

На правах рукописи

ГЫНИНОВА АЮР БАЗАРОВНА

**ПОЧВЫ ДЕЛЬТЫ р. СЕЛЕНГИ
(ГЕНЕЗИС, ГЕОГРАФИЯ, ГЕОХИМИЯ)**

03.02.13 – почвоведение

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Улан-Удэ

2010

Работа выполнена в лаборатории географии и экологии почв Института общей и экспериментальной биологии.

- Научный консультант: Член-корреспондент РАН, профессор
Шоба С.А.
- Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Чимитдоржиева Г.Д.
доктор биологических наук
Десяткин Р.В.
доктор географических наук, профессор
Семенов Ю.М.
- Ведущая организация: Биолого-почвенный институт ДВО РАН

Защита состоится « 24 » декабря 2010 г. в 10-00 часов на заседании Диссертационного Совета Д.003.028.01 в Институте общей и экспериментальной биологии Сибирского Отделения РАН по адресу: 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6; факс (3012) 433034; e-mail: ioeb@biol.bscnet.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Бурятского научного Центра СО РАН и на сайте <http://igaeb.bol.ru>

Автореферат разослан «24» сентября 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук

М.Г.Меркушева

Введение

Актуальность. Дельта Селенги, формируясь в конечном звене каскадной системы водосборного бассейна, включающего горно-таежные и сухостепные ландшафты Северной Монголии и Южного Забайкалья, является зоной аккумуляции веществ с обширных площадей и представляет собой важную часть в функционировании экосистемы озера. Принадлежность озера Байкал и прилегающих к нему территорий к объектам Всемирного Природного Наследия, а также стратегическое значение запасов пресной воды, обуславливают актуальность проведения ландшафтного планирования хозяйственной деятельности и мониторинга экологического состояния экосистемы озера и прилегающих к нему территорий (Федеральный..., 1999), для чего необходимо изучение почв и почвенного покрова дельты Селенги – главного притока озера, выполнение почвенно-геохимических исследований, создание геоинформационной системы почв со слоями специализированных карт, характеризующих современную экологическую ситуацию. В последние десятилетия исследования почв в Байкальском регионе обнаруживают несоответствие их названий и диагностических признаков и нередко приводят к необходимости выделения новых типов или подтипов. Предпосылками к этому являются недостаточная изученность таких факторов, как вертикально-поясная организация почвенного покрова с ярко выраженными эффектами интерференции, миграции, инверсии и экспозиционности склонов хребтов; значительные смещения глубины промерзания или границы многолетнемерзлых пород (Куликов, 2010); сиалитно-карбонатная и сиалитно-карбонатно-хлоридно-сульфатная геохимическая сопряженность кор выветривания (Полынов, 1956; Корсунов и др., 2002). Наиболее часто подобные проблемы возникают при исследовании почв подтаежных ландшафтов. На территории дельты Селенги они занимают значительные площади, что определяет актуальность детального исследования формирующих их почвообразовательных процессов и диагностических признаков.

Цель работы – установить закономерности дельтового почвообразования в Байкальском рифте и дифференциации водномиграционных тяжелых металлов в почвах дельты р. Селенги.

Задачи:

1. Выявить взаимосвязь между дельтообразующими процессами и почвообразованием, определить основные направления развития почв, обусловленные историей формирования дельты;
2. Изучить строение и свойства почв современной и древних дельт, выявить черты их генезиса и эволюции;
3. Определить разнообразие почв, выявить закономерности пространственной организации почвенного покрова и составить почвенную карту масштаба 1:100 000.
4. Исследовать эколого-геохимическую ситуацию в дельте, выявить закономерности дифференциации водномиграционных тяжелых металлов и выполнить почвенно-геохимическое зонирование.

5. На основе почвенной карты и результатов почвенно-геохимических исследований создать ГИС почв.

Защищаемые положения. На основе результатов собственных многолетних исследований и анализа литературных источников сформулирована концепция о специфике дельтового почвообразования в Байкальском рифте в условиях пресноводности озера, которая представлена следующими защищаемыми положениями:

1. Байкальский рифт определяет формирование дельт разного уровня при размещении и частичной сохранности древних дельтовых поверхностей, разновозрастность и разновысотность которых определяет значительное разнообразие почв и закономерности их пространственной организации.

2. Эволюция почв современной дельты, определяющаяся накоплением аллювия, нарастанием гипсометрических отметок, сменой режима увлажнения обнаруживает отчетливо выраженную стадиальность. В пределах древней дельты в предгорном тектоническом понижении значительная минерализация почвенно-грунтовых вод обуславливает задержку развития почв на стадии болотных низинных. Подтаежные почвы плиоцен-плейстоценовых озерно-речных террас представлены типами: дерновые лесные альфегумусовые на песчаных отложениях и дерновые серые лесные, отличающиеся отсутствием признаков элювиально-иллювиальной дифференциации веществ и подразделяющиеся на подтипы среднегумусные и многогумусные. Среднегумусные почвы формируются в средней части склона на супесчаных отложениях, имеют палевые тона окраски минеральных горизонтов, обусловленные преобладанием окристаллизованных форм соединений железа. Многогумусные почвы в нижней части склона на суглинках глееваты, отличаются активным метаморфизмом минеральной части и карбонатностью всего профиля.

3. Отличительной чертой дельтового почвообразования является формирование разнообразных почвенно-геохимических барьеров, на которых происходит аккумуляция водномиграционных тяжелых металлов, образующих ряд: $Zn > Pb > Cu > Co > Cr > Ni$.

Научная новизна. В работе впервые:

- показано, что происходящее в Байкальском рифте многократное обновление поверхности дельты Селенги, обусловленное ингрессиями вод озера и сменами направления русла реки, обуславливает неоднородность геоморфологического строения и большое разнообразие и контрастность почвенного покрова;

- выявлены диагностические признаки, установлены элементарные почвообразовательные процессы, разработаны схемы почвообразования, исследованы генезис и эволюция почв дельты Селенги и составлена почвенная карта масштаба 1:100000 с выделами до уровня рода;

- на основе составленной карты и полученных материалов по физико-химическим и окислительно-восстановительным свойствам почв выделены зоны аккумуляции тяжелых металлов, представляющие собой почвенно-геохимические барьеры, и зоны их рассеяния. Материал представлен в виде гео-

информационной системы почв дельты, снабженной базой данных, включающей цифровые модели почвенно-геохимических карт, данные свойств почв и содержание в них водномиграционных тяжелых металлов.

Теоретическая и практическая значимость

- Результаты исследований вносят вклад в теорию дельтового почвообразования в условиях пресноводности озера и континентальности климата Восточно-Сибирской мерзлотно-таежной области, а также влияния Байкальского рифта на почвообразование;

- Закономерности почвообразования и формирования современной экологической ситуации в дельте Селенги, отображенные на почвенной и почвенно-геохимических картах, представляют собой пространственные модели почвенного покрова и геохимии территории и являются научным обоснованием для адаптивного землепользования и ландшафтного планирования;

3. Выявленные почвенно-геохимические барьеры представляют собой объекты первоочередного мониторинга;

4. Результаты работы используются в курсе лекций по почвоведению для студентов биолого-географического факультета БГУ и учебных пособий.

Апробация и публикация работы. По теме диссертации опубликовано 98 работ, в т.ч. 3 коллективные монографии, 16 работ в изданиях, соответствующих списку ВАК. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на III (Суздаль, 2000), IV (Новосибирск, 2004), V (Ростов-на-Дону, 2008) съездах Докучаевского общества почвоведов, на международных и всероссийских конференциях и симпозиумах «Основные факторы и закономерности формирования дельт и их роль в функционировании водно-болотных экосистем в различных ландшафтах» (Улан-Удэ, 2005), «Экспериментальная информация в почвоведении: теория, методы получения и пути стандартизации» (Москва, МГУ, 2005), «Природная и антропогенная динамика наземных экосистем» (Иркутск, 2005), «Экосистемы Монголии и пограничных территорий соседних стран: природные ресурсы, биоразнообразие и экологические перспективы» (Улан-Батор, Монголия), «Биоразнообразие экосистем Внутренней Азии». (Улан-Удэ, 2006), V м/н конф. по криопедологии «Разнообразие мерзлотных и сезонно-промерзающих почв и их роль в экосистемах» (Улан-Удэ, 2009).

Личный вклад автора. В основу работы положено обобщение результатов многолетних исследований автора, выполненных по плану НИР Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (Разнообразие почв Байкальского региона и их роль в пространственной организации, устойчивости и биопродуктивности экосистем, гос. № 6.3.1.10), а также в рамках грантов РФФИ: №90 «Комплексное исследование состояния и динамики развития экосистемы дельты р. Селенги как естественного биофильтра и индикатора современного состояния в условиях интенсификации антропогенного загрязнения озера Байкал», №99 «Анализ и моделирование трансформации вещества в системе «р. Селенга – дельта – оз. Байкал», №05-04-97259 р Байкала «Функционирование пойменных экосистем бассейна р. Селенги как природных эколого-биогеохимических барьеров».

еров в очистке речных вод». Автором осуществлялась постановка проблемы, планирование и проведение полевых исследований, обработка, систематизация и интерпретация полученных данных, апробация и публикация результатов.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 7 глав, выводов, приложений, изложена на 361 страницах текста, 19 рисунков 70 таблиц, 48 страниц приложений. Список литературы включает 272 названий, в т.ч. 25 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность и благодарность научному консультанту член-корр. РАН С.А. Шобе за помощь и внимание, оказанные в ходе выполнения работы. Автор благодарен к.г.н. А.Н. Бешенцеву за помощь в создании ГИС. Искреннюю признательность автор выражает коллегам лаборатории географии и экологии почв.

Глава 1. Почвы дельт, пойм, низинных болот и подтаежных ландшафтов

В.А. Ковдой (1953, 1973), В.В. Егоровым (1955, 1959), Г.В. Добровольским (1968), Л.Л. Убугуновым (1995) и др., показана стадильность развития дельтовых и пойменных почв в биогеоморфологическом цикле. Для почв дельт суббореального и субтропического поясов характерно засоление, гумификация растительных остатков с образованием гуматов кальция, накопление тонкодисперсных фракций гранулометрического состава. Почвы дельт Заполярья испытывают засоление лишь в приморской полосе маршевых почв (Крейда, 1962; Лабутина и др., 1985; Кошева, 1989; Десяткин, 1996; Денева, 2004; и др.), в основном они представлены кислыми торфяными, сменяющимися зональными тундровыми, почвами.

Болотные низинные почвы в котловинах Байкальского типа маломощные, формируются на многолетнемерзлых породах (Макеев, 1961; Кузьмин, 1976). В дельте Селенги торфяная залежь имеет среднюю мощность 4-5 м, максимум 8 м (Петрович, 1974). Для подтаежных ландшафтов Байкальского региона и в т.ч. дельты Селенги характерно формирование дерново-боровых, дерновых серых лесных и серых лесных почв без признаков оподзоливания (Уфимцева, 1960; Ногина, 1967; Линник, 1974; Цыбжитов, 2000).

Глава 2. Эколого-географические условия почвообразования в дельте р. Селенги и ее бассейна

Дельта р. Селенги с неоплейстоцена при активизации тектонических движений формировалась в условиях жесткого ограничения роста ее площади резким свалом глубин, колебаниями уровня вод в Байкале и небольшой глубиной ингрессий озерных вод, ограничиваемых обрамляющими впадину горными хребтами. Этапы ингрессий сопровождались формированием высоких поверхностей, а периоды понижения базиса эрозии - активным выносом. В результате в дельте плейстоценовые и плиоценовые поверхности сохранились в виде прислоненных террас и их останцов среди голоценовых отложений (рис. 2). Аллювиальные отложения формировались под влиянием дельтовых процессов, развивающихся на фоне землетрясений, вызывающих образование прогибов и соров в зонах разло-

мов, стабилизирующих основное направление русла Селенги и активизирующих миграции в пределах главного направления. Они занимают значительные территории в дельте выполнения и всю дельту выдвижения. Одна из ветвей разлома в подножиях хребта Хамар-Дабан сформировала прогиб с древнедельтовыми отложениями, который в голоцене заполнялся торфом. В главе охарактеризовано разнообразие факторов почвообразования на разновозрастных и разновысотных уровнях в дельте и в общих чертах показаны экологические условия в бассейне р. Селенги.

Глава 3. Объект и методы исследований

Объектом исследования являются почвы и почвенный покров дельты р. Селенги. Ключевые участки с опорными разрезами закладывались в различных участках дельты выдвижения, поймы, болотного массива и террас. При исследовании почв использовались макро-, микро- и ультрамикроморфологические методы (Парфенова, Ярилова, 1977; Добровольский, Шоба, 1978) и химико-аналитические (в т.ч. исследовались групповой и фракционный составы железа и гумуса) (Воробьева, 1998; Пономарева, Плотникова 1980). Почвенная и почвенно-геохимические карты составлялись с использованием топографической основы, космо- и аэрофотоснимков (Ульянова, Зборищук, 2005; Аэрокосмические методы ... 1990; Бешенцев, 2008).

Глава 4. Почвы дельты выдвижения и поймы

В геоморфологическом строении дельты выдвижения и поймы выделяется три высотных уровня. Первый уровень – периферическая и притеррасная части дельты с отметками 455,5-457,5 м над у.м., второй уровень – высокие острова лопастной части дельты и центральная пойма с отметками 457,5-460,0 м и третий уровень – высокая пойма с отметками 460,0-464,0 м. Благодаря разновысотности они отличаются по гидрологическому режиму. В отличие от поймы в паводки уровень воды в дельте поднимается всего на 1-1,5 м и в паводки затопляется лишь ее периферическая часть. На высоких островах преобладает грунтово-увлажнение, в центральной пойме в засушливые периоды почвы отрываются от грунтовых вод, а почвы высокой поймы развиваются преимущественно под влиянием атмосферного увлажнения.

4.1. Морфологическое строение. В периферической и притеррасной частях дельты под зарослями крупнотравья и осоково-разнотравными сообществами формируются аллювиальные лугово-болотные почвы с подтипами собственно и оторфованные. Профиль их состоит из задернованного или оторфованного аккумулятивного горизонта (Ad, Adt), оглееных минеральных горизонтов (Bg, BG, G), горизонтов погребенных почв и прослоев песчаного аллювия (Апогр., С). На молодых островах и прирусловых повышениях под вейниково-разнотравным сообществом формируются аллювиальные дерновые слоистые почвы с полициклическим профилем: ACd-CD-AC'-CDg'-AC''-CDg''.

На редко затапливаемых островах основания дельты и в центральной пойме под злаково-разнотравно-осоковым сообществом формируются аллювиальные луговые насыщенные и карбонатные почвы с профилем: A0-Ad(ca)-A1g(ca)-CD(ca)-A1погр.(ca)-Bgпогр.(ca)-CDпогр. Гумусово-аккумулятивные горизонты их подразделяются на верхнюю задернованную и нижнюю с признаками оглеения части. Задернованная часть горизонта имеет порошисто-зернистую, нижняя – комковато-зернистую структуру. Погребенный аккумулятивный горизонт имеет комковатую структуру и сизоватую окраску. В левобережной части центральной поймы под злаково-разнотравным сообществом встречаются аллювиальные луговые почвы с профилем: Ads-A1ca-ABg-C-C'-C". Задернованная часть имеет темно-серый цвет и порошисто-комковатую структуру, нижняя – более темная, глыбисто-комковатая, плотная, включение корней единичное. Переходный горизонт сизоватый с охристостью, тонкопластинчатый, плотный. В понижениях рельефа высоких островов формируются аллювиальные болотные почвы с профилем Atd-CDg-BCGпогр.-AGпогр., а на повышениях – остепняющиеся дерновые почвы с профилем A1-C_{Ca}-C_{Ca}.

На высокой пойме вблизи редких проток под злаково-разнотравным сообществом формируются аллювиальные дерновые почвы с профилем: Ad-A1-ACg-Agпогр.-ABgпогр._{Ca}-BCg. Поверхностная задернованная часть гумусовой толщи имеет порошисто-зернисто-комковатую структуру, нижняя – комковатую. Под песчаным прослоем погребен профиль аналогичной почвы. Вдали от проток под аналогичной растительностью формируются луговые почвы с профилем Ad-A1-Bg-CDg. Аккумулятивная толща в верхней части задернована, имеет буровато-темно-серую окраску, легкосуглинистый гранулометрический состав, комковато-порошистую структуру, в нижней части отличается более темной окраской, значительной плотностью, в структуре отчетливы признаки микрослоеватости. Горизонт Bg желтовато-светло-серый с охристыми пятнами, слоистый, плотный, суглинистый, плитчато-комковатый. Почва подстилается плотным песком с железистыми пятнами и марганцовистыми примазками. Под разнотравно-попынно-твердовато-осоковым сообществом формируются почвы с осветленным подгумусовым горизонтом: A1-A1Eg-Aпогр.-Egпогр.-EgBпогр._{Ca}-BСпогр. Гумусовый горизонт имеет темно-серую окраску, рассыпчатую ореховато-комковатую структуру, горизонт A1Eg тонкопластинчатый, серовато-палевый с белесыми пятнами и обилием мелких охристых стяжений. Ниже погребен профиль почвы с осветленными горизонтами Eg_{погр.} и EgB_{погр. Ca} с тонкопластинчатой и плитчатой структурой. Формирование осветленных тонкопластинчатых глееватых подгумусовых горизонтов является характерной чертой осолоделых почв (Панкова, Айдаров, 1992). Почва подстилается песчаным аллювием с признаками оглеения.

4.2. Гранулометрический состав почв. Для гранулометрического состава аллювиальных дерновых слоистых почв молодых островов и прирусловых повышений характерна полицикличность с чередованием рыхлопесчаных, связно-песчаных, супесчаных и легкосуглинистых слоев (табл.1). Аллювиальные луго-

во-болотные, луговые насыщенные и карбонатные, дерновые насыщенные и посталлювиальные луговые почвы характеризуются в основном легко- и средне-суглинистым составом, прерываемым песчаными прослоями, а аллювиальные луговые почвы с глыбистой структурой имеют глинистый состав. Горный характер рельефа бассейна Селенги определяет низкое содержание илистой фракции, а аллювиальность - высокую степень сортированности с преобладанием мелкого песка и крупной пыли. Эти качества обуславливают усиление испарительного эффекта в условиях грунтового питания, неустойчивость агрегатов, быстрый отрыв почв от грунтовых вод и переход почв в посталлювиальную стадию.

Таблица 1. Физико-химические свойства пойменных и дельтовых почв и наилков

Часть протоки, горизонт, глубина, см	pH _{H2O}	Обменные основания, ЕКО, г экв/100г			Гумус, %	Фракции гранулометрического состава, мм			Сухой ост-к, %
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	ЕКО		<0,01	<0,001	0,25-0,01	
Наилки по берегам протоки Шаманка									
исток	7,8	23,7	7,9	31,9	0,25	19,00	6,64	81,00	-
ср. течение	8,0	11,8	4,4	16,2	0,88	12,49	4,67	69,83	-
устье	8,1	-	-	8,0	0,78	2,22	1,82	76,34	-
Наилки по берегам протоки Галутай									
исток	8,1	11,3	5,0	16,3	1,73	8,76	4,78	71,05	-
ср. течение	8,0	-	-	12,0	1,30	7,44	4,32	90,67	-
устье	7,8	7,4	2,9	10,3	0,21	12,63	6,58	87,31	-
Аллювиальная дерновая насыщенная слоистая (периферическая часть дельты)									
Ad _{темн} 0-7	7,8	16,4	5,0	21,7	1,21	9,86	3,64	89,91	0,14
Ad _{светл} са 0-7	7,9	-	-	20,0	1,11	8,17	3,72	91,01	0,12
CD 7-27	8,0	9,1	5,1	18,2	1,01	4,42	0,30	94,88	0,08
A _{погр} 7-27	8,1	17,4	7,3	24,8	1,8	18,42	3,55	86,27	0,19
CDg 27-56	8,1	5,8	3,5	9,5	0,76	5,96	3,52	90,36	0,05
A _{погр} g 27-56	7,8	22,5	5,0	30,5	2,55	23,02	4,48	76,87	0,08
CDg >56	7,9	20,3	4,1	24,8	2,15	15,99	4,61	83,83	0,07
Аллювиальная лугово-болотная (периферическая часть дельты)									
Ag 0-10	7,4	27,8	11,1	46,6	4,27	44,53	10,83	55,38	0,23
ACG 10-33	7,9	12,1	1,2	23,0	0,95	16,23	7,27	83,08	0,06
AG _{погр} 33-48	7,4	23,4	7,1	32,1	3,17	32,07	6,57	67,74	0,09
G 48-65	7,4	26,8	5,4	33,0	3,43	38,72	7,21	61,26	0,09
Р. 1-03 Аллювиальная болотная (остров в основании дельты)									
Atd 0-14	7,2	48,4	12,9	92,2	*10,98	35,16	6,03	64,84	0,22
CDg 14-20	6,9	10,7	3,6	16,0	1,96	5,70	0,97	83,37	0,04
AG _{погр} 20-35	6,2	17,6	6,7	28,9	6,04	26,33	1,94	72,28	0,07
BCG _{погр} 35-56	6,6	16,7	2,8	22,3	3,21	23,27	10,2	72,55	0,05
Аллювиальная дерновая остепняющаяся									
Al _{Ca} 0-5	7,6	-	-	48,1	3,27	15,61	4,58	84,32	0,16
C _{Ca} 5-12	7,9	-	-	12,0	3,15	17,05	4,24	82,51	0,19
C' _{Ca} 12-25	8,1	-	-	38,0	2,55	13,93	3,94	85,93	0,09

Часть протоки, горизонт, глубина, см	pH _{H2O}	Обменные основания, ЕКО, г экв/100г			Гумус, %	Фракции гранулометрического состава, мм			Сухой ост-к, %
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	ЕКО		<0,01	<0,001	0,25-0,01	
Аллювиальная луговая карбонатная (остров в основании дельты)									
Аса 1,5-16	8,0	-	-	36,0	6,36	26,89	4,54	73,11	0,12
Ag 16-29/31	7,7	41,2	5,5	52,1	7,10	32,65	3,92	67,35	0,11
CD _{гса} 20/21-43	8,1	-	-	18,0	1,22	16,05	2,45	83,95	0,08
A _{ногр.са} 43-73	7,0	-	-	36,0	4,77	22,45	1,09	77,55	0,09
Bg _{ногр.} 73-85	7,0	16,6	7,5	25,5	1,98	20,64	4,94	79,36	0,06
Аллювиальная луговая карбонатная (основание дельты, правый берег)									
Adca 0-15	8,2	-	-	20,0	2,67	17,20	0,16	71,97	0,17
Agca 15-25/32	8,2	-	-	20,0	2,76	19,96	1,62	79,93	0,12
CD 25/32-45	8,1	6,3	2,1	8,8	0,57	8,76	0,24	91,79	0,13
Ag _{ногр.са} 45-60	8,1	-	-	18,0	1,55	11,62	0,16	86,98	0,10
Bg _{ногр.} 60-78	8,2	8,4	2,1	10,7	0,78	3,48	0,32	95,61	0,08
BCgca 78-100	8,4	-	-	14,0	0,70	2,88	0,68	96,83	0,09
Р.15К-04 Аллювиальная луговая солончаковая (основание дельты, левый берег)									
Ads 0-2	7,7	-	-	42,1	12,0	38,1	10,98	61,29	0,27
Аса 2-23	7,8	-	-	38,0	6,26	53,21	10,53	46,68	0,08
ABg 23-50	7,3	25,9	10,8	38,5	3,00	62,34	13,38	37,66	0,05
Cg50-63	7,3	20,9	5,8	28,4	0,66	16,7	5,39	80,87	0,02
Cg' 63-85	7,2	11,8	2,6	14,8	0,58	46,8	12,93	53,04	0,04
Cg'' 85-110	7,1	5,3	2,1	7,7	0,34	0,50	2,94	84,28	-
Аллювиальная дерновая насыщенная (приустье на высокой пойме)									
A1 0-22	6,9	40,8	23,1	65,7	8,29	36,00	6,22	63,96	0,10
ACg 22-46	7,4	33,3	11,9	47,8	3,12	46,64	5,73	53,36	0,09
Ag _{ногр.} 46-51	7,4	42,6	14,8	59,8	4,96	21,09	3,01	78,83	0,11
ABg _{ногр.} 51-67	6,4	29,2	12,5	43,9	2,86	38,76	5,26	61,24	0,08
BC 67-84	7,3	14,7	3,5	20,1	0,67	7,06	2,06	92,94	0,03
Луговая посталлювиальная выщелоченная (высокая пойма р. Селенги)									
Ad 0-5	6,7	23,6	8,5	40,0	3,28	32,97	9,06	65,29	0,08
A1 5-34	6,5	21,7	8,4	31,6	3,10	35,10	8,73	64,75	0,07
BC 34-59	6,4	16,7	8,3	26,0	1,54	29,89	8,99	69,01	0,10
CD 59-70	6,7	15,4	6,7	22,9	0,46	7,92	4,12	90,49	0,11
Луговая посталлювиальная осолодевшая (высокая пойма р. Селенги)									
A1 0-14/16	6,5	32,9	12,2	47,9	4,94	32,75	4,9	67,12	0,12
EgB 14/16-21	7,0	30,5	8,5	41,2	3,43	30,57	2,64	69,41	0,10
Ag _{ногр.} 21-32	7,1	35,3	8,8	45,7	4,02	18,24	1,39	81,44	0,10
Eg _{ногр.} 32-57	7,9	17,2	6,9	24,5	1,52	16,52	2,14	83,30	0,08
EgB _{ногр.са} 57-76	8,2	16,1	3,6	20,0	0,93	11,35	0,44	88,33	0,12
CDg 76-91	8,2	4,6	3,0	7,9	0,33	3,39	0,20	58,85	0,05
EgB _{ногр.} 91-100	8,0	11,3	1,6	13,4	0,81	8,25	0,73	91,51	0,10
BC _{ногр.} 100-120	7,9	14,5	8,1	23,3	1,40	22,21	2,43	77,75	0,27

*- С органический

4.3. Физико-химические свойства. Содержание гумуса в почвах возрастает от периферической части дельты к ее основанию и снижается на высокой пойме (табл. 1). Это обусловлено прерывистостью почвообразования в затопляемой части дельты и заторможенностью гумификации медленным оттаиванием. В основании дельты, в условиях устойчивого грунтового увлажнения, гумусообразование и гумусонакопление активизируются и с переходом на атмосферное питание активность этих процессов снижается.

Реакция среды в почвах периферической части дельты слабощелочная, в значительной степени унаследованная от наилоков. ЕКО выше в лугово-болотных почвах, отличающихся лучшей развитостью аккумулятивного горизонта и большим содержанием гумуса по сравнению с дерновыми слоистыми. Повышение содержания сухого остатка в поверхностных горизонтах обнаруживает наличие испарительного барьера (табл. 2). В основании дельты в дерновых остепняющихся почвах все горизонты карбонатны, а болотные имеют близкую к нейтральной реакцию. В луговых почвах в результате испарительного эффекта реакция среды становится щелочной сначала в верхних горизонтах профиля, затем по всему профилю и, на отдельных участках приводит к накоплению водорастворимых солей в поверхностном горизонте в количестве, позволяющем отнести их к солончаковым. Ионный состав водной вытяжки обнаруживает карбонатно-сульфатный кальциево-натриевый тип засоления, что обусловлено высокоминерализованными почвенно-грунтовыми водами. В результате аллювиальные луговые почвы представлены подтипами насыщенные и карбонатные, а карбонатные подразделяются на роды обычные и солончаковые, что является отличительной чертой почв дельты Селенги.

Таблица 2. Химический состав почвенно-грунтовых вод в дельте и водной вытяжки из р.15

Дельта Горизонт, глубина, см	ПК*, мг/л	Анионы, мг/л			Σ, мг/л	Катионы, мг/л				Σ, мг/л
		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
Периферия	128,2	61,6	1,0	1,4	64,0	28,8	5,4	0,05	0,03	34,28
Высокие о-ва	325,5	219,6	7,1	11,3	238,0	60,0	24,0	1,50	1,65	87,15
Основание	287,0	100,0	7,1	97,0	204,1	58,0	18,0	3,00	3,30	82,3
Водная вытяжка, р.15. Аллювиальная луговая слабо солончаковая										
Ad _{ca} 0-2	131,4	79,7	1,3	40,3	121,3	22,5	6,6	3,2	17,8	50,1
A _{ca} 2-23	59,3	39,5	1,3	15,2	56,0	8,1	4,2	0,3	11,1	12,6
AB _g 23-50	37,1	7,2	1,3	22,4	30,9	5,1	0,6	0,3	3,3	6,0
C _g 50-63	17,3	2,1	3,8	12,2	18,1	3,4	1,8	0,01	1,5	5,21
C _g ' 63-85	21,2	5,3	2,5	23,2	31,0	4,2	0,6	0,03	2,2	7,03

* - прокаленный остаток

В почвах высокой поймы реакция среды слабокислая в верхних горизонтах профиля и щелочная – в нижних. Содержание солей возрастает вниз по профилю. В почве с морфологическими признаками осолодения карбонатный и засоленный горизонты сохранились в средней и нижней частях профиля, что, воз-

можно, связано с процессами декарбонизации и осолодения в условиях преимущественно атмосферного увлажнения. Периодическое оглеение в поверхностных горизонтах маркируется повышенным содержанием аморфного железа (0,84-1,74%), в остальной части профиля оно составляет 0,22-0,72%.

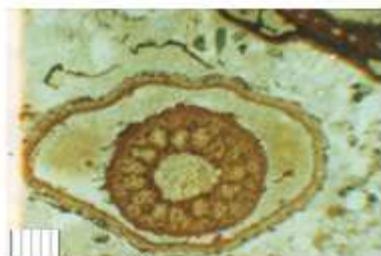
4.4. Гумусное состояние дельтовых и пойменных почв. В групповом и фракционном составе гумуса в этом же ряду отмечается последовательное изменение (табл. 3). В периферической части дельты формируется гумус гуматно-фульватного типа с преобладанием в гуматной части бурых гуминовых кислот, в почвах преимущественно грунтового увлажнения гумус фульватно-гуматный с преобладанием в гуматной части черных гуминовых кислот, в почвах атмосферного увлажнения гумус гуматно-фульватный с преобладанием в гуматной части черных гуминовых кислот.

4.5. Микроморфологическая диагностика почвообразовательных процессов. Гумус аллювиальных дерновых слоистых почв относится в основном к типам мор и модер (рис. 1а). В погребенных гумусовых горизонтах обнаруживаются редкие микрозернистые новообразования карбонатов (рис.1.б), на контакте слоев в нижней части профиля – плотные и хлопьевидные железистые стяжения (рис.1в). В лугово-болотных почвах микроформы гумуса представлены типами мюль и модер (рис.1г), при наличии оторфованности – мор и модер. Аморфные новообразования железа в глеевом горизонте очень бледные (рис.1д), обнаруживают слабую изменчивость окислительно-восстановительных условий. В погребенном гумусовом и глеевом горизонтах отмечается локальная пропитка микроучастков вдоль пор криптозернистыми новообразованиями карбонатов (рис. 1е). В аллювиальных луговых карбонатных почвах органическое вещество представлено в основном типом мюль. Почвенная масса всех горизонтов профиля карбонатна (рис. 2), характеризуется высокой степенью агрегированности, железистые соединения имеют округлые формы (рис. 2в), супесчаные прослои аллювия хорошо сортированы. На высокой пойме Селенги в луговых осолодевших почвах органическое вещество представлено в основном типом мюль (рис.1ж). Почвенная масса гумусового горизонта хорошо агрегирована. Микрослоистость сложения и осветление подгумусового горизонта, сопровождающееся формированием железистых микростяжений, свидетельствует о развитии поверхностного оглеения (рис.1з). В аллювиальной дерновой почве криптозернистые формы карбонатов присутствуют в подгумусовом и погребенном гумусовом горизонтах. В нижней части профиля Fe-Mn новообразования свидетельствуют об оглеении.

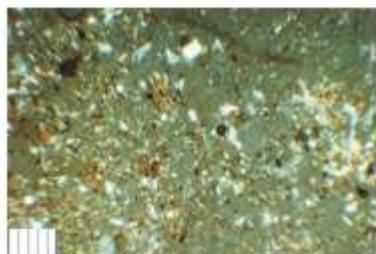
4.6. Генезис, эволюция и классификация почв дельты выдвигания и поймы. В дельте выдвигания и пойме генезис почв связан с различным характером гидроморфизма элементов геоморфологического строения, определяющим смену следующих элементарных почвообразовательных процессов: оторфовывание, оглеение, дерновый в периферической части дельты; олуговение и карбонатизация, иногда с тенденцией к засолению, в основании дельты; появление признаков выщелачивания и осолодения на высокой пойме. В соответствии

Таблица 3. Групповой и фракционный состав гумуса

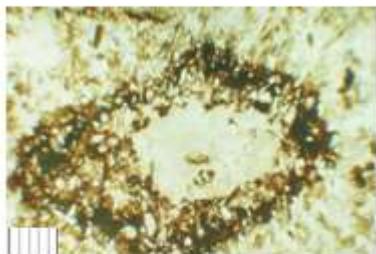
Горизонт, глубина, см	С%	Сгк				Сфк					Сгк Сфк	Нерастворимый остаток
		1	2	3	Σ	1а	1	2	3	Σ		
Р.6К-01 Аллювиальная дерновая насыщенная слоистая (СВ периферический сектор дельты, приустьевое повышение)												
Адгемн.0-7	0,70	22,9	10,0	14,3	47,2	12,9	4,2	18,6	14,7	50,0	0,94	7,36
Р.7К-01 Аллювиальная лугово-болотная (СВ периферический сектор дельты, центральная пониженная часть)												
Ad 0-10	2,48	12,9	4,4	20,6	37,9	11,7	0,4	17,0	20,8	49,9	0,76	11,2
Ag погр. 33-48	1,84	5,4	16,9	11,9	34,6	3,3	8,7	7,6	8,1	27,7	1,24	38,0
Р. 2-03 Аллювиальная луговая карбонатная (остров в основании дельты, полойная равнина)												
Adca 1,5-16	3,63	6,9	15,5	20,2	38,6	4,4	10,0	10,3	13,2	37,9	1,02	21,5
Апогр.са 43-73	2,77	2,2	30,6	14,8	47,6	2,9	5,0	7,7	8,7	24,3	1,96	28,1
Р.4К-01 Аллювиальная луговая карбонатная с погребенным профилем (центральная пойма, выровненный участок)												
Ad _{Ca} 0-15	0,97	7,2	14,4	9,3	30,9	3,1	8,3	3,1	6,2	20,7	1,49	48,4
Ag _{Ca} 15-25/32	1,02	0,98	22,5	2,9	26,4	2,9	3,9	0,1	5,9	12,8	2,06	60,8
Агпогр. Ca 45-60	0,90	1,1	10,0	2,2	13,3	2,2	2,3	3,3	3,4	11,2	1,19	75,5
Р.15К-02 Аллювиальная луговая карбонатная солончаковатая (центральная пойма в левобережной части)												
Ad _{Ca} 1-2	7,0	7,5	10,1	18,6	36,2	3,4	15,8	1,8	19,4	40,4	0,90	10,92
A _{Ca} 2-23	3,6	11,4	7,2	21,4	40,0	5,4	13,2	8,2	21,1	47,9	0,83	15,97
ABg 23-50	1,74	0,57	2,83	0,57	3,97	1,7	1,1	4,1	2,33	9,23	0,43	27,75
Р.10-05 Аллювиальная дерновая насыщенная (высокая пойма р. Селенги, приустье протоки Харауз)												
A1 0-22	4,81	2,7	28,0	4,9	35,6	2,5	7,3	4,1	5,1	19,0	1,87	45,4
Агпогр 46-51	2,88	2,6	21,8	4,3	28,7	4,2	1,2	11,5	4,1	21,0	1,37	50,3
Р.9К-01 Луговая посталлювиальная осолодевшая (высокая пойма р. Селенги)												
Aca 0-14/16	2,84	6,3	22,7	5,3	34,3	2,7	4,9	16,5	12,6	36,7	0,93	29
EgB 14/16-21	1,97	3,5	16,0	6,1	25,6	3,9	6,1	23,1	15,7	48,8	0,52	25,6
Ag погр. 21-32	2,33	6,9	20,6	5,9	33,4	2,9	4,7	20,6	14,3	42,5	0,79	24,1



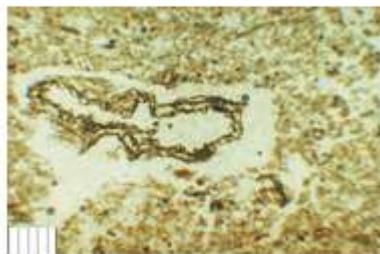
а - А1



б - Апогр.са



в - D



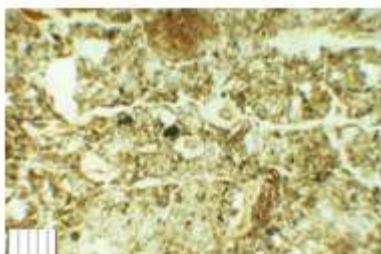
г - А1



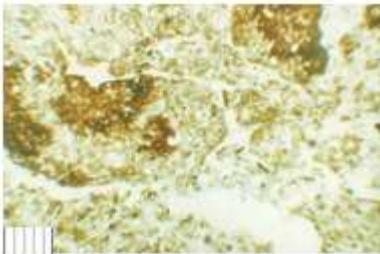
д - G



е - Апогр.са



ж - А1

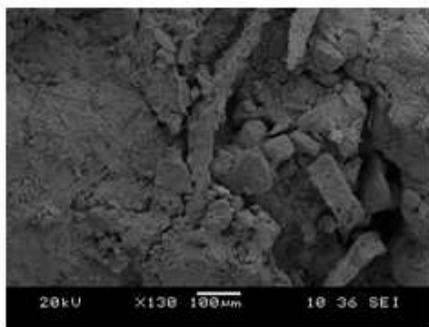


з - EgB

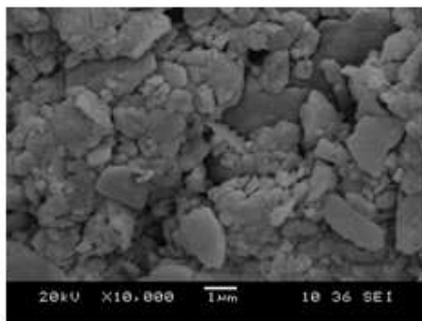
Рис. 1. Микроморфологическое строение аллювиальных почв.
а, б, в – дерновая слоистая; г, д, е – лугово-болотная; ж, з – луговая осолодевшая.
Цена деления на масштабной линейке 32 мкм.



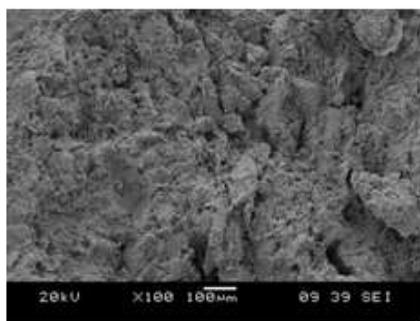
а



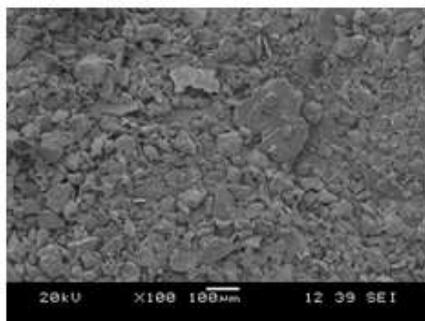
б



в



г



д

Рис. 2. Ультрамикроморфологическое строение аллювиальных луговых карбонатных почв.

а, б – АІса; в – Агса; г – Вгса;
д – СД.

с этим развитие почв происходит в биогеоморфологическом цикле и включает три стадии: I – дернового и лугово-болотного почвообразования, II – аллювиального лугового почвообразования; III – аллювиального дернового и лугового посталлювиального почвообразования. Отчетливо выраженной стадийности развития почв благоприятствует погружение дельты выдвигения, стабилизирующее современное направление русла Селенги и дельтовые процессы.

Своеобразие почв дельты Селенги, связанное с ультрапресностью вод оз. Байкал, заключается в преобладании почв с реакцией среды близкой к нейтраль-

ной и слабощелочной. Отмеченная тенденция к засолению, является отличительной чертой дельтовых почв и не характерна для почв поймы Селенги (Убугунова и др., 1988). Засоленные щелочные и оторфованные кислые почвы в отличие от дельт рек, впадающих в северные и южные моря, широкого распространения в современной дельте не получают.

По Классификации почв СССР (1977) в дельте выдвигения и пойме р. Селенги выделено 6 типов, 9 подтипов и 12 родов почв (табл. 4).

Таблица 4. **Классификация почв дельты выдвигения и поймы** по Классификация..., 1977

<i>Tun</i>	<i>Подтип</i>	<i>Род</i>
Аллювиальные дерновые насыщенные	слоистые	примитивные
	собственно	обычные
	остепняющиеся	обычные
Аллювиальные лугово-болотные	собственно	обычные
	оторфованные	обычные
		карбонатные
Аллювиальные болотные	иловато-торфяно-глеевые	обычные ненасыщенные
Аллювиальные луговые насыщенные	собственно	обычные
Аллювиальные луговые карбонатные	собственно	обычные
		солончаковатые
Луговые (посталлювиальные)	собственно	выщелоченные
		осолоделые

Глава 5. Почвы террас и эоловых бугров

Террасы в дельте Селенги представляют собой останцы древнедельтовых поверхностей, размывтых при снижении уровня вод в озере и миграции русла Селенги. Песчаные бугры в основании дельты имеют эоловое происхождение.

5.1. Морфологическое строение почв. На песчаных буграх под мертвопокровным редкостойным сосновым лесом формируются полициклические почвы с профилем: A0-(A1)-AB-BC-A1 погр.- BCпогр.-A1'погр.-BC-Cca. Почва последнего цикла имеет мощность 26 см и состоит из слаборазложившейся подстилки, фрагментарного бесструктурного светло-серого с буроватостью гумусового горизонта, серовато-светло-бурого горизонта AB и подстилается песчаным прослоем. Ниже залегает слоистая толща эолового генезиса, карбонатная на глубине 77 см. По А.Г. Гаель, Л.Ф. Смирновой (1999) почвы с подобным профилем относятся к типу дерново-боровые.

В северной высокой части Байкальской абразионной террасы под ксерофитно-редкотравными сосняками формируются почвы с профилем A0-A1-AB-Bf-C. Горизонт A0 – слаборазложившийся, рыхлый мощностью ~4 см, с грибным микелием в нижней части. Гумусовый горизонт мощностью 5-6 см, буровато-серый, с непрочной комковатой структурой и небольшим количеством корешков травянистых растений. Горизонт AB буроватый с признаками осветления по ходам немногочисленных корней сменяется охристо-бурым горизонтом Vf. Почво-

образующая порода серовато-желтого цвета, песчаная. Почвы относятся к типу дерновые лесные (Цыбжитов, 2000).

В средней части склонов на супесчаных отложениях под сосново-березовым разнотравным лесом формируются почвы с профилем: A0–A1–Bm–Bf,m–BC–C. Гумусовый горизонт их задернован, имеет порошисто-комковатую структуру, мощность ~10 см. Переход к минеральной части резкий. Минеральные горизонты имеют палевые тона окраски и непрочно-комковатую структуру.

В нижней части склонов, а также на низких террасах под богаторазнотравным березовым лесом формируются почвы с профилем A0–A01ca–A1ca,g–Bm,ca,g–BCsa,g. Малоомочная лесная подстилка в этих почвах сменяется перегнойным и далее гумусовым глееватым с зернисто-комковатой структурой горизонтами общей мощностью 49 см. Переход к минеральной части резкий, граница с крупными карманами. Горизонт Bm,ca,g интенсивного желтовато-коричневого цвета с сизоватостью имеет комковато-плитчатую структуру, горизонт BCsa,g коричневый со светло-охристыми и желтыми пятнами, редкими Fe–Mn примазками, плотный, с плитчато-ореховатой структурой. Все горизонты, за исключением A0, карбонатны.

В регионе почвы, формирующиеся под сосново-березовыми и березовыми лесами известны под названием дерновые серые лесные средне- и многогумусные (Цыбжитов, 2000).

5.2. Физические свойства почв. Дерново-боровые почвы имеют рыхлопесчаный гранулометрический состав (табл. 5). В дерновых лесных почвах отмечается увеличение содержания пылеватых фракций по сравнению с почвообразующей породой и они характеризуются как связнопесчаные. Дерновые серые лесные среднегумусные почвы отличаются более высоким содержанием пылеватых фракций и супесчаным гранулометрическим составом. Содержание илистой фракции при этом остается на очень низком уровне, как в дерново-боровой и дерновой лесной почвах. В дерновой серой лесной многогумусной почве в аккумулятивном горизонте гранулометрический состав среднесуглинистый, в минеральных – легкосуглинистый. Содержание пыли возрастает до 51–72% в основном за счет лессовой фракции, несколько увеличивается содержание илистой фракции в связи с активизацией процессов метаморфизма в условиях повышенного увлажнения. Признаки текстурной дифференциации во всех почвах террас отсутствуют. Характерной чертой отложений террас является высокая степень сортированности гранулометрического состава и очень низкое содержание илистой фракции.

Наименьшая влагоемкость (НВ) во всех типах почв закономерно со снижением содержания органического вещества и увеличением доли грубодисперсных фракций уменьшается вниз по профилю (табл. 6.). В песчаных почвах фильтрация характеризуется как провальная, порозность и плотность изменяются мало. В дерновых серых лесных среднегумусных почвах водопроницаемость, порозность и плотность имеют наиболее высокие значения в гумусовом горизонте, резко снижаются в подгумусовом и далее продолжают постепенно уменьшаться

вниз по профилю, обнаруживая зависимость от содержания корней и степени агрегированности. В многогумусной почве водоудерживающая способность возрастает значительно, а утяжеление гранулометрического состава обуславливает снижение водопроницаемости.

Таблица 5. **Физико-химические свойства почв террас**

Горизонт, глубина, см	рН		Обменные основания, Н ⁺ гидролитическая, ЕКО, мг·экв/100 г				СНО, %	Гу- тус, %	С/Н	Фракции гранулометрического состава, мм		
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	ЕКО				<0,01	<0,001	0,05- 0,001
	H ₂ O	KCl										
Р. ЗЮ-01 Дерново-боровая (Дб)												
A1 0,5-1,5	6,4	5,6	7,4	1,1	2,3	10,7	78,3	1,22	13,6	1,85	1,33	6,94
AB 1,5-6	6,5	5,7	5,6	0,9	1,6	8,1	80,5	0,84	14,0	2,68	1,48	2,92
BC 6-26	6,8	5,9	3,2	0,8	0,7	4,7	85,1	0,55	12,1	2,20	0,84	7,24
A1 погр. 26-43	6,5	5,7	5,7	0,8	1,6	8,2	80,8	1,26	12,2	2,90	1,37	14,17
BC погр. 43-47	6,3	5,1	3,9	1,0	1,2	6,2	79,5	0,65	14,4	1,96	1,56	4,84
A1' погр. 47-62	6,5	5,7	7,0	2,9	1,1	10,9	90,4	0,71	12,0	4,83	1,92	7,76
BC 62-77	6,9	6,0	3,2	2,1	0,7	6,0	88,2	0,60	13,2	1,88	1,04	3,92
Cca 77-90	7,0	6,5	-	-	-	6,5	-	0,59	20,0	2,40	0,72	3,36
Р.11а Дерновая лесная (Дл)												
A1 4-9(10)	5,8	5,0	7,1	3,80	2,7	13,64	79,9	2,34	13,3	7,21	1,06	19,82
AB 9(10)-25	5,9	5,1	6,7	4,69	2,0	13,38	85,2	0,55	12,5	5,46	0,80	9,34
Bf 25-83	6,3	5,3	6,1	5,21	1,4	12,73	88,8	0,43	14,6	4,06	1,06	9,24
C 82-120	6,4	5,3	5,6	5,18	0,9	11,73	92,1	0,31	10,5	1,20	0,08	4,52
Р.11-03 Дерновая серая лесная среднегумусная (Дсл с/г)												
A1 3-10	6,3	-	11,9	4,79	3,7	20,43	81,7	4,5	15,2	10,40	1,18	41,42
Bm 10-22/33	6,7	-	7,9	3,88	1,8	13,58	86,9	1,0	16,7	10,52	0,93	40,11
Bf,m 22/33-40	6,0	-	7,6	1,50	1,4	10,45	87,1	0,8	12,9	10,61	0,85	34,67
BC 40-90	6,3	-	9,9	4,79	1,3	15,95	92,2	0,7	16,4	11,54	1,20	35,39
Р17-05 Дерновая серая лесная многогумусная (Дсл м/г)												
A01ca 2-23	6,3	-	-	-	1,2	52,0	-	16,5	13,0	-	-	-
Ag,ca 23-49	6,0	-	-	-	1,0	50,0	-	15,4	16,3	22,34	1,63	72,41
Bm,ca 49-93	6,7	-	-	-	1,0	8,00	-	0,5	3,6	16,94	4,97	51,00
BCg,ca 93-105	6,9	-	-	-	0,8	8,00	-	0,5	6,1	16,68	4,36	64,27

5.3. Физико-химические свойства почв. Для дерново-боровых почв характерна слабокислая реакция среды в гумусовых горизонтах и близкая к нейтральной и нейтральная в песчаных прослоях и породе (табл. 5). Содержание гумуса и обогащенность его азотом очень низкие. ЕКО в песчаных прослоях и породе составляет всего 4-6 мг-экв/100 г почвы и в гумусовых горизонтах повышается лишь до 8-10 мг-экв/100 г почвы. Физико-химические свойства дерновых лесных почв обнаруживают слабокислую реакцию среды в аккумулятивных горизонтах и близкую к нейтральной – в средней и нижней, насыщенность основаниями и невысокую поглотительную способность. Содержание гумуса и обеспеченность его азотом низкие. Какого-либо максимума в содержании гумуса в минеральных

горизонтах не обнаруживается. ЕКО в связи со слабой гумусированностью и легким гранулометрическим составом не высокая. Дерновая серая лесная среднегумусная почва имеет близкую к нейтральной реакцию среды и более высокое, по сравнению с дерновыми лесными почвами, содержание гумуса (4,5%) с широким отношением C:N. ЕКО в гумусовом горизонте значительно выше, чем в дерновых лесных почвах. В минеральных горизонтах содержание гумуса и ЕКО резко снижаются. Почвы насыщены основаниями. Указанные особенности физико-химических свойств свидетельствуют о чрезвычайно замедленном вымывании из почвы растворимых продуктов почвообразования в условиях континентальности климата и резкого снижения водопроницаемости в минеральных горизонтах. Возможно, что в период сухой весны и первой половины лета происходит перемещение с восходящими токами влаги бикарбонатов, нейтрализующих кислые продукты разложения опада.

Таблица 6. **Водно-физические свойства почв террас**

Горизонт	НВ, %	d_v , г/см ³	Порозность, %	Водопроницаемость, мм/час
Дерново-боровая				
A/AC	30,6	1,07	58,85	330,6
A1погр.	23,5	1,01	61,15	672,0
BCпогр.	20,2	1,06	59,23	1092,0
Дерновая лесная				
A1	32,6	1,30	50,0	325,0
AB	28,5	1,29	51,3	439,3
Bf	26,4	1,23	52,6	654,0
C	21,6	1,30	50,5	882,0
Дерновая серая лесная среднегумусная				
A1	38,4	0,54	77,9	735,0
Bm	28,4	1,04	60,0	150,0
BC	25,9	1,27	52,0	140,0
Дерновая серая лесная многогумусная				
A1g,ca	43,6	0,33	86,5	386,4
Bm,g,ca	26,7	1,28	51,7	57,0
BCg,ca	30,0	1,27	52,1	60,0

Многогумусные почвы карбонатны. Содержание гумуса очень высокое в аккумулятивных горизонтах (15-16%) и резко снижается в минеральных (0,5%), что свидетельствует об отсутствии его нисходящей миграции. В соответствии с этим ЕКО высокая в аккумулятивном горизонте (50-52 мг-экв/100 г почвы), а в минеральных горизонтах в связи с низким содержанием илистой фракции и гумуса составляет всего 8 мг-экв/100 г почвы. Все эти признаки свидетельствуют об отсутствии элювиально-иллювиальной дифференциации профиля и поступлении карбонатов как из грунтовых вод, так и биогенно.

5.4. Органическое вещество почв. Дерновые лесные почвы имеют гуматно-фульватный состав гумуса (табл. 7). Среди гуминовых и фульвокислот преобладают фракции связанные с железом. В отличие от других альфегумусовых почв

в них понижено содержание агрессивной фракции ФК. Такой состав гумуса формирует кислую реакцию среды. Передвижение веществ вниз по профилю затруднено. Учитывая провальную фильтрацию влаги можно предположить, что в этих почвах имеет место некоторая миграция органо-железистых соединений вниз по профилю. Состав гумуса дерново-боровых почв близок таковому дерновым лесным почвам. Отличие заключается в повышенном содержании гуматов кальция, что связано с насыщенностью основаниями почв и почвообразующих пород и карбонатностью с глубины 77 см.

В дерновых серых лесных среднегумусных почвах гумус фульватно-гуматный, преобладают фракции гуминовых кислот, связанные с полуторными оксидами. По сравнению с дерновыми лесными почвами снижается доля фульвокислот и в т.ч. их свободной и связанной с полуторными оксидами фракций. Состав гумуса не способствует миграции гумуса, а, соответственно, и элювиально-иллювиальной дифференциации.

Для дерновых серых лесных многогумусных почв характерно значительное поступление веществ с опадом, активная гумификация с образованием гумуса фульватно-гуматного типа и нейтрализация органических кислот щелочноземельными элементами с формированием как гуминовых, так и фульвокислот, связанных с кальцием. Доля нерастворимого остатка относительно невелика в горизонте A01ca, что объясняется перегнойностью гумуса и низким содержанием минерального компонента.

5.5. Валовой химический состав почв. Валовой химический состав дерновой лесной почвы (табл. 8.) обнаруживает слабо выраженный вынос веществ. Об этом свидетельствует обеднение профиля железом, магнием, калием. Соотношение содержания кремнезема и полуторных оксидов обнаруживает небольшое сужение лишь в гумусовом горизонте, что свидетельствует об очень слабо выраженном метаморфизме минеральной части. В валовом химическом составе дерновой серой лесной среднегумусной почвы не наблюдается устойчивого и достаточно заметного накопления или перераспределения веществ по профилю. Повышенным содержанием железа выделяется горизонт Vfm, при этом отношение SiO_2/Fe_2O_3 имеет минимальное значение. Железо из горизонта не выносится или выносится весьма слабо. В отношении алюминия подобное распределение не выражено, существенного накопления глинистого компонента не происходит. В этом же горизонте несколько повышено содержание кальция и магния, а калий и натрий имеют тенденцию к накоплению в поверхностных горизонтах, что свидетельствует о весьма слабо выраженной их аккумуляции.

В многогумусных почвах отмечается накопление кальция, фосфора, серы и титана в гумусовой толще, что свидетельствует об аккумулятивном типе почвообразования. Содержание алюминия повышается в минеральных горизонтах, обнаруживая процесс оглинивания. Содержание железа повышено в горизонте Vcamg, что связано с железистым метаморфизмом. Отношения оксида кремния к оксидам железа и алюминия несколько сужается, что связано с выветриванием

Таблица 7. Групповой и фракционный состав гумуса почв террас и песчаных бугров, % к Собщ.

Почва	Горизонт, глубина, см	Собщ, %	Сгк				Сфк					Сгк Сфк	Нераствори- мый остаток
			1	2	3	Σ	1а	1	2	3	Σ		
Дб	A10,5-1,5	0,70	10,0	10,0	7,1	27,1	4,3	24,1	3,0	7,2	38,6	0,70	34,3
Дл	A1 4-9(10)	1,36	15,1	4,9	10,7	30,7	7,5	22,0	4,5	14,8	45,8	0,67	23,5
Дсл с/г	A1 2-11	2,40	14,3	6,2	8,0	28,5	4,6	10,8	4,8	9,6	29,7	0,97	41,9
Дсл с/г	A1 3-10	2,52	11,1	7,5	6,3	24,9	4,4	8,7	1,3	6,0	20,4	1,22	54,7
Дсл м/г	A01ca 2-23	9,58	6,3	26,4	12,0	44,7	9,3	5,3	15,8	11,9	42,3	1,06	13,0
	Agca 23-49	8,75	5,5	23,0	6,3	34,8	6,9	2,0	18,2	9,5	36,6	0,95	28,6

Таблица 8. Валовой химический состав почв террас (% на абсолютно сухую навеску)

Почва	Горизонт, глубина, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	SiO ₂ R ₂ O ₃	SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ Fe ₂ O ₃
Дл	A1 4-10	85,95	8,25	3,43	0,07	0,23	0,88	0,24	0,36	0,22	0,25	0,10	14,0	17,7	66,6
	AB 10-25	86,14	8,07	3,41	0,05	0,22	0,87	0,23	0,48	0,23	0,23	0,07	14,3	18,2	68,2
	Bf 25-83	86,02	8,20	3,40	0,04	0,17	0,79	0,34	0,61	0,16	0,19	0,08	14,1	17,9	68,3
	C 83-120	86,04	8,15	4,03	0,06	0,20	0,86	0,40	0,60	0,20	0,19	0,10	13,5	17,8	72,6
Дсл с/г	A1 3-10	83,45	10,47	3,12	0,08	0,30	0,91	0,65	0,47	0,14	0,30	0,11	11,4	13,6	72,2
	Bm10-20	83,68	10,30	3,24	0,07	0,29	0,90	0,62	0,38	0,23	0,29	0,07	11,5	13,9	69,7
	Bf,m 20-40	82,74	10,20	4,15	0,07	0,28	1,03	0,68	0,28	0,16	0,32	0,09	11,0	13,8	53,8
	BC 40-90	83,93	10,00	3,07	0,06	0,30	0,96	0,57	0,50	0,17	0,33	0,13	11,9	13,8	73,8
Дсл м/г	A1 2-23	71,69	13,24	4,22	0,07	0,18	5,32	0,72	0,55	0,20	0,47	3,34	7,7	9,2	45,9
	A1gca 23-49	71,25	13,00	4,01	0,06	0,13	6,35	1,81	0,60	0,17	0,34	2,28	7,8	9,3	48,0
	Vcamg 49-93	72,91	13,88	5,31	0,06	0,08	3,54	1,75	0,55	0,23	0,03	1,66	7,2	8,9	37,1
	BCcamg 93-105	72,97	15,24	4,12	0,06	0,07	2,61	1,99	0,62	0,13	0,05	2,14	6,9	8,1	47,8

минералов, высвобождением железа из кристаллической решетки минералов и образованием глинистых минералов *in situ*.

От песчаных почв к суглинистым отношение $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ также закономерно сужается, обнаруживая накопление железистого и глинистого компонентов в почве понижения. В этом же ряду почв отмечается увеличение щелочных и щелочноземельных металлов, серы и фосфора. Особенно ярко выражено накопление Ca и Mg.

5.6. Формы соединений железа В гумусовом горизонте дерновой лесной почвы отмечается преобладание свободного железа над силикатным, обнаруживая мобилизацию и биогеохимическую аккумуляцию железа (табл. 9). Определение содержания железа методом Тамма обнаруживает накопление аморфного железа в гумусовом горизонте и в горизонте Bf. В гумусовом горизонте оно почти все связано с органическим веществом, что препятствует более полной его кристаллизации (Schwertmann, Fischer e.a., 1973). В горизонте Bf железо может накапливаться либо в результате железистого метаморфизма, либо в результате нисходящей миграции подвижных органо-железистых соединений в условиях провальной фильтрации в виде комплексных и внутрикомплексных (хелатных) соединений. В горизонте Bf они утрачивают подвижность и осаждаются в связи с изменением реакции среды в сторону меньшей кислотности и увеличением концентрации мигрирующих растворов. Это приводит к коагуляции органо-железистых соединений и выпадении их в осадок. Железо накапливается в горизонте Bf в виде слабоокристаллизованных и аморфных неорганических форм, определяя их охристо-бурую окраску. Органическое вещество в окислительных условиях минерализуется. Аккумуляция железа является признаком Al-Fe-гумусового процесса и железистого метаморфизма. В дерново-боровых почвах аккумуляция железа выражена слабо в виде аморфных соединений в подгумусовом горизонте АВ. В дерновых серых лесных среднегумусных почвах распределение валового железа обнаруживает обеднение этим элементом поверхностных горизонтов. Вынос его при резком снижении водопроницаемости минеральных горизонтов происходит боковым током в понижения рельефа. В гумусовом горизонте в связи с биогенной аккумуляцией и мобилизацией из минералов преобладают свободные формы соединений железа. Оно представлено в основном окристаллизованными формами. В минеральных горизонтах доля свободных форм соединений значительно ниже, а в горизонте Bfm железо остается преимущественно в составе силикатов, очевидно, в связи со слабой его увлажняемостью. Свободные формы соединений представлены преимущественно окристаллизованными формами с преобладанием сильноокристаллизованных в горизонте Bm.

Для многогумусных почв характерно повышение содержания валового железа по всему профилю в связи с их латеральной миграцией и положением в нижней части склона. Во всех горизонтах профиля преобладают свободные формы, в виде которых они мигрируют вниз по склону, а также высвобождаясь в процессе выветривания остаются на месте. Максимум его приурочен к средней

Таблица 9. **Формы соединений железа почв террас**

Горизонт, глубина, см	Fe _{вал}	Fe _д *	Fe _{сил} *	Fe _б	Окристаллизованное			Аморфное		
					общее**	сильно	слабо	общее, Тамма**	органи- ческое	неоргани- ческое
Дерново-боровая										
A 0,5-1,5	3,38	1,34/39,6	2,04/60,4	1,29	1,06/79,1	0,05	1,01	0,28/20,9	0,11	0,17
AB 1,5-6	3,45	1,43/41,4	2,02/58,6	1,41	1,02/71,3	0,02	1,00	0,41/28,7	0,13	0,28
BC 6-26	3,47	1,43/41,2	2,04/58,8	1,42	1,11/77,6	0,01	1,10	0,32/22,4	0,24	0,08
Дерновая лесная										
A1 4-9(10)	3,43	2,08/60,6	1,35/39,6	1,45	1,58/76,0	0,63	0,95	0,50/24,0	0,45	0,05
AB 9(10)-25	3,41	1,34/39,3	2,08/61,0	1,25	1,06/79,1	0,09	0,97	0,28/20,9	0,25	0,03
Bf 25-83	3,90	1,84/47,18	2,06/52,82	1,80	1,25/67,93	-	1,25	0,59/25,5	0,30	0,29
C 82-120	4,03	1,06/26,3	2,97/79,7	1,05	0,98/92,5	0,01	0,97	0,08/7,5	0,05	0,03
Дерновая серая лесная среднегумусная										
A1 3-10	3,12	2,31/74,0	0,81/26,0	1,77	1,51/65,4	0,54	0,97	0,80/34,6	0,44	0,36
Bm 10-22	3,24	1,79/55,2	1,45/44,7	1,05	1,29/72,1	0,74	0,55	0,50/27,9	0,21	0,29
Bf,m 22-40	4,15	1,93/46,5	2,22/53,5	1,40	1,43/74,1	0,53	0,90	0,50/25,9	0,21	0,29
BC 40-90	3,67	2,30/62,7	1,37/37,3	1,58	1,75/76,1	0,72	1,03	0,55/23,9	0,23	0,32
Дерновая серая лесная многогумусная										
A1ca 2-23	4,22	2,21/52,4	2,00/47,4	1,95	0,96/43,4	0,26	0,70	1,25/56,6	0,85	0,40
Agca 23-49	4,01	2,00/49,9	2,01/50,1	1,64	1,05/52,5	0,36	0,69	0,95/47,5	0,64	0,31
Bca 49-93	5,31	3,65/68,7	1,66/31,3	3,39	1,56/42,7	0,26	1,30	2,09/57,3	0,19	1,90
Cca 93-105	4,12	3,43/82,8	0,69/16,7	3,08	1,36/32,6	0,35	1,01	2,07/67,4	0,14	1,93

* - % от валового, ** - % от свободного

части профиля и достигает в горизонте $V_{m,ca,g}$ 5,31%. Содержание свободного железа в связи с глееватостью увеличивается вниз по профилю, в его составе преобладают аморфные формы. Аморфные гидроксиды в гумусовом горизонте в основном связаны с органическим веществом, в минеральных горизонтах и почвообразующей породе присутствуют в свободной форме.

5.7. Микроморфологическая диагностика почвообразовательных процессов. В почвах террас в составе первичных минералов доминируют кварц, ортоклаз, реже встречаются плагиоклазы и еще реже – микроклин. Из железистых минералов характерно заметное присутствие роговой обманки и биотита, содержание которых увеличивается вниз по склону. В дерновых лесных почвах гумус представлен в основном типами мор, модер и железисто-гумусовой плазмой (рис. 3а). Агрегированность почвенной массы и разветвленная система пор отмечается только в гумусовом горизонте. Минеральные горизонты бесструктурны (рис.3б,в). В горизонте V_f железо присутствует в виде кутан и бурых аморфных сгустков (рис.3б).

В дерновой серой лесной среднегумусной почве аккумулятивный горизонт характеризуется глубокой гумификацией органического вещества до стадии лесной и кальциевый мюллер (рис.3г). В минеральных горизонтах отмечаются: отчетливый, но слабо выраженный метаморфизм минеральной части с образованием пластинок гидрослюд и тонких железистых пленок на поверхности зерен первичных минералов (рис.3е,3е*). В горизонте V_m формируются немногочисленные очень мелкие (<100 мкм) плотные железистые стяжения (рис.3д). Очевидно, что для горизонта характерно периодическое кратковременное переувлажнение, сопровождающееся некоторым высвобождением железа из кристаллической решетки минералов, и длительное иссушение, обуславливающее кристаллизацию железа в виде пленок и мелких стяжений. Вниз по профилю отмечается увеличение компактности упаковки скелета (рис.3ж), что объясняет снижение водопроницаемости. Для всего профиля характерно отсутствие признаков подвижности плазменного материала.

Для многогумусных почв характерно накопление гумуса типа кальциевый мюллер (рис.4а,в) и присутствие во всем профиле микрозернистых форм карбонатов (рис.4б,ж). Ярко выраженный метаморфизм минеральной части всех горизонтов проявляется в повышенном содержании плазменного вещества как глинистого, так и железистого, преобразовании биотита в аморфную массу (рис.4е), активном отслоении пластинок гидрослюд с поверхности зерен полевых шпатов (рис.4д) и повышенном содержании плазменного вещества как глинистого, так и железистого (рис.4г).

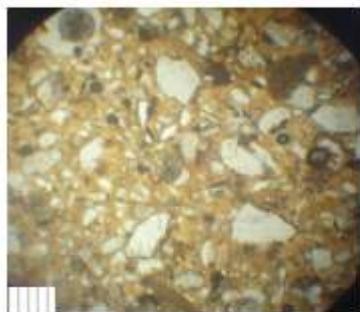
5.8. Генезис и классификация почв террас и эоловых бугров. Формирование дерново-боровых и дерновых лесных почв происходит на песчаных отложениях под влиянием кислых продуктов разложения опада сосновых лесов. Для дерновых лесных почв характерно формирование кислого грубогумусного аккумулятивного горизонта и горизонта V_f с аккумуляцией слабокристаллизованных и, в меньшей степени, аморфных форм соединений железа в виде пленок на



a-A1



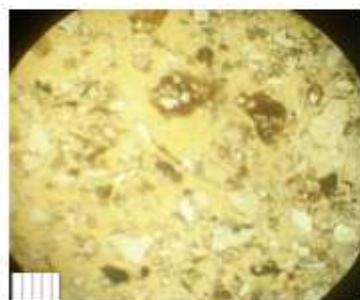
б-Bf



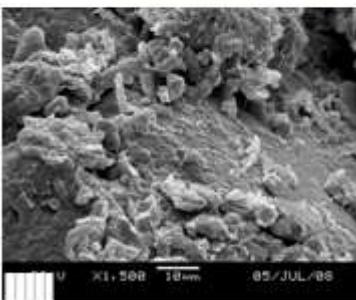
в-С



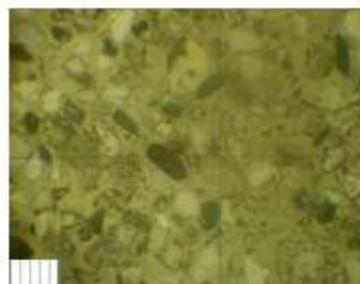
г-A1



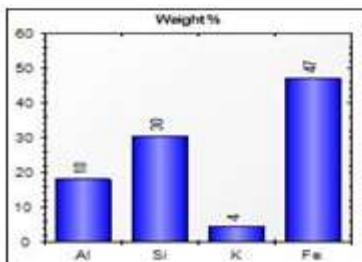
д-Bm



e-Bm



ж

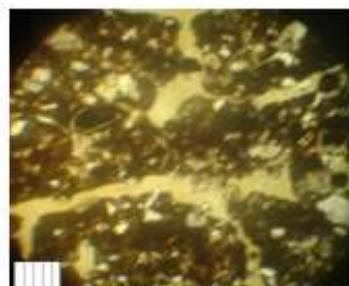


e*-Bm

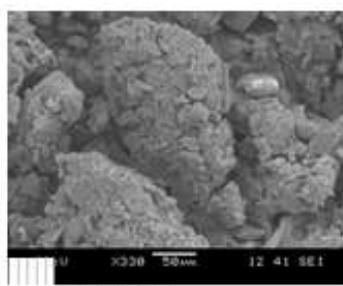
Рис. 3. Микроморфологическое строение почв озерно-речных террас.

а,б,в – дерновая лесная; г,д,е,ж - дерновая серая лесная;

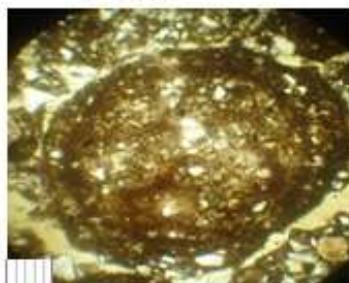
Цена деления на масштабной линейке 32 мкм.



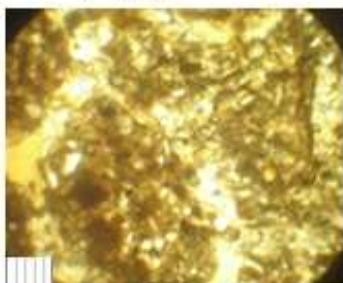
а - Аса



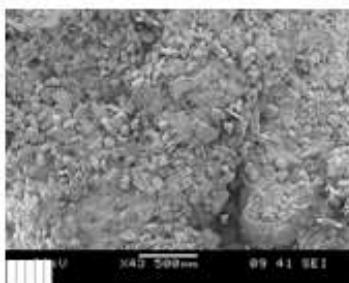
б - Аса



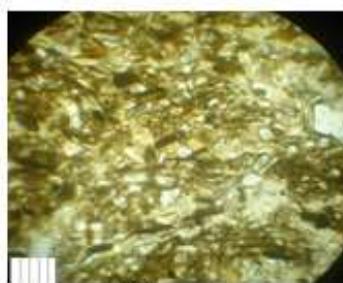
в - Аса



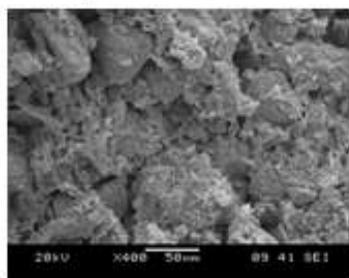
г - Вмса



д - Вмса



е - ВСгса



ж - ВСгса

Рис. 4. Микроморфологическое строение дерновой серой лесной многогумусной почвы. Цена деления на масштабной линейке 32 мкм.

поверхности зерен первичных минералов. Максимумы в горизонте V_f аморфных неорганических форм и в значительно меньшей степени форм, связанных с гумусом, свидетельствуют о слабом развитии альфегумусового процесса и железистого метаморфизма. В дерново-боровых почвах эти процессы существенного развития не получают в связи с молодостью почвообразования. Специфической чертой дерновых серых лесных среднегумусных почв является отсутствие признаков элювиально-иллювиальной дифференциации профиля. Генезис их определяется слабо выраженным, но отчетливым железистым метаморфизмом минеральной части, окристаллизованностью свободных форм соединений железа, со значительной долей сильноокристаллизованных. Многогумусные почвы формируются под влиянием активной биогенной и гидрогенной аккумуляции веществ с образованием гумуса типа кальциевый мюллер, ярко выраженного метаморфизма минеральной части и карбонатизации всего профиля. Признаки элювиально-иллювиальной дифференциации отсутствуют.

Почвы подтаежных ландшафтов не имеют названий в классификации почв СССР (1977). Название дерново-боровые предложено А.Г. Гаелем и Л.Ф. Смирновой (1999), дерновые лесные, дерновые серые лесные средне- и многогумусные – Ц.Х. Цыбжитовым и А.Ц. Цыбжитовым (2000) (табл. 10).

Таблица 10. **Классификация почв террас и эловых бугров**

<i>Тип</i>	<i>Подтип</i>	Авторы
Дерново-боровые	не разработан	Гаель А.Г., Смирнова Л.Ф. (1999)
Дерновые лесные	не разработан	Цыбжитов Ц.Х., Цыбжитов А.Ц. (2000)
Дерновые серые лесные	среднегумусные	
	многогумусные	

Глава 6. Гидроморфные почвы Калтусного тектонического прогиба

6.1. История развития и современные условия болотообразования. Заблачивание Калтусного тектонического прогиба активизировалось в связи с прекращением дренирующей деятельности Селенги после ее ухода к подножию хребта Морской в конце плейстоцена-начале голоцена. Основными факторами, обусловившими накопление торфа являются: поступление вод с высокогорного хребта, дельтовый рельеф с очень слабым уклоном в сторону Байкала, влажный климат среднего голоцена, землетрясения, вызвавшие образование прогиба.

6.2. Морфология и физико-химические свойства почв.

Морфологическое строение. В краевой восточной части болотного массива под луговым разнотравьем формируются дерново-глеевая почва с профилем: А1–АВg–В1g–В2g–ВСg. Горизонт А1 темно-серый, мелкокомковатый, плотный. Горизонт АВg серовато-светлобурый с охристыми пятнами, очень плотный. Горизонт В1g серовато-бурый с мелкими сизоватыми пятнами, комковато-глыбистый, очень плотный. Горизонт В2g очень плотный, ореховато-комковатый, рассыпчатый, поверхности агрегатов покрыты белесой скелетаной, внутриведная масса охристая. Горизонт ВСg сизовато-бурый, структура комковатая, очень плотный.

Болотная низинная торфяно-глеевая почва под березовым лесом с зарослями вейника Лангсдорфа в юго-восточной краевой части болотного массива имеет профиль Т–ВГ–G. Горизонт Т буровато-черный с ярко-охристыми не плотными железистыми новообразованиями, хорошо разложившийся, с комковатой структурой и обилием корней. Горизонт ВГ сизовато-серый с бледно-охристыми пятнами, комковато-глыбистой структурой, легкосуглинистый. Горизонт G (> 55 см) сизо-темно-серый с охристыми пятнами, глыбистый с раковистым изломом, среднесуглинистый.

Болотная низинная торфяная почва центральной части болотного массива под разнотравно-злаково-осоковой растительностью состоит из горизонтов Т1–Т2–Т3. Горизонт Т1 пронизан травянистыми корнями, буровато-черный, хорошо разложившийся, с комковатой структурой. Горизонт Т2 темно-бурый, моховой, слабо разложившийся с остатками древесной растительности. Горизонт Т3 мхово-древесный, черновато-бурый, слабо разложившийся.

Болотная низинная торфяно-глеевая почва прибайкальской части болотного массива формируется под злаково-осоковым с разнотравьем сообществом вблизи песчаной гряды. Профиль состоит из горизонтов Т1–Т2–G. Горизонт Т1 серовато-буроватый слабо разложившийся, пронизан и уплотнен корнями. Горизонт Т2 менее плотный, опесчаненный, буровато-темно-серый, слабо разложившийся. Корней мало. Горизонт G сизо-серый мелкопесчаный, хорошо сортированный.

Физико-химические свойства.

Дерново-глеевая почва восточной окраины массива имеет легкосуглинистый состав (табл. 11), сменяющийся в нижней части профиля супесью. Содержание гумуса в аккумулятивном горизонте высокое, в минеральных горизонтах снижается постепенно. ЕКО, СНО, рН и сухой остаток имеют повышенные значения в аккумулятивном горизонте, в средней части профиля эти показатели снижаются и в нижней – несколько возрастают, обнаруживая подпитку почв грунтовыми водами.

Болотная низинная торфяно-глеевая почва юго-восточной части болотного массива имеет легко- и среднесуглинистый состав. Торф поверхностных горизонтов в юго-восточной и в центральной части массива отличается высокой степенью разложенности и относится к высокозольным. Торф подповерхностных и нижних горизонтов относится к слабо разложившимся, обедненным. Почвы характеризуются близкой к нейтральной реакцией среды с очень высокой ЕКО и слабой насыщенностью основаниями.

В прибайкальской части болота связаннопесчаный гранулометрический состав подстилающих пород свидетельствует об их озерном генезисе. Опесчаненностью обусловлена повышенная зольность торфяных горизонтов. Почвы имеют слабокислую и кислую реакцию, очень низкую для торфяных почв ЕКО. Насыщенность основаниями составляет всего 40-50%.

Физико-химические свойства почв юго-восточной и центральной части массива обнаруживают их принадлежность к болотным низинным типичным почвам, а почвы прибайкальской части - к обедненным. Высокая степень

Таблица 11. Физико-химические свойства почв тектонического прогиба

Горизонт Глубина, см	pH		Обменные кт		Н ⁺ гидро- литическая	ЕКО	СНО	Гумус	С орг.	N	C/N	Золь- ность	Сухой остаток	<0,01, мм
			Ca ²⁺	Mg ²⁺										
	H ₂ O	KCl	мг экв/100 г п				%				%			
Р. 10-01 Дерново-глеявая в восточной части тектонического прогиба														
A1 0-20	6,2	5,1	23,26	4,60	5,70	33,6	82,1	6,54	-	0,30	14,2	-	0,19	20,13
ABg 20-30	5,9	5,3	12,33	2,09	4,63	19,1	70,2	2,59	-	0,12	13,3	-	0,10	21,55
B1g 30-50	5,8	5,2	10,00	1,25	6,67	17,9	63,8	1,80	-	0,09	13,4	-	0,08	21,01
B2g 50-91	6,1	5,7	13,01	3,85	4,21	21,1	80,4	1,10	-	0,05	14,4	-	0,09	11,15
BCg 91-110	6,1	5,7	13,02	4,98	3,40	21,4	85,5	0,75	-	0,04	13,2	-	0,11	14,42
Р. 4-08 Болотная низинная торфяно-глеявая в юго-восточной краевой части тектонического прогиба														
T 0-20	6,7	5,8	95,1	11,8	33,3	140,2	73,2	-	31,7	3,66	7,6	35,7	0,21	-
BG 20-55	6,5	5,3	16,9	5,3	12,0	34,2	64,9	7,2	-	0,50	8,4	-	0,18	28,22
G 55-70	6,7	5,5	12,0	4,5	5,2	21,7	76,0	4,2	-	0,31	9,2	-	0,08	30,95
Р. 2-06 Болотная низинная торфяная в центральной части тектонического прогиба														
T 0-25	6,4	5,2	84,6	10,5	36,6	131,7	72,2	-	41,1	3,36	10,9	17,9	0,15	-
T2 25-75	6,5	5,4	51,2	9,5	38,0	98,7	61,5	-	42,5	4,00	10,6	7,9	0,08	-
T3 75-110	6,3	5,2	51,7	7,10	40,3	99,1	59,3	-	35,5	4,12	8,65	7,5	0,06	-
Р. 18-05 Болотная низинная торфяно-глеявая в западной части тектонического прогиба														
T1 0-17	6,1	5,0	10,9	6,25	17,9	35,1	49,0	-	21,3	1,6	15,6	32,5	0,05	-
T2 17-25	6,4	5,6	9,0	3,00	17,1	29,1	41,2	-	18,9	1,3	17,0	34,6	0,03	-
G 25-40	5,8	5,0	5,6	3,81	10,6	20,0	47,1	3,62	2,1	0,2	12,3	-	0,03	5,82

разложения поверхностных горизонтов торфяных почв связано с современным засушливым этапом климатических условий, способствующих активной гумификации остатков растений. В прибайкальской, наиболее низкой части тектонического прогиба почвы обводняются больше в связи с поступлением слабоминерализованных речных вод с хребта Хамар-Дабан. Они испытывают охлаждающее влияние оз. Байкал в весенне-летний период. Это препятствует разложению растительных остатков, их гумификации и обогащению зольными веществами.

Значительная часть болотного массива осушается сетью мелиоративных каналов. Осушенные почвы северной краевой части болотного массива имеют профиль Tdca–Tca–B1Gca–B2gca–CGca. Торфяные горизонты характеризуются высокой степенью разложения и темно-серой окраской. Горизонт B1Gca сизо-темно-серый с ярко-охристыми пятнами, легкосуглинистый с ореховато-творожистой рассыпчатой структурой. Горизонт B2gca светло-бурый с охристыми потеками, среднесуглинистый, плитчато-ореховатый. Горизонт CGca сизый, супесчаный, с раковистым изломом. В центральной осушенной части болотного массива формируются почвы с профилем T1dca–T2ca–T3–T4–T5. Поверхностные горизонты характеризуются высокой степенью разложения. Горизонт T1dca темно-бурый, уплотнен корнями. Горизонт T2ca буровато-темно-серый до черного с охристыми пятнами, рыхлый. Горизонт T3 плотный, гипново-травяной средней степени разложения, буровато-темно-серый с охристыми прослоями. Горизонт T4 сизовато-темно-серый хорошо разложившийся, горизонт T5 среднеразложившийся светло-бурый. По классификации почв СССР (1977) почвы относятся к подтипам: перегнойно-глеевая и перегнойно-торфяная.

Физико-химические свойства. Перегнойно-глеевая почва имеет легкосуглинистый состав, слабощелочную и щелочную реакцию среды (табл. 12). Располагаясь в краевой части болотного массива, она находится в зоне действия испарительного геохимического барьера, вызывающего карбонатизацию профиля. Перегнойно-торфяная почва центральной части массива характеризуется карбонатностью и слабощелочной реакцией среды поверхностных горизонтов. Горизонты, располагающиеся ниже 30 см, мало изменились при осушении, они имеют слабокислую реакцию среды и высокую гидролитическую кислотность.

6.3. Генезис и классификация почв. Эволюция болотных почв происходит в биогенном цикле и с нарастанием мощности торфа низинные болота, как правило, переходят на атмосферное питание и мезо- и далее олиготрофную стадию развития. На исследованном болотном массиве, несмотря на значительную мощность торфа (до 8 м), подобного перехода не наблюдается. Напротив, поверхностные горизонты торфяных почв характеризуются высокой степенью разложения и зольностью, что свидетельствует об эутрофности болот, а аналогичные показатели нижележащих горизонтов свидетельствуют об их переходной стадии. Современный континентальный климат с малоснежными зимами, сухими (K_u 0,4-0,5) и ветреными весной и первой половиной лета, сухой и прохладной осе-

нию, установившийся после голоценового оптимума, не благоприятствуют боло-тообразованию. Лишь поступление обилия вод с наветренного склона хребта Хамар-Дабан и весьма слабая дренированность тектонического прогиба с его дельтовым рельефом обуславливают поддержание уровня грунтовых вод на глубине <1 м, что является решающим фактором сохранения болотного массива и задержке его эволюции на эутрофной стадии.

Таблица 12. Физико-химические свойства осушенных болотных почв

Горизонт, глубина, см	pH H ₂ O	Обменные кт		Н ⁺ гидро-литическая	ЕКО	С орг.*	С/N	Зольность**, %
		Ca ²⁺	Mg ²⁺					
Мг экв/100 г п						%		%
Мелиорированная освоенная перегнойно-глеевая низинная, Р.10-03								
Тпса 0-18	7,9	-	-	10,2	141,4	28,33	15,6	20,05
Тса 18-23/26	7,9	-	-	15,4	143,6	32,59	20,2	17,40
ВГса 28-55	8,0	-	-	0,3	136,2	6,90*	9,8	29,68*
Вса 55-84	8,0	-	-	<0,2	133,8	0,54*	4,0	30,40*
СГса 84-135	8,0	-	-	0,3	137,2	0,38*	4,3	20,10*
Мелиорированная освоенная перегнойно-торфяная низинная, Р.13-03								
Тпса0-2/9	8,0	-	-	12,7	142,9	28,89	31,0	15,0
Т1са2/9-30	7,9	-	-	14,3	110,2	33,73	26,3	12,4
Т2 30-72	6,3	45,80	4,17	42,00	91,97	29,56	22,0	14,5
Т3 72-111	6,7	40,91	9,09	45,50	95,50	34,70	25,0	9,8
Т4 111-130	7,2	27,59	5,17	36,75	69,51	33,12	33,4	8,5

*- гумус

** - сумма фракций гранулометрического состава <0,01, мм

В настоящее время на болотном массиве наиболее широкое распространение получают болотные низинные торфяно-глеевые типичные и торфяные типичные почвы, а в прибайкальской части болота они сменяются подтипом – обедненные (табл. 13). В восточной части тектонического прогиба формируются дерново-глеевые почвы с подтипом грунтово-глееватые. На осушенной части формируются перегнойно-глеевые и перегнойно-торфяные подтипы торфяных низинных почв.

Таблица 13. Классификация гидроморфных почв тектонического прогиба

Тип	Подтип	Род
Торфяные болотные низинные	торфяно-глеевые типичные	обычные
	торфяные типичные	обычные
	торфяно-глеевые обедненные	обычные
Дерново-глеевые	грунтово-глееватые	насыщенные
Торфяные низинные освоенные	перегнойно-глеевые	карбонатные
	перегнойно-торфяные	карбонатные

Глава 7. Почвенный покров и геохимическая обстановка

7.1. Общие закономерности формирования почвенного покрова. На основе выявленных закономерностей генезиса и эволюции почв, с использованием аэро- и космоснимков и полевых исследований составлена почвенная карта (рис.

5) с выделением таксономических единиц до уровня рода, при отсутствии их в классификации – до уровня типа и подтипа. На почвенной карте дельты Селенги выделяется 13 типов, 20 подтипов и 24 рода почв. Ведущим фактором, определяющим общие черты организации почвенного покрова, является дельтовый, делящий территорию на разновозрастные элементы геоморфологического строения с соответствующим для каждого из них рельефом, и тектонический, определяющий тренды в компонентном составе почв. Современные дельта и пойма заняты в основном аллювиальными почвами, древняя дельта в Калтусном тектоническом прогибе – болотными низинными почвами, плиоцено-плейстоценовые озерно-речные террасы – подтаежными почвами. Карта является основой для выявления разнообразия почв и геохимической обстановки, создаваемой взаимодействием всех компонентов ландшафтов.

7.2. Почвенно-геохимическая обстановка. Воды и взвеси Селенги обогащены ионами Ca^{2+} , HCO_3^- и Na^+ , перераспределяющимися в дельте в соответствии с почвообразованием. Они накапливаются на испарительном F и термодинамическом H барьерах, формируя щелочной D барьер в луговых почвах с преимущественно грунтовым питанием (рис.6, табл. 14). В почвах с застойным водным режимом и восстановительной обстановкой (рис. 7) формируется глеевый C барьер. Сорбционный G барьер отчетливо выражен в почвах с повышенным содержанием органического вещества и суглинистым гранулометрическим составом (рис.8,9). В дерновых серых лесных многогумусных почвах обнаруживается наличие сорбционного G и испарительного F геохимических барьеров. Механический M барьер формируется на территориях с периодически затапливаемыми почвами.

Таблица 14. Почвенно-геохимические барьеры в дельте Селенги

Тип	Подтип	Род	Барьеры
Адн сл	примитивные	обычные	M
А лб	собственно	обычные	M, C, G
		оторфованные	M, C, G
	карбонатные	M, C, G	
Аб и-т-г	обычные	ненасыщенные	M, C, G
Алн	слоистые	обычные	M, G
ТБн	типичные	обычные	C, G
	торфяные		
	обедненные торфяно-глеевые	обычные	C, G
	типичные торфяно-глеевые	обычные	C, G
Тн освоенные	Перегноино-глеевые	карбонатные	G
	Перегноино-торфяные	карбонатные	G
Алк	собственно	обычные	F, H, D, G
		засоленные	F, H, D, G
Адн	остепняющиеся	обычные	F, H, D
Дсл	многогумусные	карбонатные	G,F

7.3. Тяжелые металлы в почвах дельты Селенги. В холодной части умеренной зоны химический состав осадочных пород и веществ, переносимых



Рис.5. Почвенная карта дельты р. Селенги.

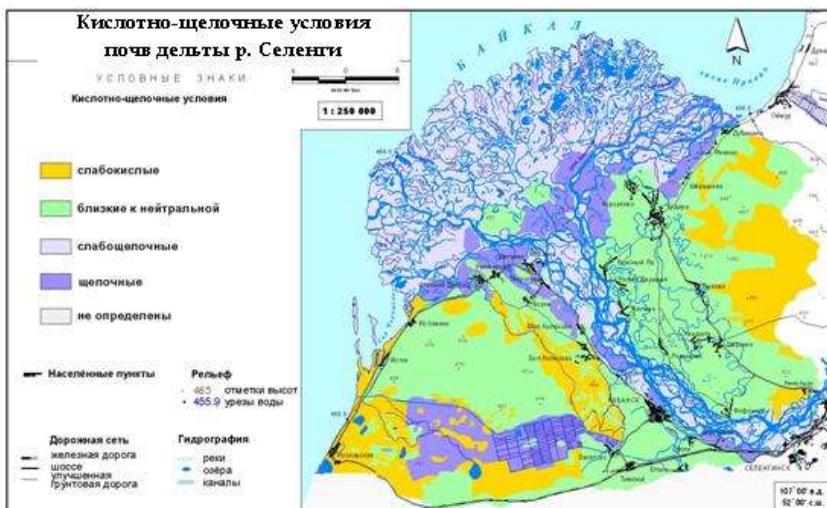


Рис.6. Карта кислотно-щелочных условий почв дельты р. Селенги



Рис.7. Карта окислительно-восстановительных условий почв дельты р. Селенги

реками, отличается сходством (Гордеев, Лисицын, 1978). Среди ТМ выделяется группа элементов, легко мигрирующих с речными водами: Cu, Pb, Zn, Co, Ni, Cr (Гордеев, Лисицын, 1979). Из них Zn, Cu, Cr, Ni мигрируют в составе взвеси, Pb обогащает речную взвесь, сорбируясь на тонкодисперсных частицах. Из анализируемых элементов Pb относится к первому классу опасности, а Zn, Co, Ni, Cu, Cr – к второму классу (Горбачев и др., 2008).

Учитывая подчиненность ландшафтов дельты по отношению к водосборному бассейну, при оценке геохимического состояния в качестве фона приводим данные их содержания в почвах и породах бассейна Селенги по (Убугунов, Кашин, 2004; Со – Сеничкина, Абашеева, 1986). Полученные данные также сравниваются с кларками (Виноградов, 1962) и ПДК в почвах (Протасов, 1995) (рис.9-14).

В почвах котловин Южного Забайкалья содержание этих металлов несколько выше, чем в породах. При этом содержание Co, Ni, Cu, Zn, Cr в почвах и породах значительно ниже кларка и ПДК для этих элементов, а содержание Pb более чем в два раза выше кларка и несколько выше ПДК. Согласно схеме формирования геохимических барьеров (Перельман, Касимов, 1999), в почвах района исследования возможно действие пяти геохимических барьеров, на которых аккумуляция веществ зависит от качества вод и почв, и механического барьера, на котором аккумуляция ТМ происходит наиболее активно (табл. 15).

Таблица 15. Типы концентраций химических элементов на геохимических барьерах (Перельман, Касимов, 1999)

Геохимические Барьеры	Кислородные воды-*, глеевые воды-+											
	Кислые и слабокислые						Нейтральные и щелочные					
	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Cr	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Cr
Глеевый С	*+						*					*
Щелочной D	*+	*+	*+	*+	*+				+	+	+	
Испарительный F			*						+			
Сорбционный G	*+	*+	*+	*+	*+				*+			
Термодинамический H		*+	*+	*+	*+			*	*+			
Механический	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+
Всего	8	8	9	8	8	2	3	3	8	3	3	3

Для аккумуляции Cr благоприятна глеевая обстановка с кислородными нейтральными и слабощелочными водами. В связи с этим содержание Cr в затопляемых почвах выше фонового (табл. 16, рис.10). Pb, Co и Ni из нейтральных и щелочных вод осаждаются на термодинамическом и щелочном барьерах, при этом содержание Co и Pb в почвах с подобными условиями превышает значение кларка (рис.11-13). Из кислых и слабокислых вод эти элементы осаждаются на щелочном, сорбционном и термодинамическом барьерах. Cu осаждается в аналогичных условиях, а также на глеевом барьере. Его содержание в болотных неосушенных почвах превышает ПДК (рис.14). Содержание Zn, активно мигрирующего как в кислых, так и в щелочных водах и осаждающегося на щелочном, испарительном, сорбционном и термодинамическом барьерах, превышает ПДК в

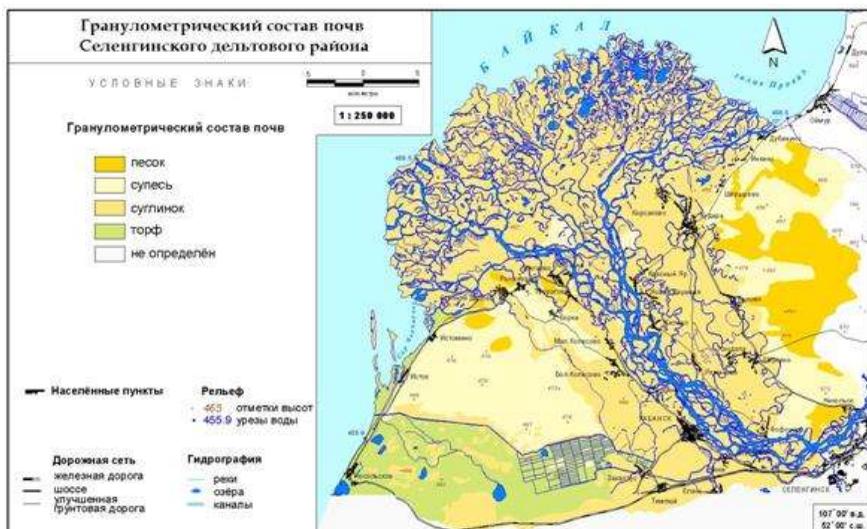


Рис. 8. Карта гранулометрического состава почв дельты р. Селенги.

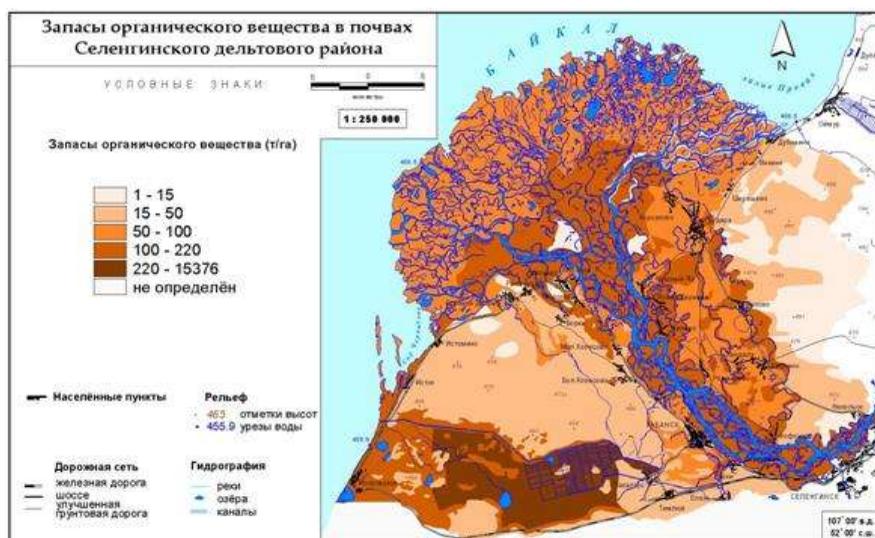


Рис. 9. Карта запасов органического вещества в почвах дельты р. Селенги.

почвах русла Селенги, в неосушенной южной части болота (рис. 15). В дерновых серых лесных многогумусных, аллювиальных дерновых остепняющихся и лугово-болотных почвах северо-восточного сектора периферической части дельты содержание цинка превышает значение кларка.

По интенсивности накопления в условиях дельты Селенги тяжелые металлы образуют ряд: $Zn > Pb > Cu > Co > Cr > Ni$. Содержание Zn, Pb и Cu превышает ПДК в почвах русла Селенги, неосушенных болот в южной части массива и дерновых серых лесных почв на останцах террас в пределах болотного массива, что позволяет отнести их к классу «опасные». Накопление ТМ в почвах островов русла реки и активно действующих проток свидетельствует об их современной миграции из бассейна реки с водами Селенги.

Выполнение почвами водоохранной функции заключается в формировании почвенно-геохимических барьеров, на которых происходит аккумуляция ТМ. Почвенно-геохимические карты, отражающие условия формирования барьеров и дифференциацию содержания ТМ в почвах дельты Селенги, являются основой для осуществления дифференцированного контроля за содержанием ТМ, планирования хозяйственной деятельности в дельте Селенги и основанием для выявления источников поступления загрязняющих веществ в бассейне реки.

Таблица 16. Тяжелые металлы в почвах поймы и дельты, мг/кг (Кв,%)

Местоположение		Почва	Cu	Кв	Pb	Кв	Zn	Кв	Co	Кв	Cr	Кв	Ni	Кв
Периферическая часть дельты	С-В сектор	Алб n=5	31,3	30,00	17,6	27,71	95,6	2,99	14,9	17,83	69,0	6,15	44,3	6,47
		Ад сл. n=9	18,3	43,30	10,1	16,95	35,5	23,14	8,1	18,95	60,0	14,10	10,3	30,70
	З сектор	Алб n=12	35,1	21,34	9,8	29,03	78,6	17,30	13,8	21,28	77,0	8,05	8,9	31,02
	С сектор	Алб n=5	23,0	53,13	14,8	59,1	74,5	56,46	11,6	55,82	55,0	47,89	33,0	57,65
Русло Селенги		Ал n=5	38,0	-	17,6	-	109,0	-	16,0	-	72,0	-	50,0	-
Притеррасная часть дельты		Ад сл. n=8	7,9	9,38	9,4	52,64	30,8	23,38	6,6	34,20	90,4	9,32	5,8	69,74
		Алб к n=9	13,5	28,93	11,3	29,38	45,5	38,61	11,8	39,48	56,9	15,05	13,9	64,13
Основание дельты, центральная пойма		Ад сл. к n=4	21,4	7,23	11,8	35,50	83,8	22,55	22,2	32,14	73,9	13,61	10,81	-
		Ал к n=11	20,1	36,29	22,4	20,20	35,9	24,41	10,7	24,72	63,7	10,85	28,4	65,40
		Алса n=6	32,4	10,35	23,5	42,10	95,0	66,04	35,0	19,66	78,5	13,48	29,5	-
		Алн n=5	5,0	-	10,1	-	29,3	-	4,7	-	31,3	-	11,9	-
Пойма р. Шумихи		Алн n=5	8,4	61,44	18,0	35,57	33,3	39,07	5,6	43,47	35,3	28,89	17,5	46,94
Высокая пойма		Л n=7	28,7	26,60	11,6	34,40	65,2	30,15	10,2	43,12	37,5	13,06	22,6	48,42
Эоловый бугор		Дб n=7	7,1	57,62	6,1	67,92	28,0	9,69	5,6	28,37	46,0	13,93	8,7	85,47
Тектонический прогиб	Осушенная часть	Дг n=6	25,8	47,76	22,9	48,12	53,9	19,57	7,0	65,98	72,2	8,73	-	-
		Бн то n=6	7,6	-	2,9	-	33,9	-	2,35	-	19,9	-	4,1	-
	Неосушенная часть	Бнт n=5	62,3	15,63	22,1	34,1	99,7	23,17	25,3	27,03	52,0	58,41	53,3	18,90
		Бн тпг n=5	60,0	-	22,2	-	150,0	-	31,0	-	50,0	-	43,0	-
		Бн обелн n=5	33,1	93,6	5,3	54,55	69,0	68,90	15,1	75,50	46,8	95,53	29,43	94,27
Останец	Дсл n=4	25,3	4,9	33,0	12,37	112,3	3,58	21,0	30,37	70,0	12,34	34,0	55,30	
Озерно-речные террасы		Дл n=5	3,7	21,62	11,6	6,05	34,7	19,18	4,1	11,08	30,0	7,20	11,3	16,24
		Дсл n=5	7,3	37,72	15,5	13,31	57,0	12,49	8,2	34,56	43,5	15,19	17,8	24,61
		Сл n=5	31,7	22,23	11,2	42,39	84,3	35,79	9,4	39,46	45,3	25,81	25,5	33,62



Рис. 10. Карта содержания Cr в почвах дельты р. Селенги.

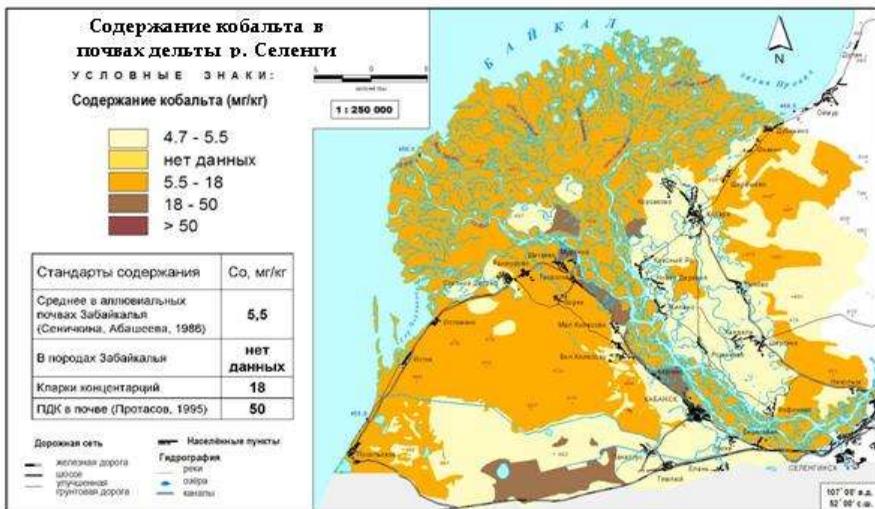


Рис.11. Карта содержания Co в почвах дельты р. Селенги

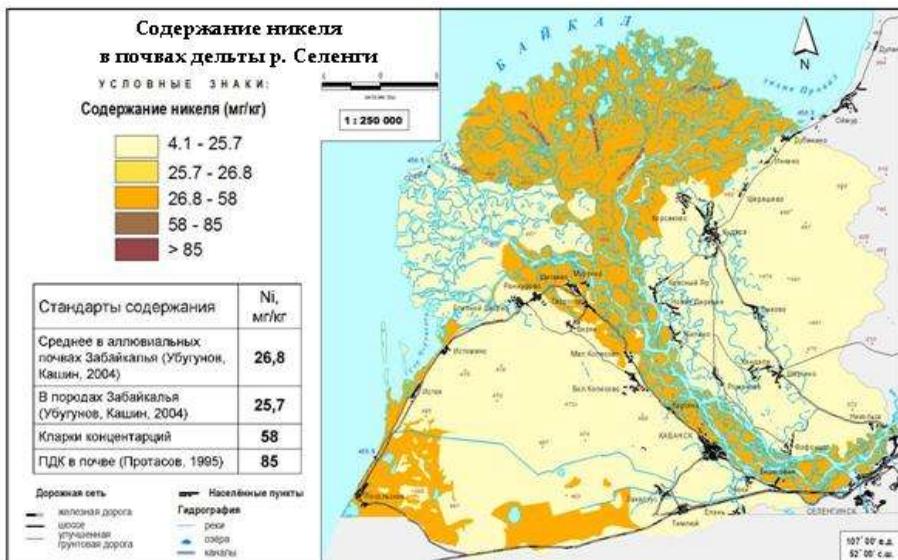


Рис. 12. Карта содержания Ni в почвах дельты р. Селенги.

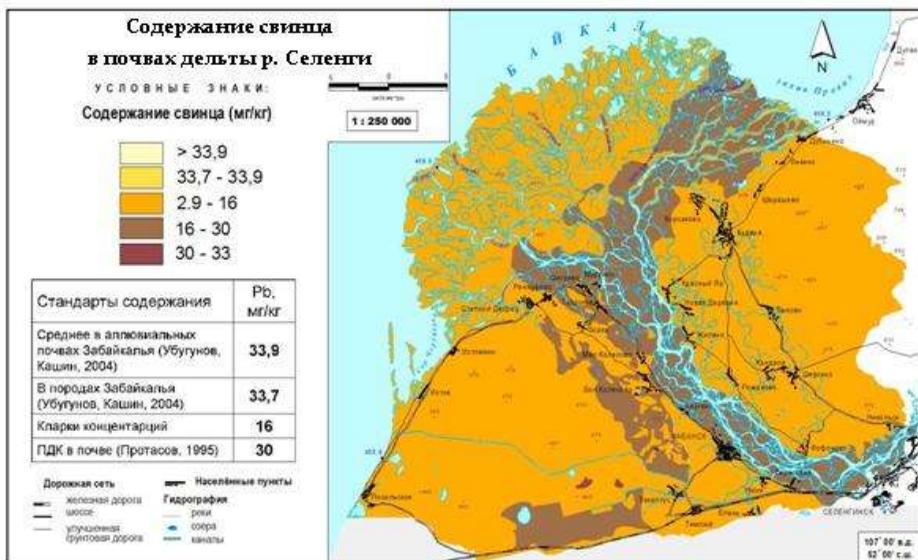


Рис. 13. Карта содержания Pb в почвах дельты р. Селенги.

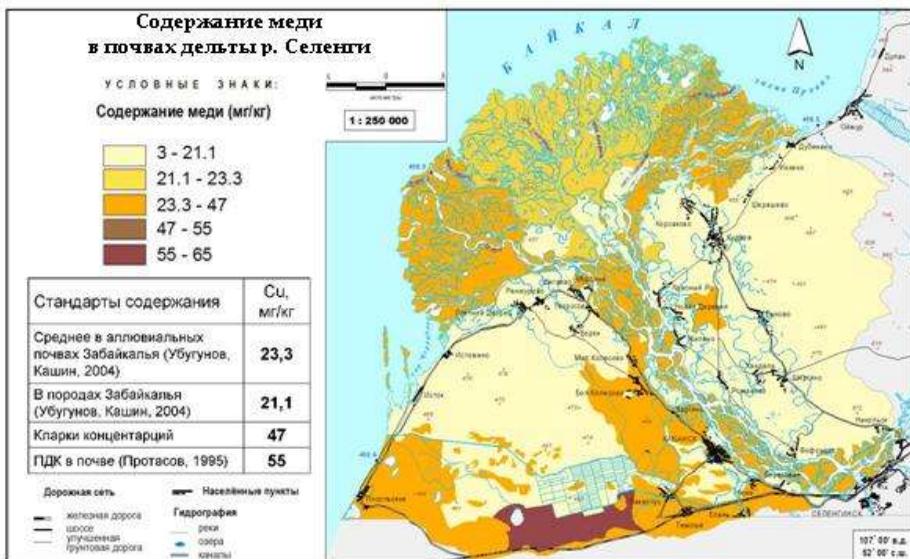


Рис.14. Карта содержания Cu в почвах дельты р. Селенги.

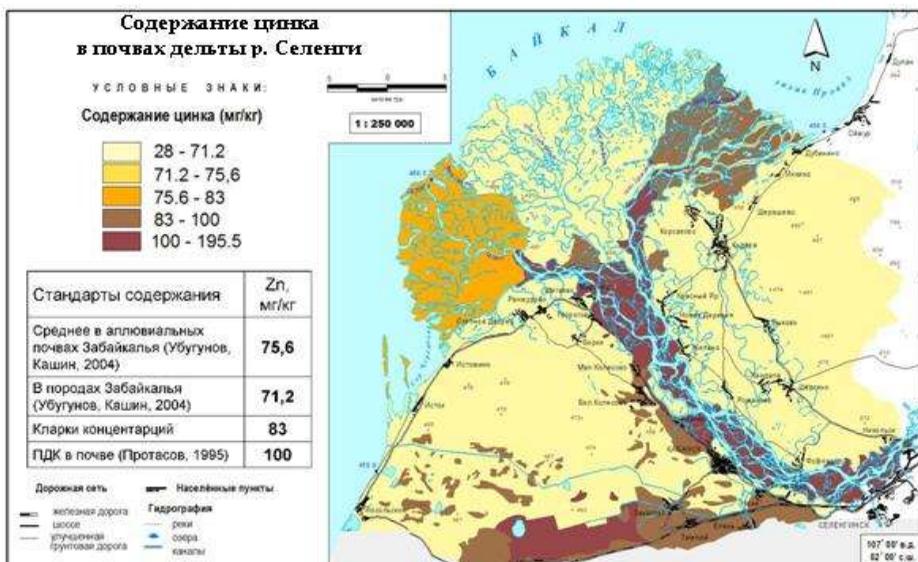


Рис.15. Карта содержания Zn в почвах дельты р. Селенги.

Выводы

1. Аккумулятивная деятельность Селенги в Байкальском рифте сформировала дельту с крупными разновозрастными и разновысотными элементами геоморфологического строения, на которых господствуют почвы различного генезиса: в дельте выдвижения и пойме – аллювиально-дельтового, в тектоническом прогибе – болотного низинного и на плиоцен-плейстоценовых уровнях – подтающего.

2. В дельте выдвижения и пойме в соответствии с нарастанием гипсометрических отметок и изменением водного режима формируются почвы, образующие три стадии развития: I – аллювиальные лугово-болотные и дерновые слоистые затапливаемые; II – аллювиальные луговые преимущественно грунтового увлажнения; III – посталлювиальные луговые. Отчетливой выраженности стадийности способствует погружение периферической части дельты, стабилизирующей современное направление речного потока.

3. Благодаря пресноводности озера, пылеватости и слабощелочной реакции привносимого аллювия, определяемых эколого-географической обстановкой в бассейне р. Селенги, генезис и эволюция почв дельты Селенги имеет существенные отличия от почв приморских дельт. Оторфованность характерна для почв первой стадии развития – аллювиальных лугово-болотных почв в узкой прибайкальской полосе и прибрежной части мелководных озер. Слабо выраженная тенденция к засолению характерна для почв второй стадии развития в левобережной части основания дельты и поймы.

4. На повышенных песчано-бугристых участках плейстоценовых озерно-речных террас, покрытых ксерофитными сосновыми лесами, опад которых продуцирует гумус гуматно-фульватного типа, в условиях свободной нисходящей миграции растворов, развиваются альфегумусовый и железисто-метаморфический процессы, определяющие формирование дерновых лесных почв. На эоловых буграх голоценового возраста под мертвопокровными сосняками расположены дерново-боровые почвы.

5. Пологонаклонные участки террас и их подножия, сложенные супесчаными и суглинистыми отложениями, покрытые сосново-березовыми и березовыми лесами занимают почвы с региональным названием дерновые серые лесные средне- и многогумусные. Они отличаются отсутствием признаков элювиально-иллювиальной дифференциации профиля. Диагностические признаки среднегумусных почв: слабо выраженный железистый и глинистый метаморфизм минеральной части, стабилизация железа *in situ* в виде окристаллизованных и в т.ч. сильноокристаллизованных форм в составе тонких пленок и мелких стяжений; многогумусных глееватых почв – метаморфизм минеральной части, аккумуляция органического вещества в виде гуматов кальция и карбонатизация.

6. В Калтусном тектоническом прогибе в условиях континентальности климата решающее влияние на устойчивое функционирование болотного массива и почвообразование с формированием болотных низинных почв оказывает предгорно-гумидная зональность, слабая дренированность древней дельты, повы-

шенная минерализация почвенно-грунтовых вод и поддержание их уровня на глубине <1 м.

В прибайкальской полосе болот с охлаждающим в весенне-летний период влиянием озера на плавунных песчаных отложениях в условиях поступления слабоминерализованных вод горных рек формируются болотные низинные обедненные торфяно-глеевые почвы.

7. Неоднородность почвенного покрова современной дельты и поймы тесно связана рельефом, включающим прирусловые и сегментные повышения, пойменные равнины и старичные понижения. На террасах смена типов почв связана с катенарностью и различиями в гранулометрическом составе почв. В левобережной пойме и на болотном массиве неоднородность почвенного покрова обусловленная большим количеством останцов плейстоценовых террас возвышенных элементов рельефа древней дельты. Всего в пределах дельты Селенги выделено 13 типов почв, 20 подтипов и 24 рода, которые показаны на почвенной карте масштаба 1:100 000.

8. На основе почвенной карты проведено геохимическое зонирование по кислотности-щелочности и окислительно-восстановительным условиям, содержанию органического вещества и гранулометрическому составу, отображающее наличие почвенно-геохимических барьеров. Основным механизмом выполнения почвами водоохраных функций является вовлечение аллювия и растворенных веществ в почвообразование и закрепление их на почвенно-геохимических барьерах: механическом, сорбционном, щелочном, глеевом, испарительном, сорбционном, термодинамическом.

9. Содержание ТМ свидетельствуют об их миграции с водами Селенги, рассеянии на террасах и накоплении на почвенно-геохимических барьерах дельты выдвигания, поймы, болотного массива и низких террас. По степени аккумуляции, происходящей в соответствии с условиями дифференциации и природой элементов, тяжелые металлы образуют ряд: $Zn > Cu > Pb > Co > Ni > Cr$. Наиболее активно накапливающиеся Zn, Cu и Pb образуют зоны, в которых их содержание превышает ПДК.

10. Материалы диссертационной работы, формализованные в виде программно-технического комплекса, представляют собой геоинформационную систему, открытую для ввода и анализа больших объемов пространственной информации.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации ***Монографии, учебные пособия***

1. Черкашин А.К. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Район дельты р. Селенги / А.К. Черкашин, Л.М. Корытный, Т.И. Коновалова, А.Б. Гынинова и др. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. – 149 с.

2. Гынинова А.Б. Почвенный покров / А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова // Дельта р. Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – С. 125–132.
3. Гынинова А.Б. Почвенно-геохимическое зонирование и аккумуляция веществ в почвах дельты / А.Б. Гынинова, А.Н. Бешенцев // Дельта р. Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – С. 251–259.
4. Балсанова Л.Д. Диагностика лесных почв Селенгинского среднегорья / Л.Д. Балсанова, А.Б. Гынинова, В.М. Корсунов. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. – 146 с.
5. Гынинова А.Б. Основы общего и регионального почвоведения. Учебное пособие / А.Б. Гынинова, А.И. Куликов, В.М. Корсунов, Л.Д. Балсанова, Б.Д. Гынинова. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2004. – 148 с.

I. Статьи в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК для публикации основных результатов диссертационных работ

6. Корсунов В.М. Разнообразие почв подтайги Селенгинского среднегорья / В.М. Корсунов, А.Б. Гынинова, Д.П. Сымпилова, Л.Д. Балсанова, А.В. Корсунов // Почвоведение. – 2002. – № 5. – С. 545–551.
7. Гынинова А.Б. Чувствительность почв низовий р. Верхняя Ангара (Северное Прибайкалье) / А.Б. Гынинова, А.В. Корсунов, А.Л. Волошин, В.И. Дугаров // Вестник КазНУ. – Сер. Географическая. – 2002. – № 1. – С. 17–26.
8. Гынинова А.Б. Литолого-геоморфологическое строение и организация почвенного покрова дельты р. Селенги / А.Б. Гынинова, Т.И. Халюева, Ю.С. Ильина, В.И. Дугаров // Вестник КазНУ. – Сер. Географическая. – 2003. – № 1(16). – С.17–27.
9. Гынинова А.Б. Микроморфологическое строение почв островов и террас в дельте р. Селенги / А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова, В.И. Дугаров // Вестник КазНУ. – Сер. Географическая. – 2004. – № 1. – С. 29–34.
10. Гынинова А.Б. Почвы Селенгинского дельтового района / А.Б. Гынинова, В.М. Корсунов // Почвоведение. – 2006. – № 3. – С. 273–281.
11. Гынинова А.Б. Водоохранные функции почв дельты р. Селенги / А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова, Т.И. Халюева, В.И. Убугунова, Б.Д. Гынинова // Вестник БГУ. – №3. – 2006. – С. 24–33.
12. Корсунов В.М. Микроморфология серых лесных почв дельты реки Селенги / В.М. Корсунов, Л.Д. Балсанова, А.Б. Гынинова, Д.П. Сымпилова // География и природные ресурсы. – № 3. – 2006. – С. 160–162.
13. Гынинова А.Б. Аккумуляция веществ на геохимических барьерах в дельте р. Селенги / А.Б. Гынинова, В.М. Корсунов, А.Н. Бешенцев, Л.Д. Балсанова, В.И. Убугунова, Б.Д. Гынинова // География и природные ресурсы. – № 2. – 2007. – С. 65–69.

14. Гынинова А.Б. Почвенно-мелиоративные свойства пойменно-дельтовых земель Усть-Селенгинской впадины / А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова // Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2007. – № IV (9). – С. 92–100.
15. Балсанова Л.Д. Особенности формирования структуры почвенного покрова северного макросклона хребта Цаган-Дабан в Забайкалье / Л.Д. Балсанова, А.Б. Гынинова // Почвоведение. – 2008. – № 12. – С.1423–1428.
16. Шоба С.А. Генезис и эволюция почв дельты р. Селенги / С.А. Шоба, Б.Д. Гынинова, А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова // Вестник МГУ. – 2008. – № 4. – С. 26–32.
17. Гынинова А.Б. Генезис и эволюция болотных почв Усть-Селенгинской впадины и их трансформация под влиянием осушительных мелиораций / А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова, В.И. Дугаров // Вестник КазНУ. – Серия экологическая. – 2009. – № 1. – С.22–30.
18. Гынинова А.Б. О сходстве дерновых серых лесных почв Усть-Селенгинской впадины Восточного Прибайкалья с палео-бурыми почвами Якутии / А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова. – Якутск: Наука и образование. – № 3. – 2009. – С. 77–82.
19. Гынинова А.Б. Почвы высоких террас Селенгинского дельтового района, формирующиеся под смешанными лесами / А.Б. Гынинова, Т.Н. Турсина, Л.Д. Балсанова, Б.Д. Гынинова, С.В. Иноземцев // Почвоведение. – 2010. – № 6. – С. 673–680.

II. Публикации в журналах, продолжающихся изданиях и сборниках

20. Гынинова А.Б. Геохимическое сопряжение форм кор выветривания и почв на контакте горная тайга-степь в Селенгинском среднегорье / А.Б. Гынинова, А.В. Корсунов, А.И. Куликов, Д.П. Сымпилова // Тез. междунар. симпоз. "Геохимия ландшафтов, палеоэкология человека и этногенез". – Улан-Удэ, 1999. – С.100–102.
21. Гынинова А.Б. Микроморфология дерново-лесных почв подтаежного высотно-поясного комплекса Забайкалья / А.Б. Гынинова, Ю.С. Ильина, С.Г. Михайлова, Т.И. Сиденова // Тез. докл. III съезда Докучаевского общ-ва почвоведов (11-15 июля 2000 г. Суздаль) Книга 3. – М., 2000. – С. 236.
22. Гынинова А.Б. Микроморфология дерново-альфегумусовых почв Селенгинского среднегорья / А.Б. Гынинова, Ю.С. Ильина // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. «Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем. – ИГУ, Иркутск 2001. – С 32–33.
23. Гынинова А.Б. Разнообразие почв подтаежного высотно-поясного комплекса Селенгинского среднегорья / А.Б. Гынинова, Д.П. Сымпилова, О.Б. Манжикова // Там же. – С. 33–34.
24. Гынинова А.Б. Особенности формирования почв островов дельты р. Селенги / А.Б. Гынинова, Ю.С. Ильина, П.С. Бадмаева // Мат-лы всерос. конф.

- «Биоразнообразие и функционирование микробных сообществ водных и наземных систем Центральной Азии». – Улан-Удэ, 2003. – С. 157–158.
25. Гынинова А.Б. Особенности почвенного покрова дельты р. Селенги / А.Б. Гынинова, В.М. Корсунов, Б.Д. Гынинова // Мат-лы IV съезда Докучаевского общ-ва почвоведов. Книга 2. – Новосибирск «НАУКА-ЦЕНТР». – 2004. – С. 150.
 26. Гынинова А.Б. Основные закономерности формирования почвенного покрова дельты р. Селенги / А.Б. Гынинова, В.М. Корсунов // Тез. междунар. конф. «Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами». Т. 2. – Улан-Удэ, 2004. – С.111–112.
 27. Гынинова А.Б., Балсанова Л.Д. Микроморфологическая диагностика начальных стадий почвообразования в дельте р. Селенги / А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова // Тез. междунар. конф. «Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами», Т. 2. – Улан-Удэ, 2004. – С.105–106.
 28. Гынинова А.Б. Почвенно-геохимическое зонирование и выделение геохимических барьеров в Усть-Селенгинской впадине / А.Б. Гынинова, В.М. Корсунов, Л.Д. Балсанова, Б.Д. Гынинова // Мат-лы междунар. конф. «Основные факторы и закономерности формирования дельт и их роль в функционировании водно-болотных экосистем в различных ландшафтах». – Улан-Удэ. – 2005. – С.57–60.
 29. Гынинова А.Б. Использование почвенных данных при выполнении геохимического зонирования / А.Б. Гынинова, В.М. Корсунов, Л.Д. Балсанова // Тез. Всерос. конф. «Экспериментальная информация в почвоведении: теория, методы получения и пути стандартизации». – Москва: МГУ, 2005. – С. 55–58.
 30. Гынинова А.Б. Разнообразие почв Селенгинского дельтового района / А.Б. Гынинова, В.М. Корсунов, Т.И. Халюева, Л.Д. Балсанова // Мат-лы Всерос. конф. «Природная и антропогенная динамика наземных экосистем». – Иркутск: Изд-во Ирк. гос.техн. ун-та, 2005. – С.324–325.
 31. Убугунова В.И. Почвы болотных экосистем Байкальского региона и их рациональное использование / В.И. Убугунова, С.В. Хутакова, Л.Л. Убугунов, А.Б. Гынинова, Л.Н. Болонева // Тр. междунар. конф. «Экосистемы Монголии и пограничных территорий соседних стран: природные ресурсы, биоразнообразие и экологические перспективы». – Улан-Батор (Монголия): Изд-во Бемби Сан, 2005. – С. 409–410.
 32. Убугунова В.И. Закономерности дифференциации пойменных и дельтовых экосистем бассейна Селенги / В.И. Убугунова, Л.Л. Убугунов, С.В. Хутакова, А.Б. Гынинова, Л.Н. Болонева // Там же. – С.411–412.
 33. Гынинова А.Б. Разнообразие почв левобережной части Усть-Селенгинской впадины / А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова, Т.И. Халюева, Д.П. Сымпилова,

- В.И. Дугаров // Тез. Всеросс. конф. с м/н участием «Биоразнообразие экосистем Внутренней Азии». Т.1. – Улан-Удэ, 2006. – С.26–27.
34. Гынинова А.Б. Эволюция пойменно-дельтовых почв Усть-Селенгинской впадины / А.Б. Гынинова, С.А. Шоба, Б.Д. Гынинова, Л.Д. Балсанова // Там же. – С.27–28.
 35. Гынинова А.Б. Водоохранные функции лесных почв дельты р. Селенги / А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова, В.И. Убугунова, Д.П. Сымпилова, Б.Д. Гынинова, Т.И. Халюева // Мат-лы междунар. научн. конф. «Трансграничные аспекты использования природно-ресурсного потенциала бассейна р. Селенги в новой социально-экономической и геополитической ситуации». – Улан-Удэ, 2006. – С.154–157.
 36. Убугунова В.И. Гидроморфные почвы бассейна р. Селенги / В.И. Убугунова, Л.Л. Убугунов, П.Д. Гунин, С.Н. Бажа, С.В. Хутакова, А.Б. Гынинова, Л.Н. Болонева, Ю.И. Дробышев // Сб. научн. тр. «Экосистемы внутренней Азии: вопросы исследования и охраны». – М., 2007. – С.185–203.
 37. Гынинова А.Б. Факторная диагностика и картографирование почв Усть-Селенгинской впадины с использованием ГИС–технологий / А.Б. Гынинова, В.М. Корсунов, Л.Д. Балсанова, Б.Д. Гынинова // Мат-лы V Всеросс. съезда почвоведов им. В.В. Докучаева. – Ростов-на Дону, 2008. – С. 219.
 38. Шоба С.А. Геохимическая обстановка и почвообразование в ландшафтах дельты р. Селенги / С.А. Шоба, Б.Д. Гынинова, А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова // Мат-лы V междунар. конф. по криопедологии «Разнообразие мерзлотных и сезонно-промерзающих почв и их роль в экосистемах». – Улан-Удэ, 2009. – С. 174–175.
 39. Гынинова А.Б. Геохимическая обстановка и почвообразование в подтаежных ландшафтах Селенгинского дельтового района / А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова // Мат-лы V междунар. конф. по криопедологии «Разнообразие мерзлотных и сезонно-промерзающих почв и их роль в экосистемах». – Улан-Удэ, 2009. – С.147–175.