

На правах рукописи



Лигаева Надежда Анатольевна

**ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПОДТАЙГИ ПРЕДГОРИЙ
ВОСТОЧНОГО САЯНА**

Специальность 25 00 23 – физическая география и биогеография,
география почв и геохимия ландшафтов

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук



Барнаул 2007

Работа выполнена на кафедре физической географии Красноярского государственного педагогического университета им. В П Астафьева

Научный руководитель	доктор географических наук, профессор Виталий Петрович Чеха, доктор географических наук, доцент Галина Юрьевна Ямских
Официальные оппоненты	доктор географических наук, профессор Феликс Николаевич Рянский кандидат географических наук Ирина Викторовна Борисова
Ведущая организация	Институт водных и экологических проблем СО РАН, г Барнаул

Защита диссертации состоится «25» мая 2007 г в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 212 005 06 в Алтайском государственном университете по адресу 656049, г Барнаул, пр Ленина, 61, Алтайский государственный университет

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Алтайского государственного университета

Ваши отзывы (в 2-х экз , заверенных печатью) просьба направлять по адресу 656049, г Барнаул, пр Ленина, 61, АГУ, географический факультет, факс (3852) 667626, E-mail adv@geo.asu.ru ученому секретарю диссертационного совета

Автореферат разослан «25» апреля 2007 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат географических наук

В П Галахов

Актуальность исследований. Вопрос выделения подтаежной зоны на территории Средней Сибири до настоящего времени остается дискуссионным. Отсутствует единое понимание того, насколько она представляет собою целостное географическое образование и каковы характерные ее признаки. Отсутствие этих данных обусловлено, прежде всего, слабой изученностью, а также отсутствием специальных исследований подтаежных ландшафтов. Одним из основных диагностических показателей ландшафта выступает почвенный покров, который является функцией всех факторов окружающей среды и содержит сведения о межкомпонентных экологических связях.

Несмотря на наличие почвенных исследований подтайги, примыкающей с севера к Красноярской лесостепи (Е.Н. Красеха, Т.М. Корсунова, 1985) и к Канско-Рыбинской котловине (В.Н. Горбачев, Э.П. Попова, 1992), изученность почвенного покрова северо-западных отрогов Восточного Саяна остается крайне слабой. Таким образом, изучение почв подтаежных ландшафтов представляется весьма актуальным как в теоретическом, так и в практическом отношениях.

Распределение микроэлементов по различным компонентам экосистем является важным показателем, характеризующим характер и направленность почвенно-геохимических процессов. Вместе с тем, знание только величин содержания химических элементов в природных объектах не позволяет делать точных заключений о направлении процессов, сопровождающихся накоплением и выносом элементов, происходящих в ходе почвообразования. Использование ряда ландшафтно-геохимических коэффициентов позволяет изучить особенности миграции элементов в почвах, сформировавшихся в подтаежной подзоне предгорий Восточного Саяна с учетом климато-гидрологических и литологических особенностей территории.

Цель исследования. Выявить зональные особенности почвенного покрова подтаежной зоны предгорий и низкогорий северо-западных отрогов Восточного Саяна.

Задачи исследования:

1. Охарактеризовать природные условия подтаежных ландшафтов.
2. Определить генетические типы почв, сформировавшихся в подтаежной зоне.
3. Изучить основные макроморфологические и физико-химические свойства почв.
4. Выявить динамику радиального распределения микроэлементов в почвах подтайги и установить ряды радиальной миграции.
5. Проанализировать характер дифференциации элементов в геохимически сопряженных подтаежных ландшафтах.

Научная новизна. Изучены и классифицированы основные типы почв, формирующихся на территории подтайги предгорий Восточного Саяна. Установлено, что серые лесные и светло-серые лесные почвы занимают элювиальные, трансэлювиальные и трансаккумулятивные позиции, темно-серые лесные, дерново-подзолистые почвы и черноземы обыкновенные

развиваются в трансэлювиальных, трансэлювиально-аккумулятивных и трансаккумулятивных ландшафтах. Результаты морфологических, физико-химических и геохимических исследований указывают на своеобразии формирующихся почв подтайги.

Впервые для данной территории изучена динамика распределения микроэлементов в почвах. Установлены особенности миграции элементов в подтаежных ландшафтах. Характер дифференциации элементов в ландшафтно-геохимических сопряжениях предгорий Восточного Саяна установлен на основе расчета коэффициентов радиальной и латеральной миграции.

Защищаемые положения

- 1 Подтаежные ландшафты Средней Сибири являются самостоятельным зональным подразделением умеренного пояса с своеобразным сочетанием различных природных характеристик
- 2 Почвы, сформированные в подтаежной зоне предгорий Восточного Саяна на основе макроморфологических свойств классифицируются как серые лесные (светло-серые и темно-серые), дерново-подзолистые и черноземы обыкновенные. По результатам морфологических, физико-химических и геохимических исследований установлено, что данные типы почв не имеют существенных отличий от аналогичных в других подтаежных районах Сибири.
- 3 Характер латеральной и радиальной дифференциации элементов в исследуемых ландшафтно-геохимических сопряжениях территории предгорий Восточного Саяна различен, что связано с разнообразными климато-гидрологическими условиями и литологической неоднородностью исследуемой территории.

Практическая значимость. Результаты исследования почвенного покрова подтаежных ландшафтов могут быть использованы для разработки мероприятий по рациональному природопользованию в рамках устойчивого развития подтаежных экосистем и сохранения биоразнообразия. Данные о микроэлементном составе почв могут быть использованы при решении задач фонового геохимического мониторинга.

Результаты исследований используются при чтении курсов «География почв», «Почвоведение», «Физическая география России» для студентов географического факультета Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева.

Фактический материал и методы исследования. Основной объем фактического материала, который положен в основу работы, получен автором. В ходе полевых исследований проведено детальное морфологическое описание почвенных разрезов. Почвенные образцы, взятые из разных генетических горизонтов почв, были подвергнуты гранулометрическому, химическому и физико-химическому анализу. Работы выполнялись лично автором и в ФГУ ГЦАХС «Красноярский». Валовые N, P, K определялись пламенно-фотометрическим методом мокрого озоления (Аринюшкина, 1970), подвижные P₂O₅, K₂O по методу Кирсанова. Физико-

химические свойства почв определены стандартными физико-химическими методами. Содержание микроэлементов определялось нейтронно-активационным методом (прибор ДТДК-50) (Кузнецов, 1974, Нейтронно-, 1984) в лаборатории Томского политехнического университета.

Апробация работы. Материалы, представленные в диссертации, докладывались на региональных, российских, международных конференциях и симпозиумах Международной научно-практической конференции «Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем», Иркутск, 2001; Научно-практической конференции «Экология Южной Сибири», Абакан, 2001, VII Всероссийской научно-практической конференции «География на службе науки и образования», Красноярск, 2001, Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Достижения науки и техники - развитию сибирских регионов», Красноярск, 2001, Научно-практической конференции «Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий», Барнаул, 2005, XII Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов- 2005», г Москва, 2005, Всероссийской научной конференции «Современные проблемы почвоведения и оценки земель Сибири», посвященной 75-летию со дня основания кафедры почвоведения Томского государственного университета, Томск, 2005, Межрегиональной научно-практической конференции «Объединение субъектов Российской Федерации и проблемы природопользования в Приенисейской Сибири», Красноярск, 2005, Научно-практической конференции с международным участием, посвященной «Дню Земли», Красноярск, КГПУ, 2006, Всероссийской конференции с международным участием «Биоразнообразие экосистем внутренней Азии», Улан-Удэ, 2006, II Международной научно-практической конференции «Почва как связующее звено функционирования наземных экосистем», Иркутск, 2006.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 работ

Объем и структура работы: Диссертация состоит из 4 глав, введения, заключения. Список литературы включает 145 источников. Работа изложена на 151 странице, содержит 17 таблиц, 48 рисунков и приложения.

Автор выражает глубокую благодарность своим научным руководителям д.г.н., профессору В.П. Чеха и д.г.н. Г.Ю. Ямских за ценные советы и замечания, поддержку и внимание. Также автор благодарит за содействие сотрудников кафедры физической географии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева и сотрудников кафедры эволюционного ландшафтоведения и исторической геоэкологии Института естественных и гуманитарных наук СибФУ.

ГЛАВА 1. ПОДТАЕЖНЫЕ ЛАНДШАФТЫ: ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ, ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

В главе рассматриваются различные подходы и история выделения подтайги. Впервые противопоставление темнохвойных бореальных сомкнутых лесов сосновым борам, лиственничным, сосновым и

мелколиственным лесам провел в 1898 году П. Н. Крылов. Впоследствии для указанных лесов в геоботанической литературе появился термин «подтайга» и его синонимы – «подтаежный лес», «гемибореальный» или «полубореальный лес». Подтайга в пределах таежной зоны Сибири была выделена впервые на Обь-Иртышском междуречье Б. Н. Городковым (1916). Первыми исследователями подтаежной зоны как особой зональной геосистемы в пределах юга Средней Сибири являлись геоботаники (Сочава 1969, 1972, 1980, Куминова, 1971). Они характеризовали подтайгу как ареал распространения определенного видового состава растительности. Более поздние исследования проводили почвоведы, используя при выделении подтайги отдельные природные компоненты (растительный и почвенный покров), а не их комплекс (Горшенин, 1952, Градобов, Коляго, 1958, Коляго, 1954, 1958, 1961; Крупкин, 1976, 2002). Физико-географы рассматривали подтайгу как тип ландшафта, характеризующийся своеобразным сочетанием компонентов природной среды (Пармузин, Кириллов, Щербаков, 1962, Сергеев, 1971). По их мнению, зональными здесь являются сосновые и березовые травянистые леса с островами луговых степей. Преобладающими являются дерново-подзолистые, серые лесные почвы и выщелоченные черноземы. Современные исследования, проводимые на территории юга Средней Сибири также подтверждают наличие подтайги (Бессолицина, Какарека и др., 1991, Нечаева, 2001; Ермаков, 2003, Дробушевская, 2006). Таким образом, весь рассмотренный материал подтверждает наличие подтайги как природной зоны в пределах юга Средней Сибири. По нашему мнению это также тип ландшафта, представляющий собой ряд соподчиненных геосистем, характеризующихся наличием мелколиственно-хвойных, мелколиственных и светлохвойных лесов с хорошо развитым травяным ярусом («травяные леса») на серых лесных, дерново-подзолистых почвах.

ГЛАВА 2. РАЙОН, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследования охватывает северо-западные предгорья Восточного Саяна (рис 1)

Объектом исследования явился почвенный покров подтайги. Проведен анализ географических закономерностей распространения почв в связи со сменой в пространстве факторов почвообразования. Для исследования почвенного покрова предгорий Восточного Саяна был заложен ряд почвенно-геоморфологических профилей, с таким расчетом, чтобы оценить не только характер почв водораздельных поверхностей на различных высотных уровнях, но и на склонах различной крутизны и экспозиции, при неодинаковых характеристиках ландшафтов.

Изучение мезоструктур почвенного покрова проводилось методом катен. Ключевые почвенные разрезы закладывались до глубины почвообразующей породы. Одной из основополагающих научных концепций русского почвоведения служит положение о том, что морфология почвы –

это концентрированное отражение ее генезиса и истории развития. Исследования морфологии почв позволяют получить первоначальное представление об их составе, режимах и протекающих в них процессах (Розанов, 2004).

В ходе работы проведено детальное морфологическое описание почвенных разрезов. Почвенные образцы, взятые из разных генетических горизонтов были подвергнуты гранулометрическому, химическому и физико-химическому анализу. Работы выполнялись лично автором и в ФГУ ГЦАХС «Красноярский».

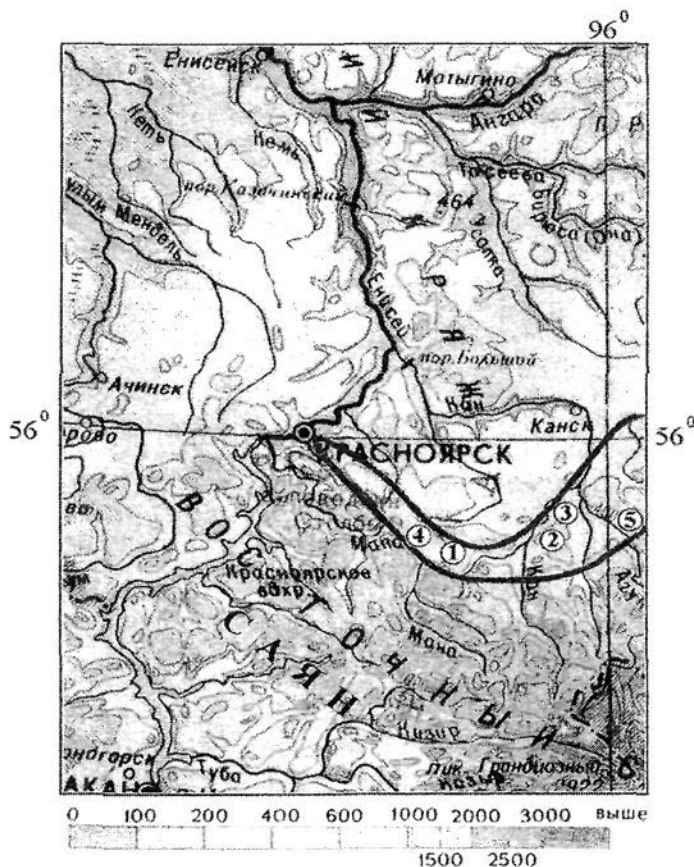


Рис.1. Карта-схема района исследований. 1, 2, 3, 4, 5 – почвенно-геоморфологические профили

При выполнении анализов определялись основные показатели: валовые N, P, K – пламенно-фотометрическим методом мокрого озоления (Аринушкина, 1970) Физико-химические свойства почв определены стандартными физико-химическими методами

Распределение химических элементов по различным компонентам экосистем является важным показателем, характеризующим характер и направленность почвенно-геохимических процессов (Богатырев и др, 2003) Для анализа особенностей миграции микроэлементов необходимо применять ряд ландшафтно-геохимических коэффициентов элювиально-аккумулятивный Кэа, показывающий соотношение содержания элемента в горизонте почв и в почвообразующей породе, коэффициент местной миграции Км (соотношение содержания элемента в подчиненных фациях и в автономных условиях) (Глазовская, 1964, Перельман, Касимов, 2000) Содержание микроэлементов исследовалось нейтронно-активационным методом (прибор ДТДК-50)(Кузнецов, 1974; Нейтронно-, 1984) в лаборатории Томского политехнического университета

Методологической базой геохимии ландшафтов является системный подход, в основе которого сопряженный анализ химического состава компонентов ландшафта и связей между ландшафтами Среди природных ландшафтно-геохимических систем по уровням организации и тесноте обратных связей выделяются элементарные (ЭЛГС) и каскадные (КЛГС) (Глазовская, 1969) В методическом отношении выделяются два уровня организации каскадных систем – локальный и региональный Локальные КЛГС совпадают с водосборными бассейнами первого порядка площадью до нескольких км² и соответствуют понятию местный геохимический ландшафт Пространственная структура подобных систем отражается в катенарной дифференциации элементарных ландшафтов в положении на склоне, в условиях дренажа, в характере субстрата, в особенностях склонового, внутрисочвенного и грунтового стока и связанной с ними дифференциацией почв и растительности (Гаврилова, Касимов, 1989)

ГЛАВА 3. ПРИРОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДТАЙГИ ПРЕДГОРИЙ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Район исследования представляет северо-западные холмисто-низкогорные увалистые отроги Восточного Саяна и является переходным от Канско-Рыбинской равнины к Восточному Саяну В тектоническом плане территория находится на стыке южной части Сибирской платформы и примыкающей к ней геосинклинальной Саянской области Палеозойские отложения развиты в области горного обрамления Наиболее широкое распространение имеют отложения девонской системы Они представлены чередованием песчаников, мергелей, аргиллитов, известняков и конгломератов коричнево-красных, розово-красных тонов В меньшей степени развиты фиолетовые, зеленые, серовато-белые и белые цвета Эти отложения относятся к быскарской, оклерской, карымовской, павловской,

кунгуской свите Незначительное распространений имеют юрские отложения На юге района исследования распространены протерозойские отложения (бирюсинская, дербинская, жийминская, урманская, манская, бахтинская свиты), представленные преимущественно метаморфизированными осадочными и вулканическими породами Четвертичные отложения имеют практически повсеместное развитие Они представлены склоновыми отложениями, суглинками, супесями с примесью щебенчатого материала Мощность отложений в верхних частях большинства склонов обычно не превышает 1,5 м К подножью склонов мощность увеличивается до 3-5 м, а щебнистость уменьшается Рельеф низкогорный, холмистый эрозионно-денудационный Абсолютные высоты возрастают с запада на восток от 300 до 1200 м В лесостепном направлении они уменьшаются

Исследуемая территория находится на стыке Западно-Сибирской Восточно-Сибирской и Центрально-Азиатской климатических областей Такое положение определяет сложность формирования климата Климат в целом резко континентальный, умеренно холодный с достаточным увлажнением С точки зрения условий почвообразования большое значение имеет безморозный период, продолжительность которого равна 170 дней в западных районах и 180 дней в восточных Период с температурой выше 5°C продолжается 140-146 дней Климат подтайги отличается от прилегающей с севера лесостепи Об этом свидетельствует меньшая амплитуда годовых температур Таким образом, климат подтайги предгорий Восточного Саяна, сохраняя свойственную югу Средней Сибири континентальность, оказывается более мягким, по сравнению с климатом прилегающей лесостепи и характеризуется как суббореальный семигумидный

По «Геоботаническому районированию СССР» (1947) исследуемая территория входит в состав Евразийской хвойнолесной области Восточно-Сибирской подобласти, Средне-Сибирской провинции Растительность подтайги предгорий Восточного Саяна представлена лесами, лугами и болотами Среди лесов выделяются следующие основные группы формаций светлохвойные (сосновые, лиственничные), темнохвойные долинные (еловые) мелколиственные осиновые, березовые леса

Природные факторы определили специфику почвенного покрова, состав и свойства почв, направленность почвообразовательных процессов Почвенный покров подтаежной зоны предгорий Восточного Саяна представлен зональными типами почв дерново-подзолистыми, серыми лесными почвами Последние представлены всеми тремя подтипами светло-серыми лесными, серыми лесными и темно-серыми лесными почвами

Распределение почв подтайги предгорий Восточного Саяна, наряду с зональностью, подчиняется закону аналогичных топографических рядов почв (Захаров, 1927) Его сущность заключается в том, что на возвышенных элементах рельефа в независимых ландшафтно-геохимических условиях залегают генетически и геохимически самостоятельные автономные почвы, характеризующиеся аккумуляцией в них малоподвижных продуктов

выветривания-почвообразования По мере перехода к пониженным элементам рельефа (склоны, мезо- и микропонижения) в подчиненных ландшафтно-геохимических условиях располагаются генетически подчиненные (гетерономные) почвы с аккумуляцией в них подвижных продуктов выветривания-почвообразования.

ГЛАВА 4. СВОЙСТВА ПОЧВ И ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОДТАЙГИ ПРЕДГОРИЙ ВОСТОЧНОГО САЯНА

4.1. Морфологические свойства почв

В структуре почвенного покрова подтайги предгорий Восточного Саяна имеют место следующие типы почв серые лесные почвы, дерново-подзолистые и черноземы обыкновенные

Наибольшие площади подтаежных ландшафтов заняты **серыми лесными** почвами Они распространены на склонах водоразделов различной экспозиции и крутизны под различными типами леса (светлохвойными, мелколиственными) **Серые лесные** почвы имеют следующий вид строения почвенного профиля. O-A1-A1B-Bt-BtC Большинство изученных почвенных профилей имеет слабую дифференциацию Более четкая дифференциация профиля наблюдается в том случае, когда почва развивается на относительно однородной почвообразующей породе в нижних частях склонов **Светло-серые лесные** распространены на склонах водоразделов под сосновым лесом высокотравным Светло-серые лесные почвы имеют следующее строение профиля O-A1-A1A2-A2B-B-BC-C **Темно-серые лесные** почвы занимают склоны южной экспозиции, плоские вершины водоразделов, занятые преимущественно березовыми лесами, иногда с порослью сосны и осины Этот тип почв имеет фрагментарное распространение Обобщенный профиль темно-серых лесных почв имеет следующий вид O-A1-A1B-B-BC-C **Серые лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом** имеют незначительное распространение, преимущественно по долинам балок, на плоских вершинах водоразделов под высокотравными березовыми лесами

Дерново-подзолистые почвы имеют незначительное распространение на пониженных формах рельефа, под сосновым лесом мелкозольным зеленомошно-осочковым Формируются в основном на породах легкого гранулометрического состава (супеси, легкие суглинки) Имеют слабую дифференциацию профиля Степень оподзоленности снижается в почвах, развивающихся на карбонатных почвообразующих породах При малой мощности почв формирующихся на щебнисто-дресвянистом делювии, влияние карбонатных пород особенно сильно, т к они нейтрализуют поступающие органические кислоты Почвенный профиль имеет вид O-A1-A2-A2B-BC-C

На основе результатов анализа морфологического описания почв подтайги предгорий Восточного Саяна выявлены следующие особенности Мощность органо-аккумулятивных горизонтов увеличивается от вершины склонов к его основаниям При одинаковых почвообразующих породах

наиболее интенсивно окрашены иллювиальные горизонты, в которые поступило больше органико-минеральных соединений. С глубиной окраска иллювиальных горизонтов бледнеет и минеральная масса почвы постепенно приобретает цвет почвообразующей породы, что свидетельствует о затухании внутрисочвенного выветривания в нижней части почвенного профиля. В целом почвы подтайги очень слабо дифференцированы (границы между горизонтами неясны). Дифференциация и мощность горизонтов тесно связана со степенью оподзоленности и слабо выражена у слабооподзоленных почв и более отчетливо с увеличением степени оподзоленности. Очень часто подзолистый процесс слабо проявляется морфологически даже в оподзоленных почвах (отсутствует облегченный гранулометрический состав, ореховатая структура в горизонте В). Проявляется лишь в белесой окраске оподзоленного горизонта. Для всех почв характерно развитие дернового процесса, что приводит к формированию хорошо развитого гумусового горизонта.

4.2. Гранулометрический состав почв

По гранулометрическому составу почвы подтайги предгорий Восточного Саяна классифицируются от тяжелосуглинистых до супесчаных. Их состав во многом зависит от интенсивности процессов почвообразования, геоморфологического положения и состава почвообразующих пород.

Отмечено утяжеление гранулометрического состава почв, сформировавшихся под сосновыми лесами высокотравными на глинистых почвообразующих породах, по сравнению с почвами, развивающимися на песчанках под мелколиственными лесами. В гранулометрическом составе преобладают фракции физической глины, в том числе и илистые фракции. Такие почвы имеют распространение в восточном секторе района исследования. В западном секторе распространены почвы, сформировавшиеся преимущественно под вторичными березовыми лесами на продуктах выветривания песчаников, мергелей, алевролитов. По гранулометрическому составу они классифицируются от среднесуглинистых до супесчаных разновидностей. Для почвенных профилей характерно преобладание физического песка, что свидетельствует об интенсивном физическом дроблении исходной породы и слабом химическом и биохимическом ее превращении.

В ряде серых лесных почв отмечается утяжеление гранулометрического состава в органико-аккумулятивных горизонтах. Это связано с наличием тонкодисперсного органического вещества и с внутрисочвенным выветриванием. Перераспределение фракций в ряде почвенных профилей слабо выражено. Дифференциация почвенных профилей по гранулометрическому составу зачастую обусловлена исходной неоднородностью почвообразующих пород, наличием большого количества первичных минералов и является следствием влияния геоморфологических условий. Почвы, сформированные на щебнисто-древянистой коре выветривания песчаников, мергелей и алевролитов, содержат в горизонте

ВС и С большое количество обломков горных пород. Большой дифференциацией по гранулометрическому составу отличаются почвенные профили, сформированные в долинах рек и нижних частях склонов с большим набором генетических горизонтов.

4.3. Физико-химические и химические свойства почв

Выявлено, что серые лесные почвы характеризуются следующими физико-химическими и химическими свойствами: величина водной и солевой вытяжек имеет слабнокислую и нейтральную реакцию среды (рН водной вытяжки 6,4-6,8, солевой – 5,4). Содержание гумуса в гумусово-аккумулятивном горизонте составляет 8,9-12,0%, в почвообразующей породе снижается до 0,6%. Мощность гумусового горизонта от 3 до 10 см (рис. 2).

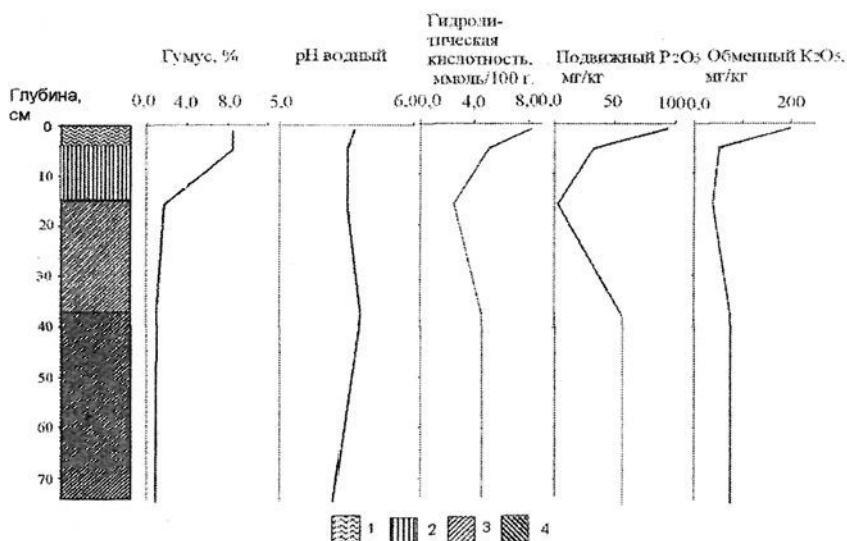


Рис. 2. Физико-химические и химические свойства светло-серой лесной почвы (разрез 6-05). 1 – А1 гумусово-аккумулятивный горизонт; 2 – А1А2 элювиальный горизонт; 3 – В иллювиальный горизонт; 4 – ВС – минеральный горизонт, переходный к почвообразующей породе.

Максимальное содержание подвижного фосфора и обменного калия отмечено в гумусово-аккумулятивном горизонте, что связано с биологическим накоплением в этом горизонте гумуса и растительных остатков, в состав которых входит также фосфор. Содержание подвижного фосфора увеличивается в почвообразующей породе, что связано с увеличением содержания полуторных окислов и магния. Содержание обменного калия снижается вниз по профилю с дальнейшим накоплением в

гор В. Содержание валового азота низкое и имеет аккумулятивный тип распределения в верхней части профиля (0,3-0,5%).

Содержание гумуса в гумусово-аккумулятивном горизонте дерново-подзолистой почвы составляет 5,0-7,0%. Реакция дерново-подзолистой почвы преимущественно слабо кислая (рис. 3). Реакция почвы, сформировавшейся на карбонатных горных породах, изменяется вниз по профилю от слабокислой до щелочной (от 5,1 до 8,8). Из обменных катионов в корнеобитаемом слое большую долю занимает кальций. В нижележащих горизонтах обменный кальций значительно повышается до 23,6 ммоль/100 г. Содержание поглощенного магния в два раза меньше по сравнению с кальцием и аналогично распределению кальция по профилю. На бескарбонатных горных породах наблюдается обедненность поглощенными основаниями горизонта А2. Повышенное содержание обменных оснований в иллювиальном горизонте по сравнению с вышележащими объясняется повышенным содержанием в этом горизонте илестых фракций. Степень насыщенности основаниями высокая. Вниз по профилю насыщенность основаниями возрастает.

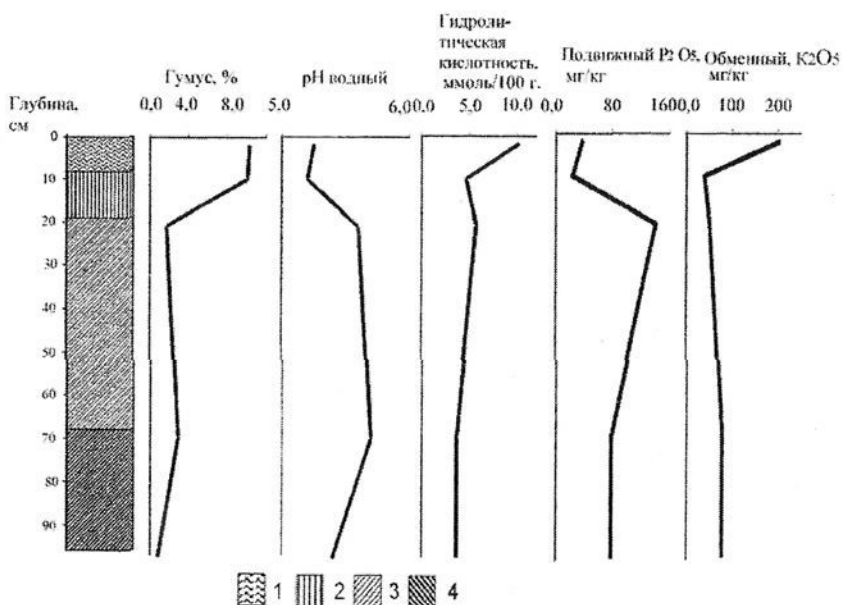


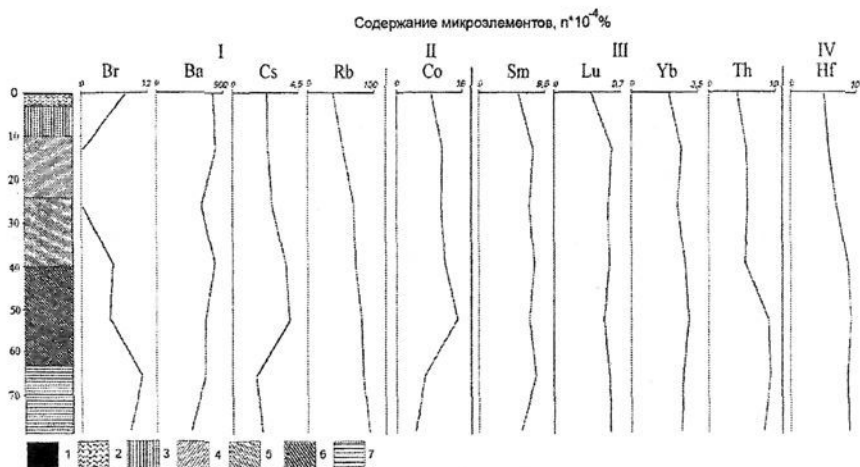
Рис. 3. Физико-химические свойства дерново-подзолистой почвы (разрез 10-05). 1 – А1 гумусово-аккумулятивный горизонт; 2 – А2 подзолистый горизонт; 3 – А2В иллювиально-подзолистый; 4 – ВС – переходный к почвообразующей породе.

Результаты определения подвижного фосфора в поверхностных горизонтах указывают на его не высокое содержание. Подзолистый горизонт обеднен кальцием и полуторными окислами, что отражается на содержании фосфора. Распределение обменного калия по профилю аналогично распределению илистых частиц, что дает основание признать большую роль тонкодисперсных частиц в поглощении калия. Распределение этих компонентов по генетическим горизонтам почвенного профиля подчеркивает наличие оподзоленности.

4.4. Микроэлементный состав почв и анализ ландшафтно-геохимических сопряжений

Первым этапом ландшафтно-геохимического анализа территории является изучение геохимической дифференциации вертикального профиля элементарных ландшафтов. Для характеристики почвенно-геохимических процессов перераспределения вещества в системе почва-порода использовались элювиально-аккумулятивные коэффициенты. Для установления основных особенностей латеральной геохимической структуры территории базовыми явились локальные каскадные системы. Латеральная структура характеризует отношения в геохимически сопряженных каскадных системах (Гаврилова, Касимов, 1989).

По данным анализа микроэлементного состава серых лесных почв, развивающихся в районе *Куражинского хребта* Восточного Саяна установлено, что в почвенном профиле элювиально-иллювиальная дифференциация наблюдается только у Br и Ba, представителей I группы



геохимической классификации элементов (рис. 4).

Рис. 4. Микроэлементный состав серой лесной почвы (Куражинский хребет)
Горизонты: 1 – O2 подстилка среднеразложившаяся; 2 – A1 гумусово-

аккумулятивный, 3 – А1В элювиально-иллювиальный, 4 – А2В переходный, 5 – В иллювиальный, 6 – ВС переходный к почвообразующей породе, 7 – С почвообразующая порода Геохимическая классификация элементов по особенностям их миграции в ландшафтах (по Перельману, 1979) I – подвижные и слабоподвижные литофильные водные мигранты, II – сидерофильные водные мигранты, III – малоподвижные и слабоизученные литофильные и сидерофильные водные мигранты, мигрирующие частично в сильноокислых и сильнощелочных водах, IV – малоподвижные и слабоизученные литофильные и сидерофильные водные мигранты, частично мигрирующие в сильнощелочных содовых водах

В серой лесной слабообразованной почве элювиального ландшафта, в горизонте А1В происходит накопление практически всех изученных микроэлементов и вниз по профилю их содержание изменяется незначительно, что объясняется автономностью данного ландшафта Почва трансаккумулятивной фации характеризуется аккумуляцией микроэлементов (за исключением Вг) в элювиально-иллювиальном горизонте А2В и на границе горизонта ВС с материнской породой, ниже их количество снижается Накопление микроэлементов в почвенных горизонтах связано с их биофильностью, сорбцией глинистыми частицами или органическим веществом (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989)

При расчете коэффициента радиальной миграции Кза для серых лесных почв, зафиксированных в районе Куражинского хребта, установлено, что в почвах, развивающихся в подчиненных ландшафтах, относящихся к трансэлювиальным и трансаккумулятивным фациям, радиальная неоднородность выражена особенно сильно по сравнению с аналогичными почвами, сформированными на элювиальных ландшафтах (табл 1) По сравнению с материнской породой в почвенном профиле этих почв повышено содержание Ва, Сs.

Таблица 1
Коэффициенты радиальной миграции микроэлементов в серой лесной почве в районе Куражинского хребта (разрез 1-03)

Горизонт	Элементы																			
	Sm	Lu	U	Yb	Br	La	Ce	Tb	Th	Cr	Hf	Ba	Sr	Cs	Sc	Rb	Ta	Co	Eu	Sb
A1	1,3	1,0	,0	1,0	0,1	1,1	0,9	1,5	0,7	1,4	0,6	,7	1,0	1,2	1,5	0,6	0,8	2,5	0,7	,0
A1B	1,2	1,0	,5	0,9	0,1	1,1	1,0	1,0	0,7	1,4	0,8	,3	1,0	1,4	1,5	0,7	0,8	2,4	0,9	,0
B1	1,3	1,0	,0	1,1	0,6	1,1	0,9	1,5	0,6	2,0	1,0	,7	1,0	1,8	1,8	0,8	1,4	2,6	1,6	41,7
B	1,2	0,9	,7	1,2	0,6	1,1	1,2	0,5	1,1	1,5	1,0	,4	1,0	2,0	2,4	0,9	2,3	3,3	1,4	,0
BC	1,4	1,0	,7	1,0	1,3	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	1,0	,4	1,0	0,8	1,4	0,9	0,1	1,5	1,4	0
C	1,0	1,0	,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0

В районе р Агул формируются дерново-подзолистые почв, профиль которых в отличие от аналогичных почв района с Благоещенка, слабо дифференцирован по содержанию микроэлементов (рис 5)

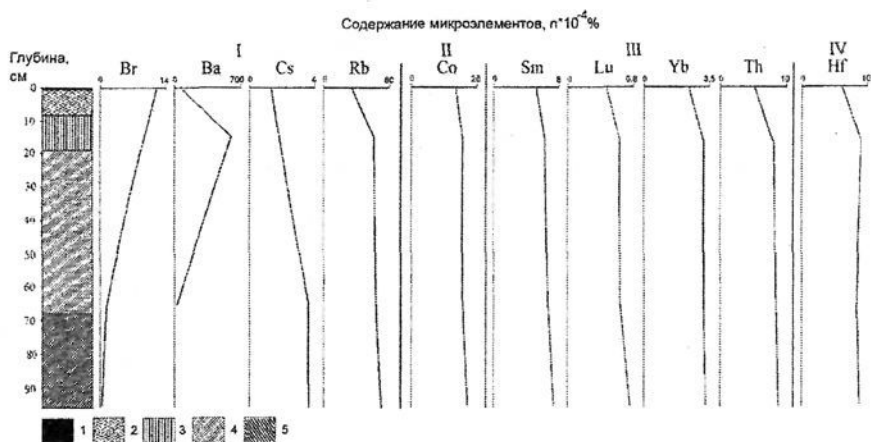


Рис. 5. Микроэлементный состав дерново-подзолистой почвы (р. Агул, разрез 10-05). Горизонты: 1 – O2 подстилка среднеразложившаяся; 2 – A1 гумусово-аккумулятивный; 3 – A2 подзолистый; 4 – A2B элювиально-подзолистый; 5 – BC- переходный. Геохимическая классификация элементов по особенностям их миграции в ландшафтах (по Перельману, 1979): I – подвижные и слабоподвижные литофильные водные мигранты; II – сидерофильные водные мигранты; III – малоподвижные и слабоизученные литофильные и сидерофильные водные мигранты, мигрирующие частично в сильноокислых и сильнощелочных водах; IV – малоподвижные и слабоизученные литофильные и сидерофильные водные мигранты, частично мигрирующие в сильнощелочных содовых водах.

По всему профилю происходит накопление большинства элементов, что может быть связано с их миграцией из верхних звеньев катены. Анализ радиальной дифференциации также показал слабую контрастность в распределении элементов по профилю, исключение составляют Se, Cs и U, которые накапливаются в иллювиальном горизонте (табл. 2).

Таким образом, установлено, что для серых лесных почв, являющихся зональными на данной территории и формирующихся как на автономных, так и на подчиненных ландшафтах, радиальная неоднородность особенно сильно выражена в содержании Br, Sr, Sb и U. Выявлено, что наиболее интенсивно в данных условиях выносятся редкоземельные и рассеянные элементы (Sm, Lu, Yb, Th и др) (табл. 3). Дерново-подзолистые почвы подтайги предгорий Восточного Саяна характеризуются элювиально-иллювиальным типом распределения микроэлементов. Анализ радиальной дифференциации элементов показал сильную контрастность в их содержании по профилю дерново-подзолистых почв. Установлено, что в этих почвах

преимущественно накапливаются Вг, Cs, Sm, Lu, Yb, те те элементы, которые выносятся из профиля серых лесных почв (табл 3) Черноземные почвы данного региона характеризуются интенсивным накоплением U и Вг, остальные микроэлементы либо слабо накапливаются, либо по большей части выносятся

Таблица 2
Коэффициенты радиальной миграции микроэлементов в дерново-подзолистой почве в районе р Агул (разрез 11-05)

Горизонт	Элементы																			
	Sm	Lu	U	Yb	Br	La	Ce	Tb	Th	Cr	Hf	Ba	Sr	Cs	Sc	Rb	Ta	Co	Eu	Sb
A1	1,4	1,1	1,0	1,2	30,0	1,2	1,6	1,2	1,2	0,9	0,8	0,1	1,0	0,9	0,9	1,3	0,5	0,8	0,6	1,0
A2	1,2	0,9	40,0	1,1	32,2	1,2	1,4	1,4	1,2	0,8	0,9	1,2	1,0	0,8	1,0	1,4	0,0	0,9	1,3	1,0
B1	1,2	1,0	64,0	1,3	14,4	1,3	1,3	1,5	1,3	0,8	1,2	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	1,1	1,0
B2ca	1,0	0,9	58,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,2	0,2	0,8	1,0	39,0
BCca	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0	1,0
Cca	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 3
Ряды радиальной миграции микроэлементов в почвах подтайги предгорий Восточного Саяна

Почвы	Накопление			Рассеяние
	сильное, $K_{ра} > 5$	среднее, $K_{ра} 2-5$	слабое, $K_{ра} 1-2$	вынос, $K_{ра} < 1$
Серые лесные слабообразованные	Вг, Ва, Та, Sb	Sr	Cr, Hf, Rb, Co	Sm, Lu, U, Yb, La, Ce, Tb, Th, Cs, Sc, Eu
Серые лесные	Sb, Ва, U	Co, Br	Sm, Lu, U, Yb, Br, La, Ce, Tb, Th, Cr, Ba, Sr, Cs, Sc, Eu	Hf, Rb, Та
Светло-серые лесные	Вг, Та, Sb		Sm, U, La, Ce, Tb, Cr, Hf, Ba, Sr, Sc, Co, Eu	Lu, Th, Cs, Rb
Темно-серые лесные	Ва, Sb		Sm, Yb, La, Tb, Hf, Sr, Та	Lu, U, Br, Ce, Th, Cr, Cs, Sc, Rb, Co, Eu
Дерново-подзолистые	Вг, Cs	Sm, Lu, Yb, La, Ce, Co	U, Tb, Th, Cr, Hf, Sc, Rb, Eu, Sb	Ва, Sr, Та
Черноземы обыкновенные	U, Br		Hf, Ba, Sr, Cs, Sc, Rb, Sb	Sm, Lu, Yb, La, Ce, Tb, Th, Cr, Та, Co, Eu

При изучении особенностей миграции элементов в ландшафтно-геохимических сопряжениях были изучены четыре катены в районе Куражинского хребта (катена № 1), в районе р Талая – склон северной экспозиции (катена № 2) и склон южной экспозиции (катена № 3) и в районе с Благовещенка (катена № 4) На всех позициях катен № 1, 2 и 3

(автономных и подчиненных) формируются только серые лесные почвы Катена № 4 характеризуется формированием серых лесных почв на автономных позициях и дерново-подзолистых в подчиненных.

По характеру латеральной дифференциации от всех изученных катен отличается катена № 1 (Куражинский хребет) Здесь зафиксированы наибольшие значения коэффициента латеральной миграции для всех представленных микроэлементов, по сравнению с ландшафтно-геохимическими сопряжениями других районов При анализе латеральной дифференциации в данной катене выделяется группа элементов, которые интенсивно мигрируют от элювиальной фации к трансаккумулятивной и накапливаются в последней Sm, Lu, La, Ce, Th, Cs, Ta и Co (табл 4)

Наиболее слабо мигрирующими в данных условиях оказались Sb и Cr, коэффициент латеральной миграции которых в подчиненных фациях < 1 Относительно интенсивным накоплением в трансаккумулятивных ландшафтах характеризуются Sr и U

Таблица 4

Коэффициенты латеральной дифференциации микроэлементов по ландшафтно-геохимическому сопряжению в районе Куражинского хребта (катена № 1)

Элемент	Фация, разрез			
	элювиальная, 4-03	транс- элювиальная, 3-03	транс- элювиаль- ная, 2-03	транс- аккумулятивная 1-03
Sm	1,0	2,4	2,2	3,0
Lu	1,0	2,5	2,3	3,0
U	1,0	1,7	1,8	1,4
Yb	1,0	2,1	2,0	2,6
Br	1,0	1,0	0,9	2,1
La	1,0	2,2	2,0	2,9
Ce	1,0	1,8	2,2	2,8
Tb	1,0	1,8	1,6	1,6
Th	1,0	2,4	2,5	4,5
Cr	1,0	1,0	0,9	0,5
Hf	1,0	1,5	1,4	1,4
Ba	1,0	1,0	1,0	1,1
Sr	1,0	1,5	1,1	1,1
Cs	1,0	3,5	3,2	4,1
Sc	1,0	2,1	2,2	2,7
Rb	1,0	1,9	1,7	1,9
Ta	1,0	2,5	3,0	4,4
Co	1,0	2,3	2,9	3,2
Eu	1,0	1,9	1,9	2,2
Sb	1,0	1,8	0,1	0,8

В целом, характер латеральной дифференциации элементов в исследуемых катенах различен, что, очевидно, связано с климато-

гидрологическими условиями и литологической неоднородностью в пределах как изучаемых ландшафтно-геохимических сопряжений, так и на исследуемой территории в целом Резкая континентальность климата условий и экстремальный гидротермический режим обуславливают своеобразные признаки и свойства почв данной территории, а также характер почвенно-геохимических процессов Слабая их интенсивность приводит к слабой дифференциации микроэлементов в профиле почв и в геохимических сопряжениях

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования были получены следующие выводы

- 1 В структуре почвенного покрова подтайги предгорий Восточного Саяна формируются следующие типы почв серые лесные почвы (светло-серые и темно-серые), дерново-подзолистые и черноземы обыкновенные Светло-серые и серые лесные почвы имеют наибольшее распространение на разных высотных уровнях и склонах разной экспозиции, развиваются на водоразделах под мелколиственными, сосновыми лесами и луговой растительностью Темно-серые почвы занимают склоны южной экспозиции, плоские вершины водоразделов Незначительное распространение, преимущественно по днищам балок, на плоских вершинах водоразделов под высокотравными березовыми лесами имеют серые лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом Дерново-подзолистые почвы приурочены к нижним частям склонов, формируются под светлохвойными и мелколиственно-хвойными лесами на песчаных, супесчаных и суглинистых отложениях в условиях хорошего дренажа В западной части района исследования имеют место преимущественно серые и темно-серые лесные почвы, в восточной – светло-серые, серые, темно-серые лесные и дерново-подзолистые почвы
- 2 На основе результатов изучения макроморфологических свойств почв установлено, что мощность органо-аккумулятивных горизонтов увеличивается от вершины склонов к его основаниям При одинаковых почвообразующих породах наиболее интенсивно окрашены иллювиальные горизонты В целом почвы подтайги очень слабо дифференцированы (границы между горизонтами неясны) Обобщенный профиль серых лесных почв имеет следующий вид O-A1-A1B-B-BC-C, дерново-подзолистых почв O-A1-A1A2-A2B-B-BC-C
- 3 Почвы подтаежной зоны предгорий Восточного Саяна отличаются высокой степенью насыщенности основаниями Емкость поглощения высокая и уменьшается с глубиной Среди поглощенных катионов преобладает кальций Валовое содержание азота имеет аккумулятивный характер распределения в верхней части профиля (0,3-0,5%) Большая часть фосфора находится в почве в виде

фосфорорганических соединений Оподзоленность слабо выражена и имеет место только в верхних частях склонов южной экспозиции Кроме процесса оподзоливания в формировании почв подтайги принимают участие такие элементарные почвообразовательные процессы как гумусообразование, гумусонакопление и дерновый

- 4 Установлено, что для серых лесных почв, являющихся зональными на данной территории и формирующихся как в автономных, так и в подчиненных ландшафтах, радиальная неоднородность особенно сильно выражена в содержании Br, Sr, Sb и U Выявлено, что наиболее интенсивно в данных условиях выносятся редкоземельные и рассеянные элементы (Sm, Lu, Yb, Th и др) Дерново-подзолистые почвы подтайги предгорий Восточного Саяна характеризуются элювиально-иллювиальным типом распределения микроэлементов Анализ радиальной дифференциации элементов показал сильную контрастность в их содержании по профилю дерново-подзолистых почв Установлено, что в этих почвах преимущественно накапливаются Br, Cs, Sm, Lu, Yb, т е те элементы, которые выносятся из профиля серых лесных почв Черноземные почвы данного региона характеризуются интенсивным накоплением U и Br, остальные микроэлементы либо слабо накапливаются, либо по большей части выносятся
- 5 Характер латеральной дифференциации элементов в исследуемых катенах различен, что связано с климато-гидрологическими условиями и литологической неоднородностью в пределах исследуемой территории Резкая континентальность климатических условий и экстремальный гидротермический режим обуславливают своеобразные признаки и свойства почв данной территории, а также характер почвенно-геохимических процессов Слабая их интенсивность приводит к слабой дифференциации микроэлементов в профиле почв и в геохимических сопряжениях

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

- 1 Лигаева, Н А Катенный метод исследования почв северо-западных отрогов Восточного Саяна / Н А Лигаева, Т В Башкова // Почва как связующее звено функционирования преобразованных и антропогенно-преобразованных экосистем мат-лы межд науч-практич конф – Иркутск, 2001 – С 53-54
- 2 Лигаева, Н А Исследование почвенного климата под лесными культурами / Т В. Башкова, Н А Лигаева // Экология Южной Сибири мат-лы науч-практич конф – Абакан, 2001. – Т 2 – С 16
- 3 Лигаева, Н А Применение метода катен в районировании почв / Н А Лигаева // Экология Южной Сибири мат-лы междунар науч-практич конф – Абакан, 2001 – С 36-37
- 4 Лигаева, Н А Серые лесные почвы Канско-Красноярской провинции / Н А Лигаева // Достижения науки и техники - развитию сибирских

- регионов Всероссийск науч-практич конф с междунар участием – Красноярск, 2001 – С 181-183
- 5 Лигаева, Н А Серые лесные почвы северо-западной части Восточного Саяна / Н А Лигаева // География на службе науки, практики и образования мат-лы VII Всероссийск науч-практич конф – Красноярск РИО КГПУ, 2001 – С 111-112
 - 6 Лигаева, Н А Оценка температурного режима темно-серых лесных почв в подзоне тайги Красноярского края / Т В Пономарева, Н А Лигаева // Достижения науки и техники - развитию сибирских регионов Всероссийск науч-практич. конф с междунар участием – Красноярск, 2001 – С 158-160
 - 7 Лигаева, Н А Геогенные условия почв Восточного Саяна / Н А Лигаева // Научный ежегодник КГПУ Выпуск 2 Том 2 – Красноярск РИО КГПУ, 2001 – С 93-94
 - 8 Лигаева, Н А Рельеф и серые лесные почвы Средней Сибири / Н А Лигаева // Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий мат-лы науч-практич конф – Барнаул, 2005 – С 171-172
 - 9 Лигаева, Н А Факторы почвообразования северо-западной части Восточного Саяна / Н А Лигаева // Научный ежегодник КГПУ Выпуск 4 Том 2 – Красноярск РИО КГПУ, 2004 – С 106-107
 - 10 Лигаева, Н А Особенности почв подтайги юга Средней Сибири / Н А Лигаева, Т В Пономарева // Биоразнообразии экосистем внутренней Азии тез докл Всероссийск. Конф с междунар участием Том 1 – Улан-Удэ, 2006 – С 43-44
 - 11 Лигаева, Н А Исследование почвенного покрова как индикатора ландшафтов подтайги / Н А Лигаева // Почва как связующее звено функционирования наземных экосистем II Междунар. науч-практич конф – Иркутск, 2006 – С 210-213
 - 12 Лигаева, Н А Землепользование подтаежной зоны Средней Сибири / Н А Лигаева // Объединение субъектов Российской Федерации и проблемы природопользования в Приенисейской Сибири мат-лы науч-практич конф – Красноярск, 2005 – С 115-116
 - 13 Лигаева, Н А Почвенный покров подтайги предгорий Восточного Саяна / Н А Лигаева // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Красноярского края Вып 8 – Красноярск КНИИГиМС, 2006 – С 108-111
 - 14 Лигаева, Н А Подтаежная зона Средней Сибири - природные условия и ресурсы / Н А Лигаева // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Красноярского края Вып 8 – Красноярск КНИИГиМС, 2006 – С 112-115

Сдано в набор 17 04 2007г Подписано в печать 24 04 2007г
Формат 60X84 1/6 Печать офсетная Бумага офсетная №1
Гарнитура «Times New Roman»
Тираж 100 Заказ № 545

Тираж отпечатан в типографии ООО «Классик Центр»
г Красноярск, ул Партизана Железняка, 16/д, тел 22-18-18