в пределах озерных депрессий Ширинской степи республики Хакасия (на примере озера Ширы).

Задачи исследования: 1. Исследовать почвы озерной котловины с выделением ландшафтных микрозон в пределах изучаемого водосбора озера, охарактеризовать их состав, геометрическую форму, границы и переходы.

2. Установить особенности пространственного размещения почв в связи с приуроченностью к микрозонам.

3. Изучить свойства и выявить специфику развития почв, формирующихся как в естественных условиях, так и при антропогенном вмешательстве.

4. Выявить особенности геохимической дифференциации почв озерной депрессии, буферные способности почв, в связи с чем обосновать статистически достоверные связи, их силу с почвенными переменными в пределах исследуемой территории и микрозон и выявить элементы пространственного геохимического варьирования

Объекты и методы исследования. Объект исследования представлен впадиной озера Шира Ширинского района республики Хакасия, площадь которой по водосбору составляет около 187 км². Для наиболее полного охвата распространенных здесь типов почв было заложено четыре почвенно-геоморфологических профиля по направлению от береговой линии озера к вершинам водораздела. При исследовании территории был принят методологический подход с использованием сравнительно-географического и лабораторно-аналитического методов исследования.

Содержание тяжелых металлов и других микроэлементов определено с помощью полук количественного эмиссионного спектрального анализа в аккредитованной лаборатории Геоэкоцентра ГПП «Березовгеология» г. Новосибирска.

Исследования проводились по хоздоговору № 277 с Госкомитетом по охране окружающей среды Республики Хакасия с целью составления экологического атласа и в рамках программы «Университеты России – фундаментальные исследования» 1998-2001 г.г., проект «Закономерности формирования почв и почвенного покрова озерных котловин в степной зоне».

Научная новизна. Впервые для исследуемой территории отмечены особенности форм ландшафтных микрозон, характер перехода между ними, факторы, их обуславливающие. Выявлены особенности почв, как для всей озерной депрессии, так и при микрозональном (склоновом и кольцевом) распределении.

Пример неполноразвитых степных почв, в случае которых произведена дифференциация на почвы водораздела и приозерного понижения (по различиям их свойств и генезиса), в условиях озерных котловин подтверждает необходимость использования геоморфологических понятий (по рельефу) при разделении «литогенных почв» (Соколов И.А., 1993) Хакасии.

Выявлено, что на современном этапе почвообразования на исследуемой территории происходит трансформация компонентного состава микрозон, что

выражается во включении в их список антропогенно-преобразованных почв, являющихся результатом влияния человеческого фактора. В связи с этим, проявляются не только элементарные почвенные процессы, связанные с агроиспользованием (плагенизация), но меняется и характер естественных почвенных процессов (метапедогенез), который характеризуется небольшими временными масштабами и введением антропогенных факторов, таких как топографический, гидрологический, химический и др.

Достоверно установлено, что миграция микроэлементов в пределах озерной впадины осуществляется преимущественно с гранулометрическими составляющими, а для испарительного барьера характерно слабое проявление вторичных аккумуляций тяжелых металлов.

Выявлено варьирование величины местной геохимической нормы в пространстве, что свидетельствует о неравномерном распределении элементов в пределах природного объекта – озерной котловины.

Защищаемые положения. 1. Микроразнообразие почв озерных депрессий отражает как общность почвенных свойств внутри отдельно взятых кольцевых структур, определенную топографией, так и их различия в склоновых микроразнообразиях, обусловленную не только природным, но и усиленную антропогенным влиянием.

2. Организация химических элементов в пространстве озерной впадины, а также буферная способность почв ландшафтных микроразнообразий по отношению к тяжелым металлам, тесно связаны со спецификой геохимической обстановки и преобладанием механической миграции элементов.

Теоретическая и практическая значимость. Установлена форма озерно-депрессивной микроразнообразности Ширинской степи на примере модельного природного объекта – депрессии озера Шира, и выявлены свойства почв отдельных склоновых и кольцевых микроразнообразий, которые указывают на особенности почвенного покрова территории водосбора, условия его формирования. Результаты изысканий подтверждают, что комплексное изучение почв различных гипсометрических уровней продиктовано необходимостью отображения целостности организации почвенного покрова.

Обоснование разделения неполноразвитых степных почв по положению в ландшафте служит основой при уточнении их классификационной принадлежности.

Геохимические исследования со статистически достоверным уровнем обработки данных позволяют охарактеризовать механизмы миграции элементов, что является теоретической базой для разработки мер по предотвращению загрязнения территории тяжелыми металлами, учитывающих интенсивные эрозионные и дефляционные процессы.

Разнообразие почв, подверженных интенсивному влиянию человеческого фактора, их различный генезис, актуализируют изучение антропогенно-

измененных почв как в теоретическом плане (наличие множества законов развития кроме почвенных), так и в практическом (применимость почвенных методов исследования, использование этих биокосных систем в качестве угодий, рекультивация и др.). Исследования организации профиля и свойств этих почв на территории озерной впадины расширяют представления об их формировании и развитии в условиях аридного климата и уточняют номенклатуру.

Подробная характеристика почв котловины озера Ши́ра, особенностей их свойств, составленная карта-схема микрозон водосборной площади, в совокупности, являются частью работ по созданию геоэкологического атласа Хакасии. Данные изыскания также необходимы для оптимизации природопользования данной территории, сохранения и дальнейшего использования ее ресурсов.

Публикации и апробация работы. Положения диссертационной работы опубликованы в 8 печатных работах. Материалы доложены и обсуждены на следующих конференциях: «Экология Южной Сибири – 2000 год» (Абакан, 1997, 2000), «Геоэкологические проблемы почвоведения и оценки земель» (Томск, 2002), «Природные условия, история и культура западной Монголии и сопредельных регионов» (Кызыл, 2005).

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 195 страницах, содержит 35 таблиц и 25 рисунков. Состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы (который включает в себя 185 источников) и приложений.

Основное содержание диссертации

Глава 1. Склоновая и кольцевая микрозональность

Разобран вопрос изучения микрозональности как в целом, так и для конкретной территории. Рассмотрены исторические моменты открытия этой природной закономерности, ее разномасштабные проявления. Развернута тема зональности Хакасии, обусловленной неровностями рельефа. Отмечено, что выделение ландшафтных зон в пределах мезоструктур может производиться по различным принципам: 1. Динамической дифференциации вещества, подчиняющейся хорошо выраженной поясности геоморфологических процессов, во многом определяющих внутреннюю структуру и морфологические признаки отдельных микрозон. 2. По границам влияния системы зон взаимодействия двух смежных географических объектов: озеро - окружающие ландшафты. 3. С учетом геохимических условий миграции элементов (Польнов Б.Б., 1956; Перельман А.И., 1966; Мильков В.Ф., 1974, 1986; Глазовская М.А., 1988). В данной работе использована последняя позиция.

Глава 2. Условия почвообразования

Рассмотрено физико-географическое положение исследуемого объекта, природные условия в которых он организован.

Обрисована в общих чертах история формирования территории Назаровско-Минусинского прогиба и депрессии озера Ши́ра в частности. Отмечено, какие геологические процессы прошлого обусловили наличие в почвенном покрове изучаемой местности легкорастворимых солей, гипса, карбонатов. Отмечены гипотезы происхождения котловины озера, согласно различным литературным источникам.

Разнообразие форм рельефа, его резкая изменчивость, обуславливают пестроту почвенного покрова. Рельеф Ши́ринской котловины носит форму синклинальной складки. Озеро окружено полосами последовательно сменяющихся типов рельефа: плоскоравнинный (приозерной котловины), куэстовый и грядовый, которые частично не носят характера концентрических колец, а открываются в ЮВ направлении.

Климат – резко континентальный. Аридность Ши́ринской степи подчеркивается эффектом «дождевой тени», ядро которой приходится на район ж.-д. станции Ши́ра (17 км на З от озера Ши́ра).

Растительный покров располагается концентрическими поясами, что характерно как для крупных котловин Назаровско-Минусинской впадины, так и для мелких озерных впадин (кольцевая зональность, микропоясность). Факторами дифференциации условий среды в пределах мезорельефа (в степной зоне) являются влага и засоление, что приводит к четко выраженной направленности изменений условий местообитания растительных сообществ.

Геологическая история изучаемой территории во многом определяет своеобразие и специфичность почвообразующих пород, которые отнесены в группу красноцветных элювиально-делювиальных осадочных отложений. Описаны материнские породы, слагающие котловину озера, рассмотрены продукты их выветривания.

Глава 3. Объекты и методы исследования

Приводится описание объектов, методов и методик исследований.

Для достижения поставленной цели использован метод закладки геоморфологических профилей.

Объекты исследования представлены почвами различных групп ландшафтов, формирующихся на территории депрессии озера Ши́ра.

Для решения назначенных задач использовались характеристики 28 почвенных разрезов и прикопок (135 образцов).

Рассмотрен вопрос классификационной принадлежности исследуемых почв, согласно разработкам 1977 (взята за основу) и 1997 годов.

Изучение свойств почв проводилось по общепринятым методам и методикам.

Полученные результаты обрабатывались статистическими методами с использованием пакета прикладных программ.

Глава 4. Особенности формирования почвенного покрова и почв

Специфика почвообразования. Отмечено, что общими тенденциями пространственного распределения почв в пределах озерных котловин являются вершинно-экспозиционная дифференциация ксероморфных и мезоморфных почв на склонах и смена их почвами гидроморфного ряда на низких гипсометрических уровнях (Шамшаева В.Ф., Кулижский С.П., Танзыбаев М.Г., 2000), значительную роль играет фактор засоления.

Почвы существуют не изолированно, а формируются в ландшафте. Одной из особенностей изучаемой площади является концентрическое расположение ландшафтных микрозон вокруг водоемов, что отмечено рядом авторов как «кольцевая микрозональность». Каждая микрозона соответствует определенному ландшафту (при выделении структурных единиц использованы представления о природных системах, разработанные Б.Б. Польшовым, А.И. Перельманом, М.А. Глазовской) (табл. 1).

Таблица 1 - Приуроченность почв к родам ландшафтов озерных бассейнов

Род ландшафтов	Почвы	Микрозоны
Элювиальный	Автономные	Э
Трансэлювиальный	Гетерономные	Т и ТА
Трансэлювиально-аккумулятивный		С
Супераквальный	Гетерономные	Не изуч.
Субаквальный		

Различия между почвами автономных и подчиненных ландшафтов проявляются в характере аккумулятивных процессов и водных связей. Элементарные ландшафты и почвы, расположенные рядом, но на разной высоте, объединяются латеральной миграцией и образуют сопряженные геохимические ряды. Парагенетические ассоциации сопряженных элементарных ландшафтов озерных котловин образуют каскадную геохимическую систему.

Примером микрозонального разделения может служить изучаемая Ширинская озерная впадина (рис. 1).

Обозначено, что котловина озера имеет свою особенность, по сравнению с многочисленными озерными депрессиями Ширинской степи: полосы рельефа отчасти не носят характера концентрических колец, а открываются в ЮВ направлении.

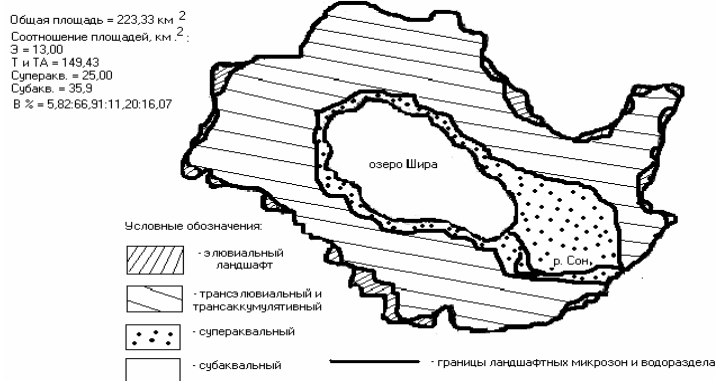


Рисунок 1 - Карта – схема ландшафтных микрозон депрессии озера Шира и их состав

Этот факт обуславливает большой разрыв во фрагментарном, немонолитном кольце почв элювиальных ландшафтов, приуроченных к вершинам кустов. Пойма реки Сон в ЮВ направлении «разрезает» наиболее крупную кольцевую форму микрозоны трансэлювиальных и трансэлювиально аккумулятивных ландшафтов, придавая ей серповидную форму. Аллювиальная озерная равнина, находящаяся в устье р. Сон, значительно вытягивает ширину кольцевой микрозоны почв приозерного понижения на ЮВ.

Почвы элювиальных ландшафтов (Э), развитые по вершинам гряд, на выходах коренных пород, под разреженной растительностью каменистых степей представлены:

(Автономными) неполноразвитыми почвами вершин водораздела

Почвы трансэлювиальных (Т), трансэлювиально-аккумулятивных (ТА) ландшафтов, сформированные под травостоем мелко- и крупнодерновинных степей (с вариациями в зависимости от микрорельефа и угодия) представлены:

Черноземами, Лугово-черноземными почвами, (Гетерономными) неполноразвитыми степными, Антропопедотурбированными, Искусственно аккумулярованными

Представителями почв супераквальных ландшафтов (С), развитых под луговой (-болотной) растительностью, солончаковыми сообществами и галофитными вариантами степной растительности являются

Солончаки, Аллювиальные слоистые, Аллювиальные лугово-болотные

Почвы субаквальных ландшафтов в данной работе рассмотрены кратко по литературным источникам.

Соотношение площадей достаточно контрастное: автоморфные почвы Э ландшафтов занимают всего 5,82% от площади водосбора, почвы Т и ТА ландшафтов – 66,91%, а почвы С ландшафтов – 11,20%. Остальная часть территории отнесена к субаквальному ландшафту (площадь водного зеркала).

Характер границ между микрозонами – ясный, связан со сменой элементов мезорельефа, что прослеживается визуально в смене растительного покрова от каменистых группировок степей на вершинах водораздела, через формации мелкодерновинных и крупnodерновинных степей склонов, до солончаковых и луговых сообществ прибрежной части озера.

По понижению, образованному на СЗ от озерного зеркала, наблюдается аккумуляция и переотложение твердых тонких частиц и органического вещества, обусловленные как поверхностным стоком, так и эоловым приносом. Почвы получают больше влаги за счет ее стока с более высоких позиций склонов. Все это ведет к образованию более мощных и гумусных черноземов.

Результаты лабораторно-аналитических исследований, при которых выделенные компоненты почвенного покрова охарактеризованы по 20 показателям (табл. 2), позволили выделить ряд особенностей почв как в пределах микрозон, так и на площади всей озерной котловины.

Влияние рельефа обособляет по условиям формирования и свойствам две группы *неполноразвитых степных почв*, которые в первом случае приурочены к вершинам водораздела (автономные, микрозона Э ландшафтов), а во втором - к приозерному понижению (гетерономные, микрозона Т и ТА ландшафтов). Сравнивая их, можно отметить следующее: первые развиваются на коренных породах, тогда как вторые могут быть образованы на рыхлых отложениях (табл. 3). Почвы вершин водоразделов формируются при значительном эоловом приносе вещества, что определяет высокое количество органики; на поверхностях щебнистых включений отмечено наличие карбонатных корочек. Неполноразвитые почвы подчиненных позиций, как правило, бедны гумусом, на литоморфах отсутствуют выраженные новообразования CaCO_3 , засолены ($\Sigma_{\text{сол}}$ до 0,83%). На формирование их профиля может влиять бывшая аллювиальная стадия развития, однако, влияние современного степного процесса преобладает (рис.2).

Исследование *черноземов* озерной впадины Шира позволило выявить следующую специфику. Располагаясь по всему периметру микрозоны Т и ТА ландшафтов, черноземы, приуроченные к разным экспозициям склонов, характеризуются, однако, несходными свойствами: ЮЮЗ экспозиции - содержат некоторое количество легкорастворимых солей на поверхности, что обусловлено близостью соленого водоема и сильными порывистыми ЮЗ ветрами, способствующими переносу солей как в твердой, так и в жидкой фазе; скопление карбонатов в них приурочено к средней части профиля.

Таблица 2 – Статистические показатели свойств почв микрозон

горизонты	Гумус				Карбонаты				МГ				Плотность тв. фазы			
	n	M	σ	V, %	n	M	σ	V, %	n	M	σ	V, %	n	M	σ	V, %
Микрозона Э																
Автономные неполноразвитые степные																
Adk+Ak	4	10,4	3,6	33,5	4	8,4	6,5	78,4	4	11,8	3,8	31,9	4	2,4	0,10	4,8
BD+BC	4	3,0	1,7	54,7	4	15,5	7,4	47,5	4	10,3	5,1	49,2	4	2,6	0,01	0,6
CD	2	Н/о			2	16,2	-	-	2	3,5	-	-	2	2,7	-	-
Микрозона Т и ТА																
Черноземы																
A(пах)+AB	24	3,6	1,8	49,0	24	5,3	3,6	67,6	20	9,4	2,7	28,6	20	2,5	0,09	3,8
B+BC	21	0,8	0,6	71,4	21	10,3	6,2	59,8	19	6,9	2,0	29,4	19	2,6	0,11	4,1
C	12	Н/о			12	8,8	6,9	78,2	11	6,2	3,4	55,5	11	2,6	0,06	2,4
Гетерономные неполноразвитые степные																
A+AB	6	3,7	3,1	83,3	6	5,1	2,6	51,6	6	9,5	1,8	19,1	6	2,5	0,10	3,8
BC+BD	2	0,8	-	-	2	19,5	-	-	2	10,6	-	-	2	2,6	-	-
C+CD	10	Н/о			10	16,5	7,3	43,9	10	4,5	1,1	24,6	10	2,6	0,04	1,4
Микрозона С																
Солончаки																
I	3	1,0	-	-	3	5,2	-	-	3	8,3	-	-	3	2,7	-	-
II-V	9	0,8	0,8	103,3	9	4,4	1,4	32,7	9	5,4	3,4	62,1	9	2,7	0,02	0,9
Слои I - V	12	0,9	0,7	85,1	12	4,6	1,6	33,8	12	6,2	4,1	67,0	12	2,7	0,03	1,0

Примечание: в таблице приняты следующие обозначения вариационно-статистических показателей

n – объем выборки

M – среднее арифметическое

σ – среднее квадратичное отклонение

V – коэффициент вариации

Таблица 3 – Отличительные характеристики автономных и гетерономных неполноразвитых степных почв котловины озера Шира

	Автономные	Гетерономные
Развитие на красноцветных породах	-	+
Направление потока вещества	□ □ → → → → →	
Влияние латерального стока на вещественный состав почв	-	+
Влияние склоновых процессов на вещественный состав почв	-	+
Развитие на рыхлых отложениях	-	(+)*-
Наличие карбонатных корок на литоморфах	+	-
Вероятная аллювиальная стадия развития	-	+
Вероятная гетерогенность сложения и свойств, связанная с цикличностью колебания озерного зеркала	-	+
Наличие легкорастворимых солей в профиле	-	+
Содержание гумуса, %	8,68-16,13	2,19-3,83 (9,76)
Содержание суммы поглощенных оснований в поверхностном горизонте, мг*экв/100 г. почвы	40,00-43,25	26,80-33,60
Содержание карбонатов, % CO ₂	3,8 -22,2	0,6-28,0
pH _{водн.}	7,7-8,0	7,5-9,0

* Возможно. Один вариант из четырех.

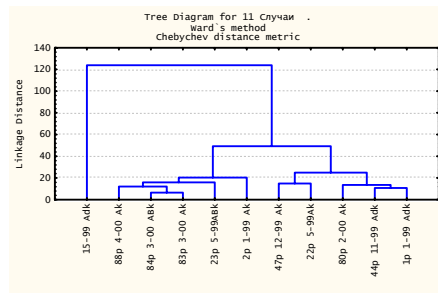


Рисунок 2 – Кластеры близости по почвенным свойствам поверхностных горизонтов неполноразвитых степных почв (автономных и гетерономных) и аллювиальной слоистой примитивной почвы (р. 15-99)

Для почв северной экспозиции характерно наличие легкорастворимых солей и максимума углекислых солей в нижней части профиля. Все почвы вскипают от кислоты с поверхности. В некоторых присутствует гипс (до 2%), что связано с присутствием в пределах озера бассейна гипсоносных отложений. Количество органики (2,53-7,91% гумуса) и биогенных элементов зависит от положения в рельефе, склона, характера использования человеком. Черноземы подвержены эрозионным процессам как природного, так и антропогенного характера. Однако плаггенизация и деградация не являются единственным следствием влияния человека. При едином первоначальном генезисе с черноземами, на современном этапе формируются антропогенно-преобразованные почвы (микроразнообразие Т и ТА), отличные от исходных как морфологически, так и по своим свойствам. Стимулом к их образованию послужило резкое изменение течения природных процессов.

Исследуемые *антропогенно педотурбированные* почвы характеризуются гетерогенностью сложения и свойств, что является следствием нарушения естественного сопряжения горизонтов между собой. Современным ведущим почвообразовательным процессом является педотурбация, которая определила их морфологию и классификационную принадлежность. Наличие включений антропогенного происхождения существенно влияет на их облик и свойства.

При исследовании свойств *искусственно аккумулятивных* почв отмечено, что кумулятивные горизонты отличаются от окружающих их южных черноземов значительным содержанием привнесенного органического вещества (6,19% гумуса), высокой порозностью (до 67%), низкой плотностью сложения (0,76-0,87 г/см³), существенным количеством пылеватых фракций, включениями антропогенного характера и некоторой засоленностью ($\Sigma_{\text{солей}}$ до 0,44%). Уточнено, что техногенные субстраты не являются почвами, в их классическом понимании. Они существуют не только по почвенным, но и по своим законам: литогенеза, техногенеза и др. В главе, посвященной объектам исследования, изучаемые на территории бассейна антропогенно-преобразованные биокосные системы отнесены к полупочвам (Соколов И.А., 1993), и их свойства могут не подтверждать закономерности, характерные для почв. Следовательно, подчеркнута некоторая условность рассмотренных почвенных характеристик.

В связи с актуальностью номенклатурного обозначения антропогенно преобразованных почв, проанализирована их классификационная принадлежность, согласно авторской разработке «Почва, город, экология» (1997).

Почвы микроразнообразия С ландшафтов (*солончаки, аллювиальные слоистые, аллювиальные лугово-болотные*) обнаруживают ряд общих характеристик, что проявляется в неоднородном гранулометрическом составе, отражающим слоистость их профиля; наличии погребенных горизонтов. Четко прослеживается тенденция преобладания песчаных фракций во всем профиле

или в отдельных горизонтах. Характерной особенностью подобного рода ландшафтов является близкое залегание грунтовых (озерных, речных) вод, которые поставляют вещества, вымытые из коры выветривания и почв водораздельных пространств.

Подчеркнуты различия почв, развитых на речном и озерном аллювии, поскольку во втором случае особую роль играет прибойный процесс, способствующий поступлению органики с волнами, что делает *аллювиальные слоистые* (озерные) почвы отличными от пойменных. К тому же, прибойные явления могут способствовать размыву и разрушению береговой зоны. Аллювиальный озерный материал отличается от речного меньшей окатанностью, наличием граней и ребер, что связано с разбивающим действием волн. Связь с водами озер различной минерализации часто направляет процесс почвообразования в сторону солончакового режима.

Ионный состав воды озера, отраженный в составе водной вытяжки *солончаков*, претерпевает некоторые изменения, связанные с сопряжением их с ландшафтами более высоких гипсометрических уровней. Причем, для северных и южных экспозиций склонов эти трансформации различны (табл. 4), что определено дополнительно направлением преобладающих ветров, способствующих переносу солей с поверхности водоема в виде брызг, неравномерным прогревом склонов, разностью их крутизны.

Таблица 4 – Состав водной вытяжки типичных солончаков

Горизонт	Σ солей, %	Мг*экв/100 г почвы						
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
р. 6-99, южный берег озера северная экспозиция								
Корка	3,98	11,00	24,93	11,70	4,37	11,00	0,42	40,58
Ik	0,45	2,00	4,85	0,57	0,62	1,00	0,42	6,62
IIk	0,46	3,00	4,47	0,57	0,62	1,00	0,83	6,83
IIIk	0,40	2,3	3,44	0,57	0,83	0,67	0,42	6,05
р. 7-99, северный берег озера южная экспозиция								
Корка	7,08	24,00	37,20	38,19	20,50	4,88	96,75	18,26
Ik	1,36	Нет	1,08	3,44	16,00	1,45	2,60	16,47
IIk	0,28	-	0,87	0,55	3,00	0,30	0,45	3,67
IIIk	0,43	-	0,97	0,89	4,50	0,56	0,57	5,23
IVk	1,29	-	1,13	1,28	16,25	0,48	2,47	15,71

В целом, подчиненные позиции наиболее низких гипсометрических уровней (прибрежная зона) служат конечным резервуаром для мигрирующих веществ, которые осаждаются на многочисленных геохимических барьерах. Главенствующая роль в миграции принадлежит легкорастворимым солям.

Связь почв микроразновидностей дополнительно определена склоновыми и интенсивными аэральными перемещениями мелкозема.

Глава 5. Геохимическая дифференциация почв озерной депрессии

Обсуждаются результаты исследований элементного состава и его особенностей, а также рассматривается геохимическая специфика почв и факторы, ее определяющие.

Исходя из результатов полуколичественного эмиссионного спектрального анализа (ПЭСА) выявлено, что для исследуемой территории характерно наличие в рассеянном состоянии Ga, Be, Sn, Ag; в околокларковых значениях Y; значительно превышают среднее количество Sr, Li, As, Mo, Sc. Тенденция к повышенному содержанию последних может быть связана с металлогенической специализацией Назаровско-Минусинской котловины. Ta, Ce, La, W, Cd, Sb, Bi – не обнаружено.

Огромное значение для использования почв в качестве угодий имеет оценка степени обеспеченности химическими элементами (в т.ч. ТМ - тяжелыми металлами). Для этого была использована шкала, предложенная для пахотных горизонтов (Экогеохимия Западной Сибири, 1996), в связи с чем, оценено состояние пахотных черноземов. При сопоставлении с данными для почв Хакасской провинции по Ю.Г. Покатилову (1992) определено, что для большинства почв содержание элементов близко к провинциальным. Исключение составляют V, Ni (их количество выше), что, видимо, является отличительной особенностью почв изучаемой территории.

Кроме естественного содержания ТМ, значительное их количество поступает за счет процессов как глобальных, так и региональных, связанных с деятельностью человека. В связи с этим отмечены превышения по Zn в искусственно аккумулятивной почве, по сравнению с его средним содержанием в черноземах, что связано с геохимическим составом золы, формирующей насыпные горизонты.

При сравнении с ОДК_{почв} поверхностных горизонтов почв было установлено, что среднее содержание ТМ в большинстве случаев не превышает установленных норм. Исключение составляют V – до 2 ОДК, Mo – до 1,67 ОДК (в большинстве образцов) и As: 10-50 ОДК (в части образцов).

Повышенное количество Mo характерно для всей территории, что связано с аккумулятивной позицией степей по отношению к лесостепным и лесным территориям более крупных депрессий (Чулымо-Енисейской котловины, Назаровско-Минусинской впадины) с максимальными значениями в аккумулятивной позиции (солончаки), а также для почв, находящихся под активным влиянием антропогенного фактора. Ванадий заимствован из коренных пород в процессе почвообразования. Что касается мышьяка, то в некоторых работах отмечены повышенные концентрации этого элемента в почвах Ширинского района, что связывается с антропогенным фактором (Архипов А.Л., Полех Н.В., 1998).

Любые загрязнители опасны тем, что включаются в природные циклы миграции веществ. В связи с этим встает вопрос о буферных возможностях почв по отношению к ТМ. Пользуясь градациями, предложенными В.Б. Ильиным и А.И. Сысо (2001), было определено, что инактивирующие способности почв, в пределах озерной котловины, заметно отличаются. Выяснилось, что максимальной буферностью обладают почвы микрзоны Э ландшафтов, благодаря высокому содержанию физической глины, органического вещества, карбонатов, а также щелочной реакции среды. Почвы Т и ТА ландшафтов обладают меньшими способностями к нейтрализации ТМ, в основном, за счет меньшего количества гумуса. В пределах этих групп ландшафтов наиболее ярко прослеживается негативное влияние антропогенного фактора, под действием которого изменяются свойства почв, и, как следствие, снижается их защитный потенциал. Оценить достоверно возможности почв С ландшафтов не представляется возможным из-за отсутствия данных по содержанию Fe_2O_3 в солончаках и аллювиальных слоистых примитивных почвах Хакасии. Однако допустимо сравнить доленое участие отдельных свойств, что позволяет, несмотря на высокую буферность лугово-болотной почвы, складывающуюся из значительного количества гумуса, омергелеванности профиля, немалого содержания физической глины, предположить низкую способность к нейтрализации ТМ солончаков и аллювиальных слоистых почв.

Для устойчивости почв по отношению к влиянию человека важны не только вышеприведенные свойства (Петров К.М., 1994). Общая устойчивость почв исследуемой территории снижается за счет присутствия почв с неполноразвитым профилем; в связи с высокой каменистостью почвенного покрова в целом; низкой оструктуренностью; нарушением растительного покрова, связанным с использованием почв в качестве сельскохозяйственных угодий.

Изучение содержания элементного состава в совокупности с исследованием свойств почв предполагает, как правило, значительное количество результатов, обобщение и обработка которых, при существовании единой тенденции количественного описания изучаемых объектов и явлений, помогает в решении теоретических вопросов почвоведения.

Установлено, что переменные имеют математическое распределение параметров отличное от нормального, из чего был сделан вывод о необходимости использования непараметрических методов обработки данных.

Для сравнения преобладания тех или иных связей между почвенными и геохимическими переменными, были выделены группы: почвенные горизонты и ландшафтные зоны, и рассчитаны значения коэффициента корреляции по Спирмену (r_s).

Согласно расчетам для почвенных горизонтов можно утверждать, что большая часть химических элементов в почвах (Mn, V, Ni, Co, Li, Yb, Cu, Be, Sc) находится в сорбированном виде и связана с тонкодисперсными фракциями. Связь Sr с потерей от HCl обусловлена его приуроченностью к карбонатным минералам. Для ряда элементов, с глубиной, возрастает роль их связи с физическим песком, что, возможно, определено их вхождением в состав литоморфов (Ba, Yb, Ga, Pb, Be, Sn). Наличие положительных значимых связей с фракциями гранулометрического состава подтверждает минеральное происхождение микроэлементов, связь с физическим песком подчеркивает их непедогенный генезис.

Для групп объектов, разбитых по принципу ландшафтного деления, отмечается следующее: в автоморфных Э ландшафтах большую роль, как сорбент элементов, играет фракция пыли (для всего набора горизонтов), особенно мелкой (r_s до 0,91), что характерно для следующих элементов: V, Ni, Co, Nb, Li, Yb, Ga, Cu, Pb, Zn, Be, Sc, Sn, Ag. Этот факт говорит в пользу аэральной миграции микроэлементов с пылевыми частицами. Для почв Т и ТА ландшафтов прослеживается положительная связь геохимических элементов в основном с илом, физической глиной и гумусом. На количественный элементный состав группы почв С ландшафтов значительное влияние оказывают физический песок (как «+», так и «-» связи) и pH.

Использование в геохимии методов корреляционного анализа позволяет охарактеризовать на основе корреляционной связи между химическими элементами особенности генезиса некоторых геохимических образований. В условиях сухих степей для вторичных аккумуляций на испарительных барьерах характерно усиление рудных аномалий ТМ (Cu, Zn, Ni, Co и др.). Однако это происходит не всегда, условия, в которых осуществляется испарительная концентрация элементов, недостаточно ясны; предположительно Cu, Pb, Zn могут накапливаться только в определенных границах pH: Cu<7,0; Pb<7,2; Zn<7,5 (Батулин С.Г., 1962). В работе М.А. Глазовской (1988) отмечается, что в аридных ландшафтах при отсутствии или малом количестве в водах органического вещества, большинство 18-электронных элементов (которые часто называют ТМ) в щелочной среде не образуют растворимых соединений, они слабо подвижны и ведут себя как типичные катионогенные элементы, для миграции которых благоприятны кислые среды. Для определения относится ли аномалия элемента к аккумуляции на испарительном барьере, определяется величина r_s между искомым элементом и стронцием (Sr является надежным индикатором испарительных аномалий в аридных условиях). При незначительном r_s , испарительная природа аномалии химического элемента не подтверждается, или удостоверяется при значимом r_s (Соловов А.П., Матвеев А.А., 1985). В данном случае на исследуемой территории бассейна озера Ширы испарительная природа тяжелых металлов не подтверждена, что

прослеживается в их незначительном количественном присутствии в корках солончаков, где рН превышает 7,5 единиц.

Среди многих методов математической статистики, решению задач, связанных с исследованиями геохимических переменных, соответствуют методы классификации и снижения размерности. В данной работе используются классификации: иерархическая агломеративная (кластер-анализ), и неиерархическая дивизимная (метод К-средних). Для применения этих методов были выбраны черноземы, как наиболее соответствующие докучаевскому понятию почв. При использовании всех (24) геохимических переменных, определенных методом ПЭСА, в классификацию методом К-средних (близость горизонтов) достоверно входит всего пять: Ti, Mn, Zr, Sc и Sn (с максимальными значениями). Остальные оказались малоинформативными, использование их в анализе ухудшает качество классификации за счет повышения уровня «шумов» (Айвазян С.А., 1985), однако централизованного метода удаления малоинформативных признаков для непараметрических данных нет. Далее в работе была использована группа переменных, сформированная на основе литературных источников, относящаяся к тяжелым металлам. Из объектов созданы выборки, соответствующие почвенным горизонтам: А, В и С. Наиболее ярко при этом была раскрыта близость горизонтов, относящихся к материнским породам (рис. 3).

Наследование почвой особенностей микроэлементного состава почвообразующей породы прослеживается в группах горизонтов А и В по устойчивым ядрам: 10-99, 5-00, 9-99 (красноцветы) и 17-99, 18-99 (некрасноцветы) (рис. 4). Неустойчивые горизонты почв (например, р. 13-99), которые мигрируют из одной группы в другую, подтверждают принос ТМ с гранулометрическими составляющими, затушевывающими прямое влияние почвообразующих пород.

Для исследования структуры групп, путем последовательного разбиения на кластеры, был применен метод К-средних. В классификации каждого объединения горизонтов (А, В, С) достоверно участвуют от 2 до 4 из выбранных переменных.

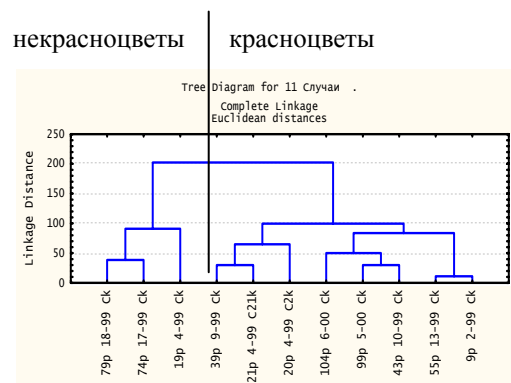


Рисунок 3 – Объединение горизонтов почвообразующих пород черноземов

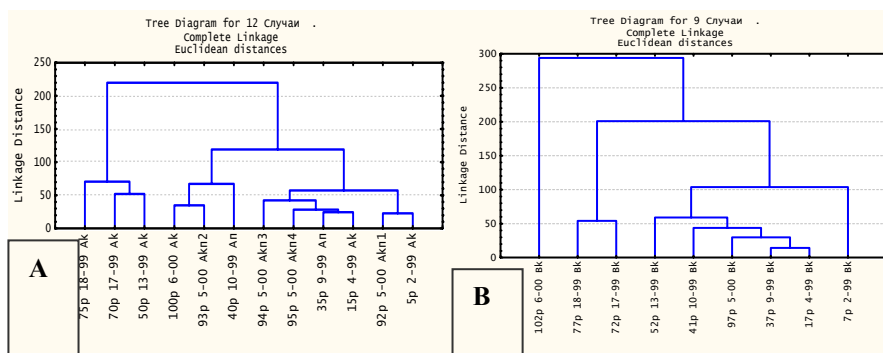


Рисунок 4 – Объединение горизонтов А и В

При дроблении группы С выявлено, что общность неяркочетных пород достаточно устойчива, и первоначальное расхождение происходит среди яркочетов, что говорит о переменном содержании ТМ внутри этой группы, которые, в целом, обеднены ванадием, хромом, никелем, свинцом, цинком, медью (Мананков А.В., Парначев В.П., Ильчибаев Ю.И. и др., 1994).

Выводы

1. Специфичность условий почвообразования исследуемой озерной котловины находит свое отражение в формировании микрзон, которые связаны сопряженными рядами почв. Соотношение выделенных микрзон соответствующих элювиальному, трансэлювиальному (+ трансэлювиально - аккумулятивному), супераккумулятивному и субаккумулятивному ряду ландшафтов в пределах бассейна, составляет в %: 5,82:66,91:11,20:16,07. Общая геометрическая форма микрзон носит кольцевой характер. Монолитность протяжения их в горизонтальном направлении не является единственным характерным вариантом, свойственным для озерных водосборных впадин, возможна некая прерывность, что связано с историческими условиями формирования.

2. Почвенный покров водосборной котловины озера представляет собой сочетание неполноразвитых почв вершин водораздела с комплексом почв транзитных и транзитно-аккумулятивных позиций (среди которых преобладают черноземы южные), и аллювиальных почв приозерного понижения. Генетико-геометрическая форма почвенных комбинаций - пятнисто-кольцевая и серповидная озерно-депрессивная.

3. Свойства почв в пределах отдельных микрзон сильно варьируют, что связано с природными (экспозиция, длина склона, направление ветра и др.) и

антропогенными (целина, с/х угодия и др.) факторами. Выражается это в различном количестве органического вещества, тонкодисперсных фракций в органоминеральных горизонтах, глубине залегания в профиле максимума карбонатов, наличии легкорастворимых солей (для черноземов), количестве легкорастворимых солей, их составе (для солончаков) и т.д. Трансформация компонентного состава микрочастиц в современных условиях определяется, в основном, влиянием человека.

4. Отличающиеся условия формирования почв разных гипсометрических уровней обуславливают контрастность их свойств в пределах одной таксономической единицы. Исследование этого факта на примере автономных и гетерономных неполноразвитых степных почв котловины послужило обоснованием их классификационного разделения.

5. Для почв исследуемой территории характерно повышенное (по отношению к кларкам земной коры и почв) содержание некоторых элементов: Sr, Li, Mo, Sc.

Среднее содержание тяжелых металлов в большинстве случаев не превосходит установленных норм. Превышения известных ОДК_{почв} характерно для большинства образцов по V и Mo и частично - по As.

Наличие значительных количеств этих элементов связано с металлогенической специализацией Назаровско-Минусинской котловины и с аккумулятивной позицией степей по отношению к лесостепным и лесным территориям более крупных депрессий (Чулымо-Енисейской котловины и Назаровско-Минусинской впадины).

6. С тонкодисперсными гранулометрическими фракциями связана большая часть химических элементов в почвах (Mn, V, Ni, Co, Li, Yb, Cu, Be, Sc), что подтверждает их минеральную природу.

Генезис Mn, Co, Ni, Cu, помимо наследования из пород, определен органомным накоплением.

Корреляция Sr с величинами потери от HCl и CO₂ карбонатов обусловлена его приуроченностью к карбонатным минералам.

7. Латеральная миграция микроэлементов в пределах озерного бассейна преимущественно осуществляется посредством их транспортировки с гранулометрическими частицами. Подобное перемещение может приводить к маскировке наследного влияния почвообразующих пород, элементное содержание в которых пространственно неоднородно.

Участие тяжелых металлов в испарительной концентрации на исследуемой территории не подтверждено.

8. Буферная способность почв озерной депрессии характеризуется от повышенной до очень высокой (по общепринятым критериям), однако, общий защитный потенциал территории, определенный дополнительными факторами (присутствие почв с неполноразвитым профилем, низкая оструктуренность, общая каменистость почвенного покрова, нарушение растительного покрова, влияние человека), занижает данную оценку.

Различия в инактивирующих способностях почв ландшафтных микрон озерного бассейна определяется, в основном, переменными количествами гумуса и физической глины, а также мощностью почвенных профилей.

9. В пределах трансэлювиального и трансэлювиально - аккумулятивного ландшафтов ярко прослеживается негативное влияние антропогенного фактора, под действием которого изменяются свойства почвы, и, как следствие, снижается их защитный потенциал.

Возможности почв супераккумулятивных ландшафтов в отношении устойчивости к тяжелым металлам сильно варьируют в зависимости от их свойств.

Список опубликованных работ

Шамшаева В.Ф., Бахмат А.В. (Родикова А.В.) Гидроморфные почвы заповедника «Чазы» (участок озеро Беле) // Экология Южной Сибири – 2000: Мат-лы конф.– Абакан: ГУ, 1997. – С. 113.

Родикова А.В. Почвенный покров водосборного бассейна озера Шира: особенности, использование, проблемы // Экология Южной Сибири – 2000.: Мат-лы конф.– Красноярск: Красноярский гос. ун-т., 2000. - Т2. – С. 38-39.

Кривенко О.А., Родикова А.В., Соловьева Т.П. Свойства южных черноземов водосборной котловины озера Шира // Геоэкологические проблемы почвоведения и оценки земель: Мат-лы междунауд. науч. конф. – Томск: ТГУ, 2002. - Т.2. – С. 298.

Шамшаева В.Ф., Родикова А.В., Архипова Н.В. Распределение микроэлементов в сопряженных ландшафтах степной зоны Хакасии // Геоэкологические проблемы почвоведения и оценки земель: Мат-лы междунауд. науч. конф.– Томск: ТГУ, 2002. - Т. 2. – С. 407-411.

Родикова А.В. Солончаки котловины озера Шира. // Вопросы географии Сибири. - Томск: Томский государственнй университет, 2003. - Вып. 25. - С. 181-183.

Огородников А.В., Родикова А.В. Почва как рекреационный ресурс // Вестник Томского государственного университета. - Томск: ТГУ, 2005. - С. 153-155.

Соловьева Т.П., Родикова А.В., Щеголихина О.А. Засоленные почвы приозерной котловины озера Шира // Природные условия, история и культура западной Монголии и сопредельных регионов: Мат-лы VII междунауд. науч. конф.– Кызыл: Тув. ИК ОПР СО РАН, 2005. – Т.1. – С. 289-292.

Родикова А.В. О происхождении и свойствах солончаков Хакасии // Вестник Томского государственного университета.– Томск: ТГУ, 2007.– Вып. 305. – С. 208-211.