

На правах рукописи



Гренадерова Анна Валентиновна

**ДИНАМИКА БОЛОТ КРАСНОЯРСКОЙ И МИНУСИНСКОЙ
ЛЕСОСТЕПЕЙ**

Специальность: 25.00.23 – физическая география и биогеография,
география почв и геохимия ландшафтов

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук**

Барнаул 2005

Работа выполнена на кафедре эволюционного ландшафтоведения и исторической экологии Красноярского государственного университета

Научный руководитель: кандидат геолого-минералогических наук,
доцент **Галина Юрьевна Ямских**

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор
Александр Шамильевич Хабидов;
кандидат географических наук, доцент
Нина Степановна Евсева

Ведущая организация: Красноярский государственный
педагогический университет
им. В.П. Астафьева

Защита диссертации состоится «15» февраля 2006 г. в 13⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.005.06 в Алтайском государственном университете по адресу: 656049, г. Барнаул, пр. Ленина, 61, Алтайский государственный университет, Центр Интернет образования.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Алтайского государственного университета.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения) просим направлять по адресу: 656049, г. Барнаул, пр. Ленина, 61, АлтГУ, географический факультет; факс: (3852) 667684 учёному секретарю диссертационного совета.

Автореферат разослан «23» декабря 2005 г.

Учёный секретарь диссертационного
совета, кандидат географических наук



В.П. Галахов

1006А
591

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Болота - уникальные природные ландшафты, участвующие в поддержании газового состава атмосферы, водного баланса биосферы, биологического разнообразия на Земле. Болотные отложения являются объектом, содержащим информацию о динамике растительности, о климатических и гидрологических условиях образования и развития болот.

В Красноярской и Минусинской лесостепях болота играют важную роль в сохранении гидрологического баланса территории, расположенной в зоне неустойчивого увлажнения, а также в поддержании экологического равновесия районов развития зональных и аazonальных типов ландшафтов. Несмотря на это, болота Красноярской и Минусинской лесостепей до сих пор остаются слабоизученными с точки зрения познания закономерностей их образования и развития в зависимости от природных условий. Эти вопросы мы попытались решить при помощи детального изучения генезиса и исторического развития болот, используя ботанический анализ.

Цель и задачи исследования

Цель работы заключается в изучении особенностей формирования и развития болот Красноярской и Минусинской лесостепей.

В соответствии с поставленной целью необходимо было решить следующие задачи:

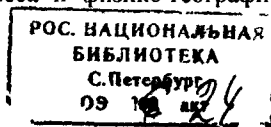
- определить время начала заболачивания в Красноярской и Минусинской лесостепях, рассчитать скорости торфонакопления;
- изучить ботанический состав торфа и подстилающих отложений;
- оценить условия увлажнения, используя экологическую шкалу увлажнения Л.Г. Раменского;
- выделить фазы в развитии болот и охарактеризовать свойственную им растительность;
- установить роль растений в торфообразовании на территории Красноярской и Минусинской лесостепей;
- классифицировать торфяные отложения.

Научная новизна работы

Научная новизна работы заключается в том, что впервые на территории Красноярской и Минусинской лесостепей детально изучен ботанический состав торфяных отложений, определены растения-торфообразователи, дана характеристика видов торфа, восстановлены сообщества, участвующие в формировании растительного покрова болот в разное время, прослежена динамика условий увлажнения на качественном уровне. На основе данных радиоуглеродного анализа определено время начала болотообразования и торфонакопления, рассчитана скорость накопления торфа в различные периоды голоцена.

Практическая значимость

Результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для познания болотообразовательного процесса и физико-географических



реконструкций ландшафтов на территории лесостепной зоны Приенисейской Сибири, для создания региональных биостратиграфических схем голоцена, для составления карт болот и болотного районирования, для разработки мероприятий по мониторингу и рациональному использованию болот.

Материалы исследований легли в основу лекционного курса «Палеоландшафтоведение и климатические реконструкции». Данные о развитии болот использованы при чтении лекций и проведении практических занятий по курсам: «Науки о Земле», «География», «Ландшафтоведение», «Палеоэкология», и на полевых практиках по земледелию для студентов, обучающихся по специальности «Экология» и направлению «Экология и природопользование» в Красноярском государственном университете.

Основные защищаемые положения

1. Процесс болотообразования на территории Красноярской и Минусинской лесостепей начался во второй половине голоцена с евтрофной стадии.

2. В Красноярской лесостепи большинство торфяных залежей – лесотопяного подтипа. В их сложении преобладает торф древесно-травяной и травяной групп, древесно-осокового и осокового видов. В Минусинской лесостепи доминируют залежи топяного подтипа (многослойные топяные, осоковые, осоково-гипновые). В их сложении главная роль принадлежит торфу травяной группы осокового вида. Залежи лесо-топяного подтипа отмечены только на притеррасных участках.

3. Ботанический состав торфяных отложений Красноярской и Минусинской лесостепей отражает различный характер смен растительного покрова на болотах. Смены растительности определяются как эндогенезом болота, так и изменениями климата.

Апробация работы

Основные результаты исследований по теме диссертации были представлены на XXXIX международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс» (Новосибирск, 2001); VIII Всероссийской студенческой конференции «Экология и проблемы защиты окружающей среды» (Красноярск, 2001); Южно-Сибирской международной конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири» (Абакан, 2001); VI международном симпозиуме студентов, аспирантов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2002); научной конференции, посвященной 125-летию основания ТГУ и 70-летию образования геолого-географического факультета «Проблемы геологии и географии Сибири» (Томск, 2003); 8-й международной Пушкинской школе-конференции молодых ученых «Биология – наука XXI века» (Пушино, 2004); Третьей Научной Школе «Болота и Биосфера» (Томск, 2004); межрегиональной научно-практической конференции, посвященной объединению Красноярского края, Эвенкии и Таймырского автономного округа «Объединение субъектов Российской Федерации и проблемы природопользования в Приенисейской Сибири» (Красноярск, 2005).

Публикации

Результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 24 работах.

Объем и структура работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы. Общий объем работы 196 страниц, в том числе 44 рисунка, 13 таблиц. Список литературы включает 268 источников.

Благодарности

Автор навсегда сохранит тёплую память о своём Учителе – докторе географических наук, профессоре А.Ф. Ямских, общение с которым определило область научных интересов. Глубокую благодарность автор выражает научному руководителю канд. геол.-мин. наук, доценту Г.Ю. Ямских за ценные советы и критические замечания при написании работы.

Автор глубоко признателен старшему научному сотруднику Института леса и древесины им. В.Н. Сукачева СО РАН, канд. биол. наук Л.В. Карпенко, под руководством которой была освоена методика проведения ботанического анализа торфа, канд. биол. наук А.А. Ямских за помощь в освоении графических компьютерных программ, д-ру с.-х. наук Л.Р. Мукиной за возможность участия в экспедиционных исследованиях на территории Большемуртинского района, канд с.-х. наук И.Я. Кильби за предоставленную возможность ознакомления с материалами о торфоразведочных работах в Шушенском, Минусинском и Большемуртинском районах, аспирантам кафедры Р.А. Шарафутдинову, Р.А. Колесникову и И.В. Борисовой за совместное проведение экспедиционных исследований и дружескую поддержку. Автор глубоко благодарен своей семье за постоянную моральную и материальную поддержку.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Современные представления об образовании и развитии болот

В главе рассматриваются общие вопросы болотоведения, история исследований и основные исторически сложившиеся направления в изучении болот. На примере Сибири проанализировано влияние на образование и развитие болот природных факторов (тепло- и влагообеспеченности, геологических, геоморфологических и гидрологических особенностей территории). Приведена характеристика стадий развития болот и процесса торфообразования (Кац, 1948, 1971; Тюремнов, 1949, 1976; Торфяные месторождения, 1967, 1977; Рубцов, 1967; Пьявченко, 1958, 1963; Платонов, 1964; Боч, Мазинг, 1979; Лисс и др., 1981, 2001 и др.). Анализ литературных источников показал, что болотообразовательный процесс на территории лесостепи Приенисейской Сибири до сих пор остается слабоизученным.

Глава 2. Природные условия лесостепной зоны Приенисейской Сибири

Особенностью лесостепи Приенисейской Сибири является островной характер ее распространения. В главе дано описание природных условий Красноярской и Минусинской лесостепей: физико-географическое положение, рельеф, климато-гидрологические условия и почвенно-растительный покров (Лиханов, 1964; Брицына, и др., 1962; Справочники, 1967, 1969; Галахов, 1962; Мальцев, 1983; Семина, 1962; Ершов, 1998; Крупкин, 2002; Черепнин, 1951, 1956; Антипова, 2003 и др.). Приводится характеристика растительного покрова болот Ачинско-Красноярского и Южно-Минусинского торфяно-болотных округов в соответствии с болотным районированием Г.М. Платонова (1964).

Глава 3. Характеристика торфяных отложений Красноярской и Минусинской лесостепей

3.1. Методы исследований

Объектом исследования являются болота Красноярской и Минусинской лесостепей, их генезис и динамика развития. В основу работы положены материалы автора, полученные в период экспедиционных исследований (2000 - 2005 годы) на 11 болотных массивах, расположенных на территории Красноярской (4 массива) и Минусинской (7 массивов) лесостепей. На болотах закладывались шурфы, что позволило описать отложения и провести последовательный послойный отбор образцов с интервалом в 5 см для изучения ботанического состава торфа, степени разложения и зольности. Одновременно были взяты пробы для радиоуглеродного датирования (40 образцов), описана геоморфологическая приуроченность болот и современная растительность.

Основным методом исследования был детальный ботанический анализ торфа и подстилающих отложений с установлением процентного соотношения видов растений-торфообразователей (в единичных случаях – родов). Ботанический анализ, степень разложения и зольность торфа определены по общепринятым в болотоведении методикам (Торфяные месторождения, 1977; Пьявченко, 1963; ГОСТ 6801-86).

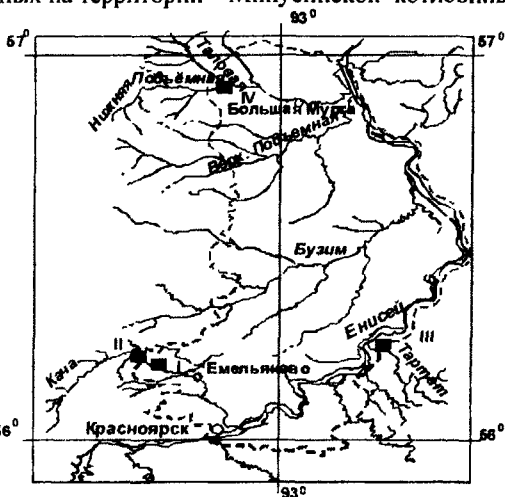
По результатам анализа ботанического состава торфа построены стратиграфические колонки, в которых показано процентное соотношение остатков растений-торфообразователей (хвощей, папоротников, зеленых мхов, сфагновых мхов, болотного разнотравья, осок, вейника, пушицы, древесных пород) в каждом интервале глубин, отдельно приведены диаграммы распределения остатков наиболее часто встречающихся видов. Выделенные растительные ткани из подстилающих торф суглинков также удалось идентифицировать, что позволило установить виды растений, участвовавшие в начальных стадиях заболачивания.

По ключам (Торфяной фонд, 1956) определены виды торфа, проведена их классификация. Для определения частоты встречаемости видов торфа

использовано 1194 слоя. Качественная характеристика видов торфа произведена на основе анализа 270 слоев. По результатам ботанического анализа с использованием экологической шкалы увлажнения Л.Г. Раменского (1956) произведена оценка условий увлажнения, в которых существовал фитоценоз, отложивший изучаемый слой торфа. Для каждого разреза построена экологическая кривая, которая на качественном уровне отражает динамику условий увлажнения.

На основе результатов радиоуглеродного датирования, выполненного канд. геол.-мин. наук Л.А. Орловой в Институте геологии СО РАН (г. Новосибирск), определено время начала заболачивания, установлена временная динамика болот и рассчитана скорость торфонакопления. Для выявления временной динамики процессов болотообразования применена схема периодизации голоцена, разработанная Н.А. Хотинским для районов Северной Евразии (1977) и Г.Ю. Ямских (1995) для Минусинской котловины.

Наряду с собственными материалами в работе использованы результаты исследований болот, проведенных на территории Минусинской котловины Г.Ю. Ямских (Ямских, 1995), и данные о мощности и типах залежей торфяных отложений на территории Большемуртинского района, полученных из отчета о поисково-оценочных работах торфоразведочной партии новосибирской геолого-поисковой экспедиции (Схема..., 1978; Отчет..., 1981). Графическое отображение полученных результатов проведено с использованием программ «Excel», «Adobe Photoshop 7.0», «Macromedia FreeHand 9», «Corel DRAW 9».



■ Разрезы болотных отложений

3.2. Болота Красноярской лесостепи

В Красноярской лесостепи изучено четыре болотных массива: два – в долине р.Кача, по одному – в пойме р.Нижняя Подъемная и в долине р.Тартат (рис.1). Мощность изученных болотных отложений варьирует от 3,0 м («Сухая-1, 2001») до 1,03 м («Казанка»).

Большинство торфяных залежей на территории Красноярской лесостепи лесо-топяного подтипа (древесно-осоковые, топяно-лесные), в их сложении преобладает торф древесного, древесно-осокового, древесно-травяного и осокового видов. Строение залежей указывает на то, что

Рис 1 Местоположение изученных разрезов на территории Красноярской лесостепи I – «Сухая-1, 2001», II – «Сухая-2, 2001», III – «Тартат», IV – «Казанка», --- граница Красноярской лесостепи

образование болот происходило по пути заболачивания пойм, покрытых фитоценозами, с хорошо развитым древесным ярусом. Например, в пойме р. Нижняя Подъемная изучена низинная многослойная топяно-лесная залежь болота «Казанка». Подстилающие торф суглинки включают остатки растительности березняка разнотравно-телиптерисово-хвощового, развивавшегося в раннесуббореальное время.

3.3. Болота Минусинской лесостепи

В Минусинской лесостепи изучено семь болот, из которых шесть расположены в долинах правых притоков р. Енисей: рек Иджа, Оя, Лугавка, Алтан, и один участок – на пологом берегу оз. Большой Кызыкуль (рис.2). Мощность изученных отложений составила от 2,60 м (Большой Кызыкуль) до 0,70 м (Знаменка-2003). Преобладают залежи топяного подтипа (многослойные топяные, осоковые, осоково-гипновые), в их сложении доминирует торф травяной группы осокового вида.

Так, на левом берегу р. Иджа изучено пойменное болото, на котором в 80-е

годы прошлого века проводились мелиоративные работы. В настоящее время осушительные каналы заросли древовидными ивами и захламлены, поверхность осушенной части болота ровная, сухая, покрыта лугово-разнотравной растительностью, встречаются участки без растительности покрытые ярко-оранжевым слоем золы – последствия пожаров.

На восточной окраине болота где добыча торфа не проводилась, растительный покров представлен осоково-пушицево-вейниковым фитоценозом. Установлено, что в сложении многослойной топяной залежи, вскрытой шурфом «Иджа-2003» участвует торф осокового, осоково-гипнового, гипнового и травяного видов (рис.3). Подстилающие торф оторфованные суглинки датированы раннесуббореальным временем (4405 ± 85 лет СОАН-5372), а нижележащие гумуссированные суглинки – позднеатлантическим (5365 ± 85 лет СОАН-5373) В интервале глубин 2,00-1,80 м суглинок включает единичные остатки хвощей, осок, тростника, рогоза и телиптериса, в интервале глубин 1,80-1,40 м зафиксированы остатки

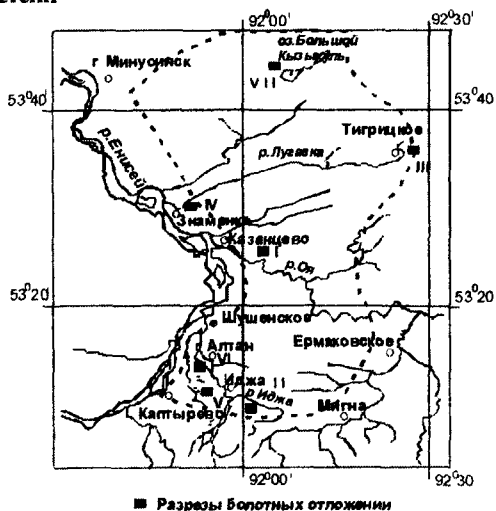
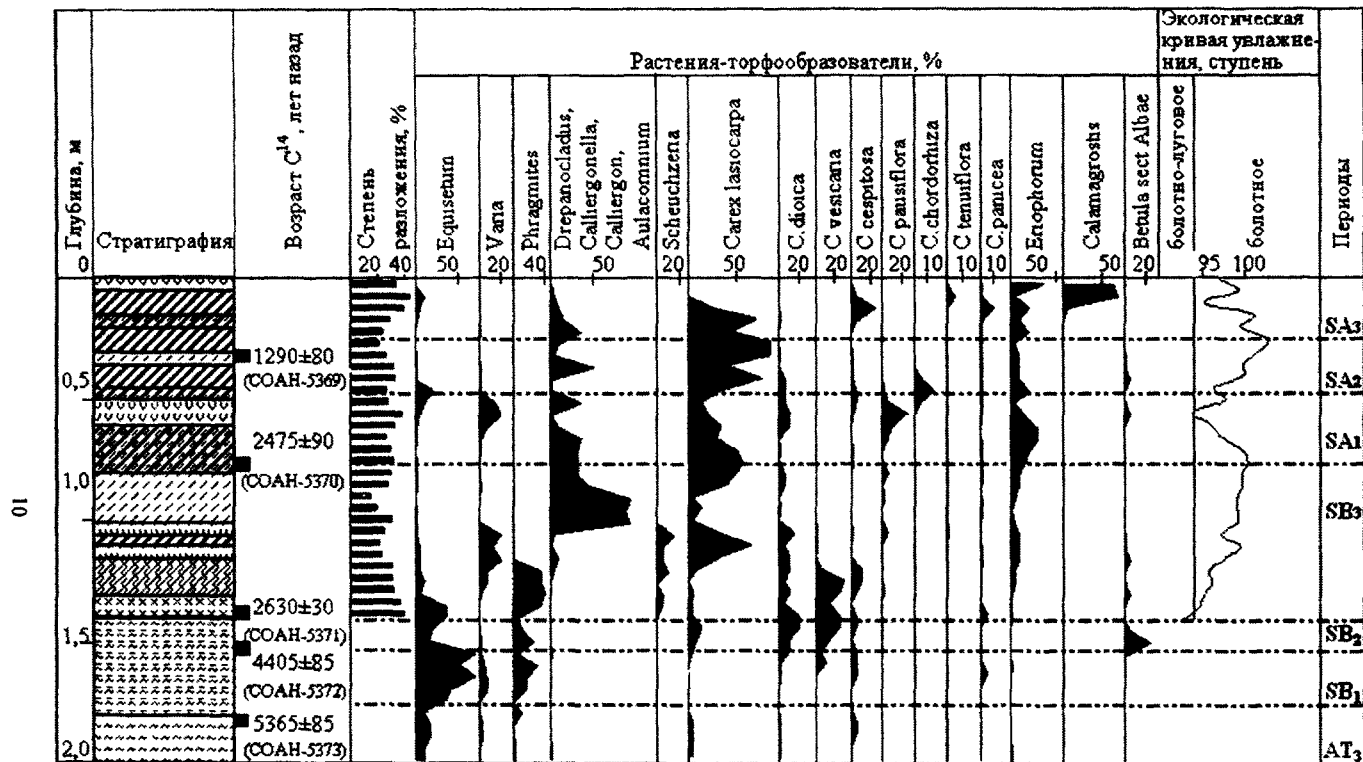


Рис 2 Местоположение изученных разрезов в Минусинской лесостепи: I – «Ивановка-2003», II – «Иджа-2003», III – «Тигрицкое-2003», IV – «Знаменка-2003», V – «Каттырево», VI – «Алтан», VII – «Большой Кызыкуль»; --- граница Минусинской лесостепи

хвощового фитоценоза. На глубине 2,00-1,55 м от поверхности отмечены раковины моллюсков, среди которых численно доминируют раковины рода *Planorbis*, в меньшем количестве присутствуют *Vallonia*, *Lumnea* и *Pisidium*, что свидетельствует о наличии в это время в долине р.Иджа пресноводного слабопроточного водоема, в прибрежной зоне которого произрастал хвощовый фитоценоз. После понижения уровня вод последовало развитие хвощово-осокового сообщества, которое в начале позднесуббореального периода трансформировалось в тростниково-осоковое с эдификаторами: тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) и осока пузырчатая (*Carex vesicaria* L.). За время существования тростниково-осоковой растительности (при болотном увлажнении по шкале Л.Г. Раменского) накопился слой тростниково-осокового торфа мощностью 0,15 м. В конце первой половины позднесуббореального времени, при постепенно увеличивающемся увлажнении, распространение получил разнотравно-осоковый фитоценоз, доминирующее положение в котором среди осок занимала осока волосистоплодная (*C.lasiocarpa* Ehrh.). Разнотравье было представлено пушицей влагалищной (*Eriophorum vaginatum* L.), сабельником болотным (*Comarum palustre* L.), белокрыльником болотным (*Calla palustris* L.), триостренником приморским (*Triglochin maritimum* L.) и хвощом болотным (*Equisetum palustre* L.). Основная часть торфяной толщи – с 1,0 м - до 0,05 м от поверхности – сложена осоково-гипновым и гипновым торфом, что свидетельствует о существовании осоково-гипнового фитоценоза, при достаточно богатом водно-минеральном питании (средняя ступень увлажнения – 98,7), начиная со второй половины SB₃ и до SA₃. В это время ведущую роль в травяном покрове занимала осока волосистоплодная, в небольшом количестве присутствовала осока сближенная (*C.appropinquata* Schum.), топяная (*C.limosa* L.), малоцветковая (*C.pauciflora* Lightf.) и просяная (*C.panicea* L.), пушица влагалищная, сабельник болотный, вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata* L.), триостренник приморский и хвощ болотный. Микропонижения занимали *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst., а микроповышения – *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr. и *Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb. В интервале глубин 0,60-0,50 м торф сложен остатками разнотравно-осокового сообщества с угнетенным древостоем – в это время увлажнение снизилось до 94-й ступени.

С 0,05 м от поверхности началось накопление травяного торфа, в волокне которого доминирует вейник (*Calamagrostis canescens* (Web.) Roth. и *C.neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. et Schreb.), отмечены пушица влагалищная, пушица рыжеватая (*E.russeolum* Fries.) и многоколосковая (*E.polystachyon* L.), осока волосистоплодная, дернистая, тонкоцветная и др., что отражает развитие современного осоково-пушицево-вейникового фитоценоза.



- 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 -

Рис 3 Строение, степень разложения, ботанический состав и экологическая кривая увлажнения торфяных отложений разреза "Иджа-2003" Виды торфа 1 - травяной; 2 - осоковый; 3 - осоково-гипновый; 4 - гипновый, 5 - тростниково-осоковый, 6 - хвощовый 7 - суглинок оторфованный, 8 - суглинок, 9 - радиоуглеродная дата Периоды голоцена SA₃ - позднесубатлантический (настоящее время - 950 лет назад); SA₂ - среднесубатлантический (950-1650 л н), SA₁ - раннесубатлантический (1650-2400 л н), SB₃ - позднесуббореальный (2400-3000 л н), SB₂ - среднесуббореальный (3000-4000 л н), SB₁ - раннесуббореальный (4000-4900 л н), AT₃ - позднеатлантический (4900-6000 л н)

Глава 4. Динамика болот Красноярской и Минусинской лесостепей

4.1. Развитие болот

На основе анализа полученных материалов о стратиграфии торфяников, результатов радиоуглеродного метода и экологических кривых увлажнения установлены особенности образования и развития болот Красноярской и Минусинской лесостепей.

Болотообразование в Красноярской лесостепи началось в конце позднеатлантического периода, чему предшествовало зарастание мелководных водоемов и заболачивание пойм. В долине р.Тартат обмеление и зарастание водоема, существовавшего с предбореального времени, началось 7170±55 лет назад (СОАН-5886). В долине р.Кача зарастание небольшого водоема, образовавшегося в понижении на первой надпойменной террасе в атлантический оптимум (6435±40 л.н.), датировано 5560±65 л.н. (СОАН-4643). Пойменное болото в долине р.Кача возникло 5160±55 л.н. (СОАН-4639) путем заболачивания березняка осоково-хвощово-разнотравного. Образование болот в северо-восточном районе Красноярской лесостепи началось в позднесуббореальное время (2680±50 л.н. СОАН - 4233) в поймах рек, покрытых фитоценозами, с хорошо развитым древесным ярусом.

На начальных этапах развития болот Красноярской лесостепи в растительном покрове были развиты топяные фитоценозы из хвощей, вахты трехлистной, очеретника (*Rhynchospora alba* (L.) Vahl), рогоза (*Typha angustifolia* L. и *T. latifolia* L.), телиптериса, тростника южного, осоки пухырчатой, дернистой, волосистоплодной и шнурукорневой (*C.chordorrhiza* Ehrh.), стрелолиста стрелолистного (*Sagittaria sagittifolia* L.), шейкери болотной и зеленых мхов. В дальнейшем они сменились осоково-зеленомошным («Сухая-1, 2001», «Тартат-2004»), разнотравно-осоковым растительным сообществом («Казанка») и березняком хвощово-осоковым («Сухая-2, 2001») (рис.4).

На основе имеющихся материалов установлено, что развитие болотных фитоценозов в Красноярской лесостепи проходило в SB₁ при влажных условиях, в SB₂ и SB₃ при переменном режиме увлажнения, в SA₁ при достаточно влажных, в SA₂ и SA₃ при переменном влажных условиях (рис.5). О нестабильных условиях увлажнения на болотах во время субатлантического периода свидетельствует строение торфяных толщ. Горизонты торфа, сформированные за этот временной интервал, характеризуются чередованием небольших по мощности слоев торфа, образованных растительными сообществами различной трофности.

На территории Минусинской лесостепи, на месте современных болот, в позднеатлантическое и в начале раннесуббореального времени находились мелководные водоемы, в прибрежной зоне которых произрастала осоково-хвощовая и водно-осоковая растительность, а также смешанная водно-болотные растительные группировки. Так, возраст суглинков, подстилающих торф, в долине р.Мигна составляет 6245±90 лет (СОАН-5357),

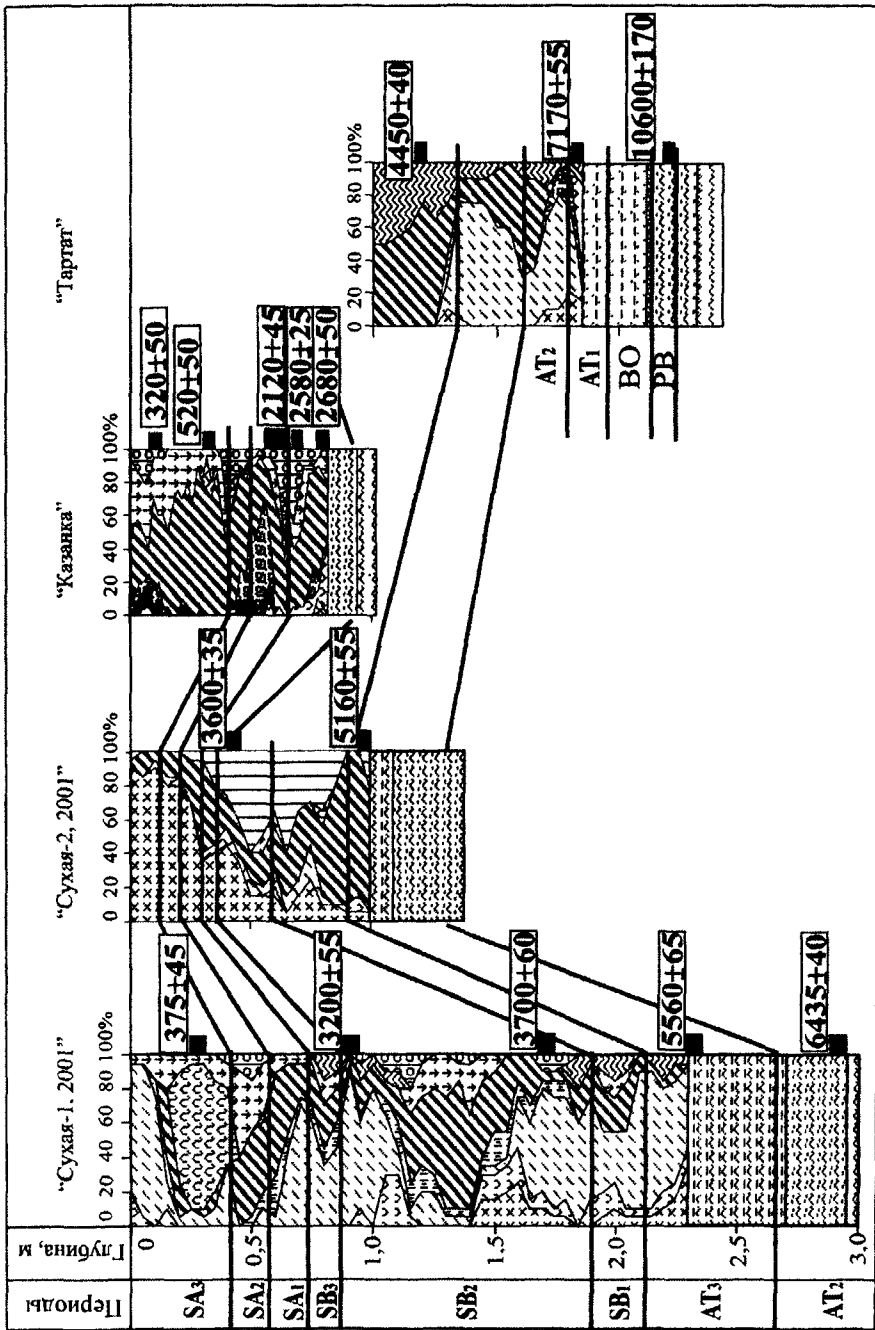


Рис. 4. Корреляция болотных отложений Красноярской лесостепи (условные обозначения см. на рис. 6)

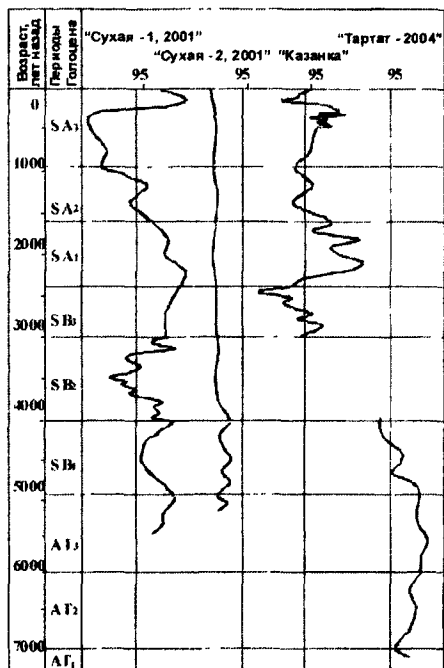


Рис 5 Корреляция экологических кривых увлажнения Красноярской лесостепи

(ГИН-4288) и р.Алтан – 3750±50 л.н. (ГИН-2849). В этот период, характеризующийся по спорово-пыльцевым спектрам потеплением климата в Минусинской котловине (температура июля – 18,4 - 18,5°C, средняя температура января – минус 21,3°C, сумма активных температур варьировала от 1783 до 1849° при колебании годового количества осадков от 590 до 409 мм) (Ямских, 1995), произошло уменьшение обводнённости водоемов. Широкое развитие в прибрежной зоне получила хвощовая ассоциация и водно-болотная растительность: камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.), триостренник, ежеголовник (*Sparganium erectum* L.), осоки, айрный корень (*Acorus calamus* L.), veinик незамечаемый и хвощ болотный.

В среднесуббореальное время (SB₂) – 4000-3000 л.н. (рис.6) при незначительном похолодании и увеличении увлажнения продолжилось развитие хвощовых сообществ, в составе которых появились следующие осоки: дернистая, пузырчатая, волосистоплодная, шнуракорневая. В некоторых местах развивался моховой ярус, образованный зелеными мхами. При повышенном увлажнении разложение отмерших растительных остатков замедлялось, что способствовало образованию и накоплению торфа

на первой надпойменной террасе Енисея около с.Каптырево – 4685±105 лет (СОАН-5365), в долине р.Иджа – 5365±85 лет (СОАН-5373) и 4405±85 лет (СОАН-5372). Время начала заболачивания сосняка разнотравно-хвощово-осоково-сфагнового с елью и пихтой на пологом песчанном берегу оз.Большой Кызыкуль датировано концом атлантического периода – 5670±100 лет (СОАН-5892). По данным спорово-пыльцевого анализа (Ямских, 1995), климат этого временного интервала был холодный и перемененно влажный.

Первые очаги заболачивания мелководных водоемов на территории Минусинской лесостепи появились в раннесуббореальное время – в долине р.Оя – 4560±40 л.н. (ГИН-4250), в долине р.Мигна – 4405±80 л.н. (СОАН-5356), в долине р.Иджа – 3910±60 л.н.

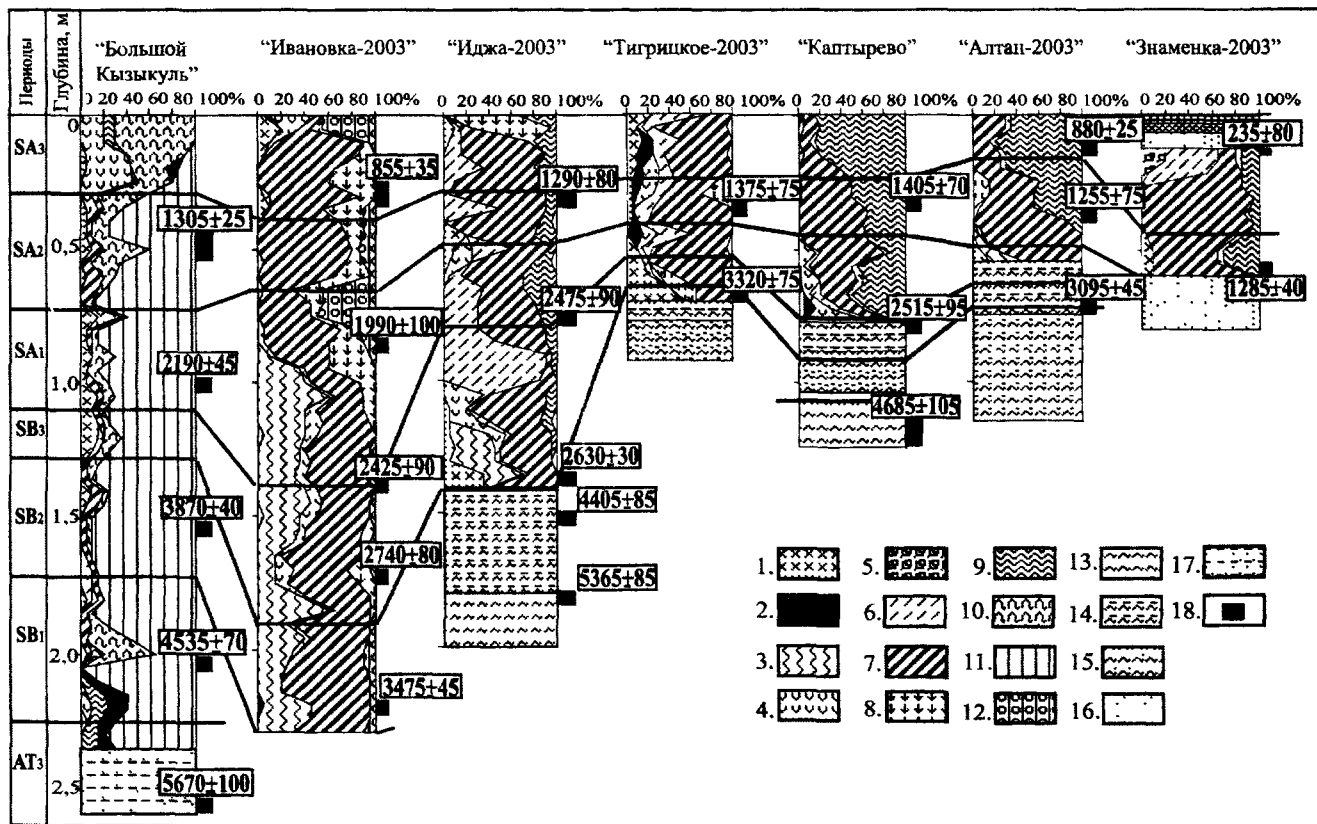


Рис. 6 Корреляция болотных отложений Минусинской лесостепи:

1-12 - растения - торфообразователи: 1 - *Equisetum palustre*, *E. fluviatile*; 2 - *Thelypteris palustris*; 3 - *Phragmites australis*; 4 - *Varia*: *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Comarum palustre*, *Calla palustris*, *Scheuchzeria palustris*, *Triglochin maritimum*, *Rhynchospora alba*, *Acorus calamus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium*, *Alisma* и др.; 5 - *Menyanthes trifoliata*; 6 - Зеленые мхи: *Drepanocladus*, *Calliergonella*, *Calliergonella*, *Aulacomnium*, *Mnium*; 7 - *Carex*; 8 - *Calamagrostis*; 9 - *Eriophorum*; 10 - *Sphagnum*; 11 - хвойные породы: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Larix*, 12 - *Betula*; 13 - суглинок; 14 - оторфованный суглинок; 15 - суглинок с детритом; 16 - сулесь; 17 - оторфованная сулесь; 18 - радиоуглеродная дата

(преимущественно хвощового и хвощово-осокового) со средней скоростью 0,61 мм/год.

Условия более теплого и сухого климата во второй половине среднесуббореального периода способствовали дальнейшему обмелению водоемов и продвижению водно-болотной растительности от периферии к центру, где также возникали условия, благоприятные для торфонакопления. Так, возраст торфа в базальном горизонте центральной части торфяника «Тигрицкое» составляет 3320 ± 75 лет (СОАН-5354), в долине р.Мигна - 3200 ± 90 лет (ГИН-4277).

В позднесуббореальное время (SB₃) – 3000-2400 л.н. – развитие болотных фитоценозов проходило при увлажнении, соответствующем в среднем 94-98 ступеням шкалы Л.Г. Раменского (1956), скорость торфонакопления в среднем достигала 0,56 мм/год. В торфяных горизонтах, накопившихся за этот временной интервал, отмечены тонкие прослойки суглинков, сформировавшихся при повышении уровня воды в реках. В растительном покрове болот происходило постепенное увеличение осок и гипновых мхов. Получила развитие осоково-гипновая и разнотравно-осоковая растительность (тростниково-осоковая, разнотравно-хвощово-осоковая). Степень заболоченности территории увеличивалась за счет разрастания болотных массивов – время начала торфонакопления на западной оконечности болота Каптыревское определено в 2515 ± 95 л.н. (СОАН-5364), на одном из участков Тигрицкого болота – 2380 ± 50 л.н. (ГИН-3657).

В раннесубатлантическую фазу (SA₁) – 2400-1650 л.н. – на болотах были распространены топяные фитоценозы, в которых доминировали осоки дернистая, волосистоплодная, двудомная и сближенная, в различном количестве присутствовали тростник южный, вейник, вахта трехлистная, рогоз, пушица, зеленые мхи. В прибрежной зоне оз. Большой Кызыкуль был развит сосняк разнотравно-осоково-хвощово-сфагновый с пихтой и елью.

При оценке условий увлажнения установлено, что в конце SA₁ – начале SA₂ повсеместно наблюдалось уменьшение увлажнения (рис.7), что фиксируется по появлению в волокне торфа остатков осоки двудомной, острой, шаровидной, просяной и буроватой, пушицы влагалищной, березы повислой и березы пушистой. Результаты спорово-пыльцевого анализа также указывают на уменьшение увлажнения.

Среднесубатлантическое время (SA₂) – 1650-950 л.н. – характеризуется по данным палинологии как теплое и влажное с похолоданием в конце фазы (1250-950 л.н.). Тогда на болотах при обильном увлажнении были распространены вейниково-осоковые, осоково-гипновые и осоково-пушищевые растительные сообщества.

В позднесубатлантическую фазу голоцена (SA₃) от 950 л.н. и по настоящее время – развитие болот проходило при умеренном увлажнении, на фоне которого отмечались непродолжительные периоды уменьшения влажности. В растительном покрове болот, наряду с евтрофными фитоценозами, появились осоково-пушищевые – менее требовательные к

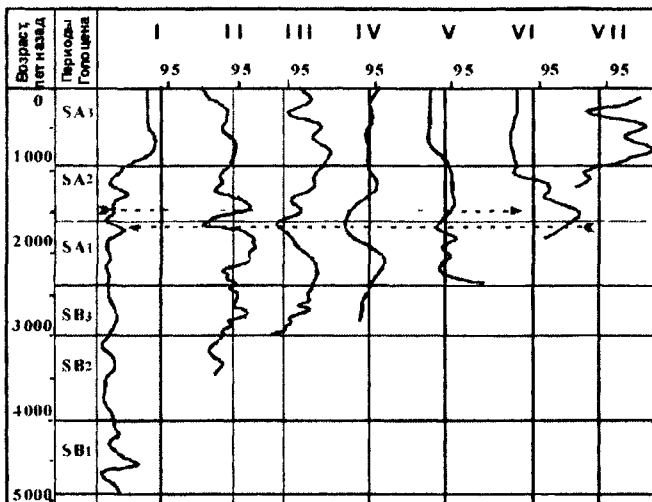


Рис 7 Корреляция экологических кривых увлажнения Минусинской котловины
 Разрезы I – «Большой Кызыкуль», II – «Ивановка, 2003», III – «Иджа, 2003», IV –
 «Тигрицкое- 2003», V – «Капгырево», VI – «Алтан - 2003»; VII – «Знаменка - 2003»

водно-минеральному питанию. Данные фитоценозы получили развитие только на болотах, расположенных на юго-западном более засушливом участке лесостепи.

Современный растительный покров болот Красноярской и Минусинской лесостепей представлен фитоценозами евтрофного типа: кочкарноосошниками, разнотравно-осоковыми, разнотравно-осоково-зеленомошными, осоково-зеленомошными и хвощово-осоковыми, ближе к руслу рек распространены фитоценозы из хвощей, камыша, рогоза и тростника. Притеррасные болота характеризуются хорошо развитым древесным ярусом из березы, сосны, ели и лиственницы. Мезотрофные осоково-сфагновые и осоково-пушицевые растительные сообщества встречаются редко преимущественно на болотах первых надпойменных террас.

4.2. Сравнительный анализ торфообразования и динамики торфонакопления в Красноярской и Минусинской лесостепях

По результатам изучения детального ботанического состава, с использованием ключей, составленных Ю.В. Ерковой и С.Н. Тюрменным (Торфяной фонд, 1956), были определены вид, группа, подтип и тип каждого 5-сантиметрового слоя торфа.

Установлено, что в сложении торфяников участвуют 18 видов торфа: древесный низинный, березовый, древесно-осоковый, древесно-травяной, древесно-хвощовый, древесно-гиновый, древесно-сфагновый, осоковый,

тростниково-осоковый, осоково-хвощовый, травяной, вахтовый, хвощовый, осоково-гипновый, гипновый и сфагновый низинный, осоково-пушицевый, пушицевый и сфагновый переходный.

Определена частота встречаемости каждого вида торфа в Красноярской (табл. 1) и Минусинской (табл. 2) лесостепях.

Таблица 1

Встречаемость и степень разложения видов торфа Красноярской лесостепи

Низинный тип		Доля от всех видов, %	N*	Степень разложения, %		
Группа	Вид			средн.	мин	макс
Древесная	Древесный	4.4	38	42.5	26.8	54.0
	Березовый	0.7	6	33.5	26.8	41.2
Древесно-травяная	Др.-осоковый	34.0	296	33.6	20.3	47.0
	Др.-хвощовый	0.2	2	39.1	36.9	41.2
	Др.-травяной	9.5	83	36.9	18.2	49.0
Древесно-моховая	Др.-гипновый	2.1	18	41.5	29.3	48.0
	Осоковый	30.3	264	33.7	20.8	47.8
Травяная	Вахтовый	0.5	4	33.5	29.7	36.8
	Травяной	7.2	63	29.1	16.0	49.1
	Хвощовый	0.6	5	40.1	33.3	45.0
Травяно-моховая	Травяно-гипновый	0.1	1	21.6	-	-
	Осоково-гипновый	6.3	55	35.2	21.0	48.0
Моховая	Гипновый	3.2	28	37.2	27.9	51.7
Переходный тип						
Группа	Вид					
Травяная	Осоково-пушицевый	0.3	3	37.8	37.0	38.7
Моховая	Сфагновый	0.6	5	27.7	15.7	34.5
		Всего	865			

N* – количество словес торфа одного вида мощностью 5 см

Таблица 2

Встречаемость и степень разложения видов торфа Минусинской лесостепи

Низинный тип		Доля от всех видов, %	N*	Степень разложения, %		
Группа	Вид			средн.	мин.	макс
Древесная	Березовый	1.3	4	25.8	18.8	29.4
Др.-травяная	Древесно-осоковый	6.3	20	31.5	26.6	39.8
	Осоковый	39.7	126	26.2	12.4	39.0
Травяная	Тростниково-осок	6.9	22	28.7	17.1	36.9
	Травяной	13.2	42	30.6	22.5	43.4
	Хвощовый	5.7	18	-	-	-
	Осоково-хвощовый	3.2	10	-	-	-
Травяно-мох	Осоково-гипновый	12.5	41	26.3	23.6	27.6
Моховая	Гипновый	4.9	16	25.1	14.9	32.0
Переходный тип						
Группа	Вид					
Травяная	Осок-пушицевый	2.7	9	30.5	26.4	37.8
	Пушицевый	2.7	9	30.5	25.7	33.5
		Всего	329	28.5	12.4	43.4

В торфяных залежах Красноярской лесостепи наиболее распространен торф древесно-травяной (43,7 % - 381 слой) и травяной группы (38,9 % - 336 слоев). Наибольшее количество отмеченных слоев торфа относится к древесно-осоковому (34,0 % - 296 слоев) и осоковому (30,3 % - 264 слоя) видам.

На территории Минусинской лесостепи в строении торфяных залежей большее участие принимают виды торфа, относящиеся к травяной группе (74,4 % - 218 слоев) (табл.2), доминирует торф осокового вида (39,7 % - 126 слоев). Следующими по частоте встречаемости является травяной (13,2 %) и осоково-гипновый (12,9 %) торф. Наименьшее участие в сложении залежей принимает торф древесной группы (1,3 %).

Торфяные отложения болот Минусинской лесостепи характеризуются высоким содержанием минеральных примесей (зольность торфа составляет в среднем 32,6 %), что обусловлено пойменным расположением болот, слабой задернованностью и большой расчлененностью водосбора. Зольность торфа на болотах Красноярской лесостепи варьирует от 4,5 до 23 % и в среднем составляет 12,5 %.

При ботаническом анализе торфяных и подстилающих торф отложений Красноярской и Минусинской лесостепей выделены и определены макроостатки растений-торфообразователей, принадлежащих к 29 семействам, 49 родам, 92 видам, из которых 71 вид покрытосеменных растений, 5 видов голосеменных (сем. Pinaceae), 3 вида споровых (сем. Equisetaceae, сем. Thelypteridaceae) и 13 видов мохообразных (сем. Sphagnaceae, сем. Mniaceae, сем. Aulacomniaceae, сем. Amblystegiaceae). Покрытосеменные растения относятся к 23 семействам, из которых наиболее широко распространены представители сем. Cyperaceae (35 видов) с доминирующим положением рода *Carex* (24 вида). Семейство Betulaceae представлено шестью видами, сем. Poaceae и сем. Ericaceae – четырьмя, семейства Rosaceae, Turfthaceae, Alismataceae, Araceae и Droseraceae содержат по два вида, по одному представителю включают семейства Scheuchzeriaceae, Menyanthaceae, Sparganiaceae, Juncaginaceae, Salicaceae, Geraniaceae, Lythraceae, Hippuridaceae, Lentibulariaceae, Scrophulariaceae, Rubiaceae, Nymphaeaceae, Lemnaceae и Potamogetonaceae.

Основными растениями-торфообразователями являются 28 видов растений, остатки которых на 90-92 % формируют волокно торфа: *Carex cespitosa*, *C. dioica*, *C. lasiocarpa*, *C. vesicaria*, *C. limosa*, *C. acuta*, *C. appropinquata*, *C. brunnescens*, *C. chordorrhiza*, *C. diandra*, *C. rostrata*, *C. pauciflora*, *C. tenuiflora*, *Calamagrostis canescens*, *Calamagrostis neglecta*, *Eriophorum vaginatum*, *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Phragmites australis*, *Scheuchzeria palustris*, *Sagittaria sagittifolia*, *Equisetum palustre*, *Thelypteris palustris*, *Drepanocladus aduncus*, *Drepanocladus vernicosus*, *Calliergon cordifolium*, *Calliergonella cuspidata*, *Betula pubescens*). Макроостатки остальных 64 видов растений составляют в сумме 8-10 % торфяного волокна.

В торфяных залежах юго-западного района Красноярской лесостепи наибольшее участие в сложении торфа принимают зеленые мхи рода *Drepanocladus* (в среднем 18,7 %), *Carex dioica* (10,4 %), *C. cespitosa* (8,7 %),

Calamagrostis canescens (9,2 %), *Equisetum palustre* (8,9 %), *Betula* sect. *Albae* (7,2 %), *Menyanthes trifoliata* (5 %) (частота встречаемости 45-68 %). Доминирующими растениями-торфообразователями Минусинской лесостепи являются *Carex lasiocarpa* (19,1 %), *C. dioica* (11,4 %), *C. cespitosa* (4,5 %), *Equisetum palustre* (2,8 %), зеленые мхи рода *Drepanocladus*, *Calliergon* и *Calliergonella* (10,2 %) (частота встречаемости – 57-72 %).

На основе радиоуглеродных дат, рассчитаны скорости торфонакопления: средняя скорость по каждому разрезу, по слоям между датировками, по периодам голоцена. Средняя скорость накопления торфа на болотах Минусинской лесостепи составляет 0,47 мм/год, скорость накопления отдельных слоев варьирует преимущественно (вероятность 58 %) от 0,30 до 0,60 мм/год. Средняя скорость торфонакопления в Красноярской лесостепи – 0,31 мм/год.

Выводы

1. Болотообразование в Красноярской и Минусинской лесостепях началось во второй половине атлантического периода, преимущественно в поймах (где образовались собственно-пойменные, притеррасные и старичные болота), реже на первых надпойменных террасах рек (старичные надпойменные болота). Все болота относятся к низинному типу.

2. Болота Красноярской и Минусинской лесостепей до сих пор находятся в евтрофной стадии развития в отличие от болот лесостепи Западной Сибири и Русской равнины, которые с конца суббореального времени перешли в мезотрофную и олиготрофную стадии.

3. В Красноярской лесостепи большинство торфяных залежей лесотопяного подтипа, в их сложении преобладает торф древесно-травяной (43,7 % - 381 слой) и травяной групп (38,9 % - 336 слоев), древесно-осокового (34,0 % - 296 слоев) и осокового (30,3 % - 264 слоя) видов. В Минусинской лесостепи преобладают залежи топяного подтипа (многослойные топяные, осоковые, осоково-гипновые), в их сложении доминирует торф травяной группы (74,4 % - 218 слоев) осокового вида (39,7 % - 126 слоев). Залежи лесотопяного подтипа отмечены только на притеррасных участках.

4. Торфяные залежи Красноярской и Минусинской лесостепей сложены макроостатками растений-торфообразователей, принадлежащих к 29 семействам, 49 родам, 92 видам, из которых 5 видов голосеменных растений, 3 – споровых, 13 – мохообразных и 71 – покрытосеменных. Остатки покрытосеменных растений относятся к 23 семействам, наиболее широко представлено сем. *Cyperaceae* (35 видов) с доминирующим положением рода *Carex* (24 вида).

5. Растительность болот Минусинской лесостепи на начальных стадиях развития была представлена формацией водно-болотной растительности, в дальнейшем трансформировалась в формацию осоковых и травяно-моховых болот. Растительные сообщества группы формаций лесных болот отмечены только на притеррасных участках. Большинство болот Красноярской лесостепи образовалось путем заболачивания пойм, покрытых фитоценозами

с хорошо развитым древесным ярусом. Растительность болот представлена сообществами группы формаций лесных болот, менее распространены формации осоковых и травяно-моховых болот.

6. Развитие болот Красноярской и Минусинской лесостепей проходило в голоцене при болотном увлажнении (от 94-й преимущественно до 100-й ступени по шкале Л.Г. Раменского), реже болотно-луговым (89-93). Изменение климата в сторону увеличения увлажнения выразилось в усилении заболачивания, в формировании топяного торфа слабой степени разложения и высокой скорости торфонакопления. Уменьшение увлажнения привело к формированию горизонтов торфа с содержанием остатков древесной растительности, повышению степени разложения и медленной скорости торфонакопления. В конце SA₁ – начале SA₂ отмечено повсеместное уменьшение увлажнения (до 90-й ступени) как на территории Минусинской, так и Красноярской лесостепей.

7. Средняя скорость торфонакопления на болотах Красноярской лесостепи составила 0,31 мм/год (SA₃ – 0,43 мм/год, SA₂ – 0,20 мм/год, SA₁ – 0,24 мм/год, SB₃ – 0,76 мм/год, SB₂ – 1,6 мм/год, SB₁ – 0,32 мм/год). На болотах Минусинской лесостепи средняя скорость торфонакопления достигает 0,47 мм/год, была максимальной в SB₂ – 0,61 мм/год; SB₃ – 0,56 мм/год, SA₁ – 0,45 мм/год, SA₂ – 0,38 мм/год, SA₃ – 0,50 мм/год.

Список публикаций по теме диссертации

1. Гренадерова А.В. Ботаническая характеристика голоценовых озерных отложений оз. Карасевое (Енисейского района) // Экология Южной Сибири: Материалы Южно-Сибирской междунар. конф. студентов и молодых ученых. 21 – 24 ноября 2001 г. в г. Абакане /Краснояр. гос. ун-т. – Красноярск, 2001. – Т.1. – С. 17.
2. Гренадерова А.В. Время образования и динамика формирования торфяной залежи в долине р.Кас (центральная часть долины р. Енисей) // Материалы XXXIX междунар. науч. студенческой конф. «Студент и научно-технический прогресс»: Геология / Новосибир. ун-т. – Новосибирск, 2001. – С. 28-29.
3. Гренадерова А.В. Генезис и история развития торфяника в долине р.Кас (южно-таежная подзона Приенисейской Сибири) // Экология и проблемы защиты окружающей среды: Тез. докл. VIII Всерос. студенческой конф. Красноярск, 25-27 апреля 2001 г. / Краснояр. гос. ун-т. – Красноярск, 2001. – С.73-74.
4. Ямских Г.Ю., Мукина Л.Р., Гренадерова А.В. Генезис и возраст сапропелеболотных образований в центральной части Красноярского края // Роль минерально-сырьевой базы Сибири в устойчивом функционировании плодородия почв: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. 11-13 июля 2001г. Красноярск. – Красноярск, 2001. – С. 135-140.
5. Гренадерова А.В. Время формирования торфяников, смена растительного покрова и условий увлажнения в долине р.Кача (северная лесостепь Приенисейской Сибири) // Материалы XL междунар. науч. студенческой конф. «Студент и научно-технический прогресс»: Геология / Новосибир. гос. ун-т. – Новосибирск, 2002. – С. 103-104.

6. Гренадерова А.В. Динамика растительности и увлажнение в голоцене на Енисейской равнине // Экология и проблемы защиты окружающей среды: Тез. докл. IX Всерос. студенческой конф. Красноярск, 25-27 апреля, 2002 / Краснояр. гос. ун-т. – Красноярск, 2002. – С. 98-99.
7. Гренадерова А.В. Динамика условий увлажнения голоцена северной лесостепи Приенисейской Сибири // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: Материалы VI междунар. науч. школы-конф. студентов и молодых ученых 27-30 ноября 2002 г. в г. Абакане. – Красноярск, 2002. – Т.1. – С.79-80.
8. Гренадерова А.В. Сравнительный анализ ботанического состава и условий увлажнения торфяных залежей на территории северной лесостепной зоны Приенисейской Сибири // Проблемы геологии и освоения недр: Тр. VI междунар. симпозиума студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – С. 34-35.
9. Гренадерова А.В. Изменение природных условий северной лесостепи в позднем голоцене // Проблемы геологии и освоения недр: Тр. VII Междунар. научного симпозиума им. ак. М.А. Усова студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – С.34-36.
10. Гренадерова А.В. Изменение растительности и условий увлажнения голоцена на границе современных биоклиматических зон средней и южной тайги Приенисейской Сибири // Материалы науч. конф. «Проблемы геологии и географии Сибири» № 3(II): Палеонтология и стратиграфия. Геология нефти и газа / Томский гос. ун-т. – Томск, 2003. – С.59-61.
11. Гренадерова А.В. Особенности изменения растительного покрова и условий увлажнения в позднем голоцене в долине Среднего Енисея (по данным ботанического анализа торфяных отложений) // Материалы XLI междунар. науч. студенческой конф. «Студент и научно-технический прогресс»: Геология /Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск, 2003. – С. 135-136.
12. Гренадерова А.В. Изменения болотной растительности и условий увлажнения позднего голоцена на территории северной лесостепи в долине Среднего Енисея // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: Материалы VII междунар. науч. школы-конф. студентов и молодых ученых 26-29 ноября 2003 г. в г. Абакане. – Красноярск, 2003. – Т.1. – С.15-16.
13. Ямских Г.Ю., Гренадерова А.В. Динамика болотной растительности и условий увлажнения в позднем голоцене на территории южной тайги (долина Среднего Енисея) // Палеогеография Средней Сибири: Сб. ст. Вып.3 / Краснояр. гос. ун-т. – Красноярск, 2003. – С. 44-50.
14. Гренадерова А.В. Динамика фитоценоотического разнообразия растительности голоценовых торфяных отложений Приенисейской Сибири (по данным изучения ботанического состава) // Биология – наука XXI века: 8-я международная Пушкинская школа-конф. молодых ученых (Пушино, 17-21 мая 2004г.). Сб. тезисов. – Пушкино, 2004. – С.195-196.
15. Гренадерова А.В. Гидрологические условия развития торфяников южнотаежной подзоны и северной лесостепи Приенисейской Сибири (на основе палеоботанического изучения) // Почвы – национальное достояние

России: Тр. IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Кн. 1. – Новосибирск, 2004.

16. Гренадерова А.В. Фитоценотическое разнообразие и сукцессионные смены растительности в голоцене на низинных болотах в междуречье рек Иджа и Оя (Южно-Минусинская котловина) // Проблемы сохранения разнообразия растительного покрова Внутренней Азии: Материалы Всерос. науч. конф. с международным участием (Улан-Удэ, 7-10 сентября 2004 г.). Ч. 2. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. – С.16-18.

17. Гренадерова А.В. Реконструкция фитоценотического разнообразия и условий увлажнения болотных сообществ в позднеголоценовое время в долине р.Оя. // Болота и биосфера: Сб. материалов Третьей Научной Школы (13-16 сентября 2004 г.). – Томск: Изд-во ЦНТИ, 2004. С.178-183.

18. Ямских Г.Ю., Карпенко Л.В., Гренадерова А.В. Реконструкция сукцессий растительности и палеогидрологического режима болот (на примере торфяника в долине реки Кас) // География и природные ресурсы. – 2004. – №4. – С.128-134.

19. Гренадерова А.В. Изучение пространственно-временного функционирования болотных экосистем Приенисейской Сибири // Материалы межрегион. научно-практической конф. «Объединение субъектов Российской Федерации и проблемы природопользования в Приенисейской Сибири». – Красноярск, 2005.

20. Гренадерова А.В., Шарафутдинов Р.А. Реконструкция экологических условий позднего голоцена в долине р.Оя. // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное природопользование: Материалы I межрегион. научно-практической конф., посвященной 5-летию организации Тигирекского заповедника. Тр. ГПЗ «Тигирекский». Вып.1. – Барнаул: Алтайские страницы, 2005. – С.141-146.

21. Гренадерова А.В. Особенности торфонакопления на территории Южно-Минусинской котловины // Болота и биосфера: Сб. материалов Четвертой Научной Школы (12-15 сентября 2005 г.). – Томск: ЦНТИ, 2005. – С. 157-163.

22. Гренадерова А.В. Особенности формирования болотных экосистем Южно-Минусинской котловины в голоцене // Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий: Материалы междунар. научно-практической конф. (Барнаул, 3-7 октября 2005 г.) / Отв. ред. Г.Я. Барышников. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2005. – С. 78-82.

23. Гренадерова А.В. Развитие болотных экосистем и их реакция на климатические изменения в голоцене (на примере низинных болот Южно-Минусинской котловины) // Материалы Всерос. конф. «Природная и антропогенная динамика наземных экосистем», посвященная памяти выдающегося исследователя лесов Сибири А.С. Рожкова (1925-2005 гг.) (Иркутск, 11-15 октября 2005 г.). – Иркутск: ИГТУ, 2005. – С. 231-234.

24. Гренадерова А.В. Развитие болотной экосистемы голоцена в долине р.Иджа // Эволюция жизни на Земле: Материалы III междунар. симпозиума, 1-3 ноября 2005 г., г. Томск / Отв. ред. В.М. Подобина. – Томск: Томский гос. ун-т, 2005. – С. 232-234.

Подписано к печати 14.12.2005 г.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Печать офсетная. Бумага офсетная №1.
Гарнитура «Times New Roman».
Уч.-изд. л. 1,7. Тираж 100. Заказ № **282**.

Издательский центр Красноярского государственного университета
660041, Красноярск, пр. Свободный, 79

2006A
591

W - 591