

Лапшина Елена Дмитриевна

**БОЛОТА ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
(ботаническое разнообразие, история развития и
динамика накопления углерода в голоцене)**

03.00.05 – «Ботаника»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Томск – 2004

Работа выполнена на кафедре ботаники Томского государственного университета

Научный консультант
доктор биологических наук, профессор Прокопьев Е.П.

Официальные оппоненты:
доктор биологических наук Свириденко Борис Федорович
доктор биологических наук Сиринов Андрей Артурович
доктор биологических наук Тимошук Елена Евгеньевна

Ведущая организация: Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН,
Красноярск

Защита состоится 29 апреля 2004 г. в часов на заседании диссертационного совета Д.212.267.09 при Томском государственном университете по адресу: 634050, Томск, пр. Ленина, 36, Главный корпус, (факс 3822-529853).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Томского государственного университета

Автореферат разослан «.....»2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор биологических наук

С.П. Кулижский

Актуальность темы. До недавнего времени болота привлекали внимание ученых и практиков главным образом лишь с точки зрения запасов торфа и качества торфяного сырья как ценного природного ресурса. В последние годы со всей очевидностью на первое место выходит биосферная роль болот, одной из наиболее важных функций которых является связывание CO₂ и депонирование углерода в торфяной залежи. Кроме того, являясь убежищами для многих редких и исчезающих видов растений, болота имеют большое значение в сохранении биологического разнообразия.

Несмотря на широкое распространение в Западной Сибири торфяных болот, фактические данные о богатстве их флоры, растительности, содержании углерода в торфяных залежах весьма ограничены, что препятствует установлению их истинной роли в глобальном цикле углерода, в формировании и поддержании биологического разнообразия региона.

В последние десятилетия интенсивного хозяйственного освоения территории Западной Сибири торфяные болота региона подвергаются все возрастающей антропогенной трансформации. Поэтому весьма актуальной становится задача разработки новых методов оценки антропогенного воздействия на болотные экосистемы, а также своевременного выявления скоплений редких видов растений, растительных сообществ и организации охраны, наиболее ценных в экологическом отношении, болотных массивов и их систем.

Цель и задачи исследования.

Цель данной работы заключалась в комплексном изучении торфяных болот юго-востока Западно-Сибирской равнины, определении их роли в поддержании биологического разнообразия региона, формировании его ландшафтной структуры и накоплении углерода в голоцене.

Для выполнения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить типологический состав и структуру флоры торфяных болот юго-востока Западной Сибири, выявить набор парциальных флор основных типов болотных ландшафтов, провести их сравнительный анализ.
2. Выявить ценотическое разнообразие растительных сообществ торфяных болот региона, представить его в системе эколого-флористической классификации. Определить положение выделенных синтаксонов в системе высших единиц растительности Евразии.
3. Разработать многоуровневую классификацию болотных ландшафтов юго-востока Западной Сибири.
4. Установить закономерности пространственно-временных изменений стратиграфического строения торфяных залежей по ландшафтно-экологическому и географическому градиентам.
5. Изучить динамику накопления углерода в основных типах болот юго-востока Западной Сибири в пространстве и во времени, используя характеристики торфяной залежи.
6. Оценить состояние и основные типы антропогенного воздействия на болота региона, наметить пути их охраны и рационального использования.

Научная новизна проведенных исследований.

Впервые на основе обширного оригинального фактического материала проведена инвентаризация флоры сосудистых растений и мохообразных болот лесной зоны юго-востока Западной Сибири. Всего выявлено 586 видов, из них 12 видов печеночников, 19 видов листостебельных мхов и 5 видов сосудистых растений обнаружено на данной территории впервые.

Детально изучена таксономическая, географическая, экологическая и ценотическая структура объединенной парциальной флоры (ОПФ) торфяных болот региона, проведен сравнительный анализ парциальных флор (ПФ) основных типов болотных ландшафтов, выявлены особенности ОПФ торфяных болот юго-востока Западной Сибири по сравнению с региональной флорой. Прослежены основные закономерности и пути формирования флоры и растительности торфяных болот, определена их роль в сохранении и поддержании биоразнообразия региона на фоне естественной динамики природной среды в позднем плейстоцене и голоцене.

Впервые на достаточно детальном уровне выявлено типологическое разнообразие болотной растительности лесной зоны Западной Сибири, разработана ее эколого-флористическая классификация, в которой 88 синтаксонов, в том числе 1 порядок, 5 союзов и 6 подсоюзов описаны как новые.

Разработаны принципы и построена многоуровневая классификационная схема болотных ландшафтов юго-востока Западной Сибири, позволяющая использовать весь набор признаков при сравнительно небольшом числе выделяемых классификационных единиц на каждом уровне.

Предложены новые методы изучения и анализа торфяных отложений, в том числе метод ретроспективного экологического анализа торфа. Впервые для юга лесной зоны Западной Сибири установлена скорость накопления торфа и углерода по хорошо датированным и вторично неизменным торфяным разрезам с учетом особенностей залегания болотных массивов в рельефе, стратиграфического строения торфяной залежи и локализации участка отбора проб в пределах болотного массива.

Практическая значимость работы.

На основе интегрированной информационной системы IBIS 4.1 (Зверев, 1998) создана база данных «Флора и растительность болот Западной Сибири», активно используемая специалистами ботаниками, бриологами, лишенологами в учебных и научных целях.

Разработанная классификация болотной растительности используется в легендах крупно- и среднemasштабных ландшафтных и геоботанических карт. Созданные на ее основе различные варианты типологии болотных ландшафтов хорошо зарекомендовали себя при дешифрировании космических снимков высокого разрешения. Новые методологические и методические подходы к экологической оценке состояния и динамики болотных ландшафтов могут

успешно использоваться при разработке региональных экологических нормативов рационального природопользования.

Выявлены редкие виды растений и растительные сообщества торфяных болот лесной зоны Западной Сибири, что явилось основанием для включения ряда из них в «Красную книгу Томской области» и «Зеленую книгу Сибири». Проведено научное обоснование и намечены конкретные площади для создания особо охраняемых природных территорий (ООПТ) различного уровня.

Результаты исследований использованы в отчетах по проектам, поддержанным российскими и международными фондами. В качестве научного руководителя рабочей группы и ответственного исполнителя автор принимала непосредственное участие в выполнении 9 крупных научных проектов по грантам ИНТАС, РФФИ, Министерства образования РФ, Государственного фонда поддержки научных исследований Нидерландов (NWO), фонда «Darwin Initiative» (Великобритания), Международного бюро по сохранению водно-болотных угодий «Wetlands International» и др.

Материалы исследований используются в курсах «Растительность Сибири», «Болотоведение», «Фитоценология», «Экология растений».

Положения, выносимые на защиту.

1. Флора торфяных болот Западной Сибири представляет собой единый флороценотический комплекс, сформировавшийся в результате взаимодействия древнего флороценотического ядра гидроморфных ландшафтов третичного времени с флорами зональных биомов позднего плейстоцена от арктических тундр до гемибореальных широколиственных и хвойно-широколиственных лесов, неоднократно сменявших друг друга на протяжении четвертичной истории развития растительного покрова Северной Евразии.

2. Ведущим экологическим градиентом, определяющим флористическую неоднородность растительного покрова и дифференциацию высших единиц эколого-флористической классификации болотной растительности, является тип водно-минерального питания болот. Физиономический облик растительных сообществ и доминирование отдельных видов имеет решающее значение при выделении синтаксонов среднего и мелкого рангов.

3. Торфяные болота, являясь интразональными образованиями, отражают влияние местных (гидрологических, геолого-геоморфологических) факторов среды, определяющих саму возможность их возникновения и развития. Зональный климат накладывает на них лишь определенный отпечаток, что проявляется в формировании особых географических вариантов растительных сообществ, разной скорости накопления и разложения органического вещества. Вместе с тем, местные факторы, предопределяющие развитие тех или иных типов болот, подчиняются ярко выраженной широтной зональности, связанной с палеоклиматами позднего плейстоцена, обусловившими особенности литологии и химического состава подстилающих грунтов.

4. Накопление углерода в торфе, как важнейшая биосферная функция болот, изменяется в пространстве и во времени в соответствии с региональным климатом, характером залегания болотного массива в рельефе и стратиграфическим строением торфяной залежи. Благоприятные условия обеспечивают более высокие скорости накопления углерода болотами Западной Сибири по сравнению с другими регионами бореальной зоны Евразии.

Личный вклад автора. Диссертационная работа является теоретическим обобщением материалов 20-летних полевых исследований. Автору принадлежит разработка программы исследований, постановка задач и непосредственное участие в их реализации на всех этапах работы. Соавторство всех участников работы оговорено в соответствующих разделах диссертации.

Апробация работы. Результаты работы обсуждались на международных и российских симпозиумах, конференциях и научных совещаниях: симпозиуме, посвященном 30-летию Международного общества по торфу (Финляндия, 1998), XI международном конгрессе по торфу (Квебек, Канада, 2000), международном полевом симпозиуме «Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее» (Ноябрьск, 2001), международных конференциях (Томск 1995, 1997), II(X) съезде Русского ботанического общества (Санкт-Петербург, 1998), Всероссийских конференциях «Проблемы изучения растительного покрова Сибири» (Томск, 1995, 2000), «Климаты и цикл углерода: прошлое и современность» (Москва, 1999, 2000), «Микология и криптогамная ботаника в России» (Санкт-Петербург, 2000), региональных конференциях «Проблемы сохранения биоразнообразия Южной Сибири» (Томск, 1997), «Чтения памяти Ю.А. Львова» (Томск, 1995, 1998, 2002), на заседании секции болотоведения РБО (Санкт-Петербург, 2003) и др.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 60 работ в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе одна монография.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 426 страницах, состоит из введения, 8 глав, выводов, списка литературы (513 источников, из них 94 на иностранных языках) и 7 приложений объемом 86 страниц. Работа иллюстрирована 39 рисунками и содержит 24 таблиц.

ГЛАВА 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Район исследований охватывает около 340 тыс. км² в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины в пределах зоны мелколиственных лесов (подтайги), подзоны южной и средней тайги на территории Томской, сопредельных районов Тюменской и севера Новосибирской областей.

В главе приводится характеристика современных физико-географических условий формирования болот юго-востока Западной Сибири, включающая описание климата, геоморфологических и гидрологических условий, особенностей почвообразующих пород, почвенного покрова и растительности.

Познание истории развития современных торфяных болот, их флоры и растительности неотделимо от понимания динамики природно-климатической обстановки на протяжении последних этапов четвертичного времени. Поэтому в главе большое внимание уделяется геологическому строению и истории развития территории, подробно обсуждаются общие особенности изменения климата и ландшафтов Западной Сибири в позднем плейстоцене и в голоцене.

Анализ опубликованных и фондовых материалов о геологическом строении мезо-кайнозойского осадочного чехла Западной Сибири показал, что торфяные болота составляли неотъемлемую часть природных ландшафтов Западно-Сибирской равнины на протяжении всей истории ее континентального существования. Следы торфяных болот обнаруживаются в отложениях всех геоморфологических уровней (водораздельные пространства, террасы, поймы рек) в составе литологических комплексов разного возраста – от пластов бурого угля в континентальных отложениях юрского времени, залегающих в основании платформенного чехла, до погребенных торфяных горизонтов современных речных пойм. В результате был сделан вывод, что процесс торфонакопления является древним полициклическим процессом.

На каждом новом этапе четвертичной истории Западно-Сибирской равнины, в фазы относительно спокойного тектонического развития, характеризующиеся ослаблением речной сети и затуханием эрозионно-аккумулятивных процессов, а также в благоприятные в гидротермическом отношении эпохи межледниковий, неоднократно создавались условия, необходимые и достаточные для массового развития болотообразовательного процесса и накопления торфа в масштабах, сопоставимых с таковыми в голоцене.

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ БОЛОТ

Учитывая комплексный характер исследования, в главе подробно обсуждаются ключевые методологические вопросы изучения болот: объем понятия «болото», проблема классификации болот и их отдельных компонентов (растительности, торфа, торфяных залежей) исходя из представления о многоуровневой организации болотных экосистем (Галкина, 1946, 1963; Богдановская-Гиенэф, 1946; Боч, Мазинг, 1979; Мазинг, 1988, 1994; Львов, 1979, 1995).

Под термином «болото» мы понимаем природный ландшафт гидроморфного ряда, для которого характерно постоянное или длительное, обильное увлажнение (застойное или слабопроточное), определяющее специфический характер растительности и особый тип почвообразования, одним из проявлений которого является отложение торфа. При этом широким распространением пользуются также земли болотного ряда, в силу тех или иных причин не накапливающие торфа.

Объектом нашего исследования являются *торфяные болота* юго-востока Западной Сибири, то есть те типы ландшафтов, где болотный процесс находится на достаточно продвинутой стадии развития и выражен не только в составе и строении растительности, но и в накоплении более или менее мощного слоя торфа.

В основу данной работы было положено детальное изучение 7 модельных территорий (МТ) площадью около 100–200 км² каждая, и дополняющих их 14 ключевых участков площадью 25 км², охватывающих все разнообразие основных типов геолого-геоморфологических поверхностей юго-востока Западно-Сибирской равнины в разных биоклиматических зонах и подзонах (подтайге, южной и средней тайге), а также маршрутные наземные и аэровизуальные обследования территории за пределами ключевых полигонов. Подобный подход обеспечил достаточно полное выявление всех основных типов болотных ландшафтов, представленного на них разнообразия болотных растительных сообществ и их флористического состава. В целом было заложено 9 нивелировочных профилей, общей протяженностью более 50 км, на которых пробурено 355 пробоотборочных и зондировочных скважин.

Инвентаризация флоры и растительности болот проведена на основе многолетних гербарных сборов (более 600 листов гербария сосудистых растений и около 20 тыс. образцов мохообразных) и списков 2600 полных геоботанических описаний. Анализ флоры, обработка геоботанических описаний и построение классификации растительности проводилась с использованием современных программных продуктов: TWINSPAN, Statistica for Windows, BioStat (Пяк, Зверев, 1997) и NTSYS (Rohlf, 1987), IBIS 4.1 (Зверев, 1998), MegaTab (Hill, 1986)

Отбор образцов торфа проводился сплошной колонкой через 10 см на всю глубину торфяной залежи (Львов, 1974). В образцах определялись ботанический состав и степень разложения торфа, объемный вес, зольность и содержание углерода. Запасы сухого органического вещества торфа рассчитывались по общепринятым методикам, учитывающим содержание вещества, плотность сложения и мощность слоя (Смагин и др., 2000). Для расчета углерода в зависимости от глубины залегания образца и типа торфа принималось его содержание в сухом веществе 46–56% (Ефремов и др., 1994). Всего для характеристики стратиграфического строения торфяных залежей, оценки запасов и скорости накопления торфа и углерода было проанализировано около 5000 образцов торфа на ботанический состав, более 1000 образцов на зольность и объемный вес.

Образцы для определения возраста отбирались из придонного слоя торфа и двух глубин (обычно 50 и 200 см) в средней части залежи. В самых глубоких колонках возраст слоев был определен через каждые 50–100 см. Полученные методом радиоуглеродного анализа даты были преобразованы в калиброванные даты (Stuiver, Reimer, 1993). Для периодизации голоцена использовались соответствующие уточненные возрастные границы палеоклиматических периодов: предбореального (PB) – 9980–11960, бореального (BO) – 8830–9980, атлантического (AT) – 5300–8830,

суббореального (SB)–2740 – 5300, субатлантического (SA) – 2740 до настоящего времени. Всего в ходе исследований в пределах лесной зоны Западной Сибири было получено 134 новые датировки абсолютного возраста.

Для экологической оценки болотных местообитаний широко использовался метод стандартных экологических шкал Л.Г. Раменского (Раменский и др., 1956). По амплитуде экологических условий в пределах одного фитоценоза оценивалась экологическая емкость местообитания, которая коррелятивно связана с уровнем видовой насыщенности. Для изучения динамики болотного процесса использован метод ретроспективного экологического анализа торфа (Львов, 1979; Лапшина, 1987), разработанный на основе расширения области применения экологических шкал на торфяные отложения. Такой анализ, выполненный по каждому образцу сплошной стратиграфической колонки, позволяет получить картину изменения экологических параметров в каждой точке болотного массива с момента возникновения болота до настоящего времени.

ГЛАВА 3. ФЛОРА БОЛОТ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Изучение флоры болот юго-востока Западной Сибири проведено нами дифференцированно по мохообразным и сосудистым растениям на уровне объединенной парциальной флоры болот (ОПФ) как части региональной флоры в целом, ее флороценотического «ядра» и отдельных парциальных флор (ПФ) основных типов болотных ландшафтов.

Под ОПФ болот юго-востока Западной Сибири мы понимаем *весь* набор видов, произрастающих в пределах ненарушенных антропогенным воздействием ландшафтных выделов торфяных болот с торфяной залежью не менее 30 (50) см, которая обеспечивает расположение в ней основной массы корневых систем обитающих здесь растений.

Анализ флоры болот. Флора юго-востока Западной Сибири является одной из самых богатых среди всех изученных к настоящему времени болотных флор (Трасс, 1955, 1986; Бачурина, 1964; Горохова, 1976; Поспеева, 1979; Балашов и др., 1982; Страздайте, 1982; Kask, 1982; Eurola et al., 1984; Хмелев, 1985; Кузнецов, 1989; Барсегян, 1990; Боч, Смагин, 1993; Федотов, 1999; Свириденко, 1999; Ребристая, 2000 и др.). В ней зарегистрировано 344 вида сосудистых растений, что составляет около трети (32,8%) полной региональной флоры (39,8% аборигенной флоры), и 242 вида мохообразных, что охватывает более двух третей (68,9%) всей бриофлоры. Среди мохообразных выявлен 181 вид листостебельных мхов и 61 вид печеночников, что составляет 68,6 и 70,1% полных региональных бриофлор соответствующих групп.

Доля видов, облигатно связанных с торфяными болотами на всем протяжении их ареала, невелика (7,5%) и сопоставима с таковой в других ОПФ болот Северной Евразии. Специфической особенностью изученной флоры является наличие большого числа видов, которые в условиях юга Западной Сибири произрастают исключительно на торфяных болотах, являясь облигатными элементами их флоры, а за пределами этого региона могут встречаться в иных условиях и других типах ландшафтов (лесах, равнинных и высокогорных тундрах, приморских лугах, скалах и каменистых россыпях). Таких видов насчитывается 76, или 13% ОПФ болот региона, среди них 45 видов сосудистых растений и 31 вид мохообразных.

Таксономическая структура. В ОПФ болот абсолютно преобладают семейства *Cyperaceae* – 12,5%, *Poaceae* – 9,6%, а семейство *Asteraceae* делит 3-е и 4-е места с *Orchidaceae* – 6,1%, которое в региональной флоре занимает лишь 10-е место. Среди листостебельных мхов ведущую роль на болотах играет монотипное семейство *Sphagnaceae* – 17,1%, за которым следуют *Amblystegiaceae* – 15,5% и *Bryaceae* – 10,5%. Таксономическая структура флоры печеночников болот характеризуется преобладанием семейств *Lophoziaceae* – 24,6%, *Geocalycaceae* – 11,5% и *Cephaloziaceae* – 9,8%.

Во флороценотическом комплексе болот, составляющем «ядро» болотной флоры, еще более возрастает удельный вес *Cyperaceae* (24,3%), *Sphagnaceae* (33,3%), *Lophoziaceae* (32,6%) по сравнению с ОПФ болот в целом. Из числа ведущих семейств выпадают *Asteraceae*, *Ranunculaceae*, *Apiaceae*, *Dicranaceae*, *Brachytheciaceae*, напротив, резко возрастает роль *Orchidaceae*, *Ericaceae*, *Salicaceae*, *Mniaceae*, *Meesiaceae*. При этом спектр ведущих семейств печеночных мхов по сравнению с ОПФ болот практически не меняется.

Соотношение флоры сосудистых растений (344 вида) и мохообразных (242 вида) на болотах составляет 1,4:1. Во флороценотическом комплексе болот (среди «верных» видов) это соотношение смещается в сторону увеличения доли бриофитов (148 и 136 видов соответственно), что свидетельствует о фактически равном участии этих двух групп растений во флоре торфяных болот бореальной зоны, в то время как в общей региональной флоре видовое богатство сосудистых растений почти в 2,5 раза выше, чем мохообразных.

Парциальные болотные флоры. В результате математической обработки всего массива данных методами кластерного анализа, в пределах ОПФ болот юго-востока Западной Сибири было выделено 8 парциальных болотных флор, соответствующих основным типам болотных ландшафтов (рис. 1).

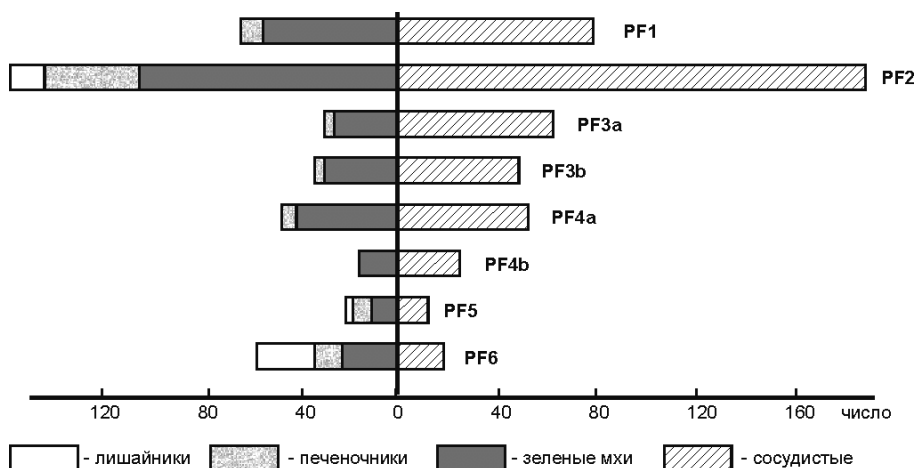


Рис. 1. Соотношение основных таксономических групп видов в парциальных флорах болот юго-востока Западной Сибири.

Парциальные флоры: PF1 – кочкарноосоковых пойменных болот, включая ивовые и березово-ивовые кочкарноосочники; PF2 – лесных болот (согр) грунтового питания; PF3a – базифильных (кальцефильных) осоково-гипновых топей; PF3b – мягководных осоково-гипновых топей преимущественно атмосферного питания; PF4a – мезотрофных осоковых и осоково-моховых топей; PF4b – мезоолиготрофных осоково-сфагновых топей; PF5 – омбротрофных сфагновых топей и мочажин; PF6 – омбротрофных сосново-кустарничково-сфагновых болот (рямов).

Самой богатой среди всех изученных является ПФ лесных болот (согр). Она насчитывает 373 вида, в том числе 206 видов сосудистых растений и 153 вида мохообразных (рис. 1). Доля «верных» видов здесь чуть более 50%, при этом доля облигатных болотных видов составляет всего 12%. Более низким показателем отличается лишь ПФ пойменных кочкарников (8,4%), почти в 2,5 раза уступающая ПФ лесных болот по богатству видов (рис. 2).

ПФ омбротрофных сфагновых топей и мочажин является самой бедной и включает всего 33 вида, из которых более половины (52,9%) составляют мохообразные. Вместе с тем доля облигатных болотных видов здесь составляет 84,4%, что является самым высоким показателем среди всех ПФ.

Парциальная флора рямов (PF6) включает 76 видов, из которых лишь четверть – 19 видов (25%) составляют сосудистые растения, а остальные три четверти приходится на мохообразные – 32 вида (42,1%) и лишайники – 25 видов (32,9%). Доля «верных» видов здесь несколько ниже (78%), чем в ПФ гипновых и сфагновых топей (PF3a, PF3b, PF4a, PF4b), но значительно превышает эту величину в ПФ лесных болот и пойменных кочкарников.

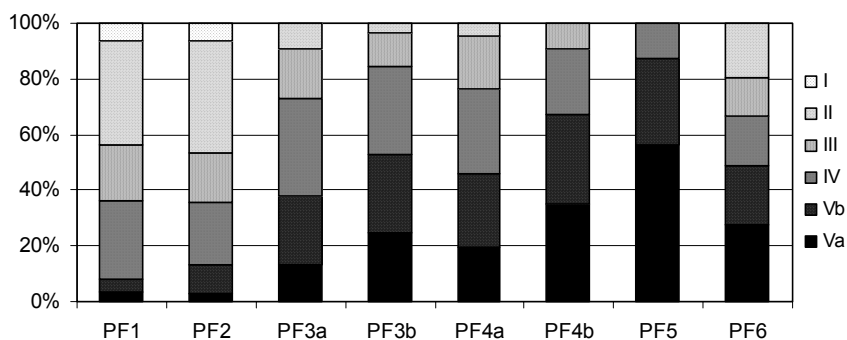


Рис. 2. Распределение видов в пределах отдельных ПФ по степени верности.

Классы верности видов: Va – облигатные болотные виды на всем протяжении их ареала; Vb – облигатные болотные виды на юго-востоке Западной Сибири; IV – характерные болотные виды, III – обычные на болотах виды, фитоценотический оптимум которых лежит за пределами болот; II – виды, индифферентные к болотным местообитаниям; I – случайные виды.

Таким образом, флора болот региона представляет собой гетерогенный комплекс, в котором выделяются несколько сравнительно хорошо отграниченных друг от друга скоплений. Вместе с тем высокие значения степени сходства видового состава ПФ по мерам включения свидетельствуют, что флора болот характеризуется высокой степенью общности. Дифференциация отдельных ПФ происходила в пределах двух основных флорогенетических линий развития болотной растительности. Первая из них связана с лесными болотами речных долин, вторая – с бедными условиями сфагновых болот повышенных элементов ландшафта.

Хорологический анализ. В составе бриофлоры болот абсолютно преобладают виды с голарктическим (61,6%) и мультирегиональным (36,4%) типами ареалов. Среди сосудистых растений основную часть составляют виды с голарктическим (40,5%) и евроазиатским (43,5%) ареалом. При этом обращает на себя внимание сравнительно большая доля видов с азиатским типом ареала (11,6%). Наиболее ярко влияние азиатских элементов проявляется в ПФ болотных ландшафтов с хорошо выраженным древесным ярусом – в согах и рямах, которые являются характерными и специфичными типами болот континентальных районов Северной Евразии.

Зонально-географический анализ. Среди широтных элементов в ОПФ болот юго-востока Западной Сибири доминируют бореальные и гемибореальные виды, что в целом соответствует зонально-географическому положению изучаемой флоры (табл. 1).

Таблица 1

Зонально-географические элементы флоры болот

ПФ	PF1	PF2	PF3a	PF3b	PF4a	PF4b	PF5	PF6	ОПФ	Ядро
Элементы	Мохообразные, %									
А		1,3	10,0	13,9					5,0	8,1
ГА	7,4	6,5	23,3	22,2	10,2	6,3	5,6	9,4	7,9	13,2
Б	35,3	48,4	33,3	41,7	75,5	93,8	88,9	75	46,7	56,6
ГБ	35,3	27,5	10,0	5,6	8,2		5,6	12,5	24,4	12,5
Н	4,4	3,9							3,3	2,2
Пл	17,6	12,4	23,3	16,7	6,1			3,1	12,8	7,4
	Сосудистые растения, %									
А		1,0	4,5	3,8					1,5	3,4
ГА	1,2	6,3	4,5	7,5	8,8	14,8	28,6	26,3	6,7	12,8
Б	31,8	36,4	35,8	37,7	50,9	59,3	57,1	68,4	30,5	38,5
ГБ	37,6	42,7	28,4	15,1	15,8	7,4		5,3	39,5	26,4
Н		0,5							0,3	0,7
Ст	1,2			1,9	1,8				2,0	1,4
Пл	28,2	13,1	26,9	34,0	22,8	18,5	14,3		19,5	16,9

Примечание. Элементы: А – арктические (арктоальпийские); ГА – гипоарктические; Б – бореальные; ГБ – гемибореальные; Н – неморальные; Ст – степные; Пл – плюризональные

По своей зонально-географической структуре ПФ основных типов болотных ландшафтов хорошо различаются, распадаясь на 3 группы:

1. В ПФ пойменных кочкарников и лесных болот (PF1, PF2), вся история развития и становления которых протекала преимущественно в благоприятных трофических и гидротермических условиях речных долин, зонально-географические спектры элементов флоры в наибольшей степени смещены к южной гемибореальной части зонального ряда и в целом отвечают более теплым климатическим условиям, чем современная природная обстановка рассматриваемого региона Западной Сибири.

2. Спектры зонально-географических элементов ПФ открытых осоково-гипновых топей (PF3a, PF3b) долин рек и водораздельных пространств, особенно среди бриофитов, отвечают более холодным климатическим условиям лесотундры и южной части тундры, чем резко выделяется на фоне современной физико-географической обстановки юга Западной Сибири. О современном распространении такого типа болот в зоне гемибореальных травяных лесов свидетельствует сравнительно высокая доля гемибореальных видов сосудистых растений. Бриофлора ведет себя более консервативно и проникновение в нее зональных гемибореальных элементов в изменившихся климатических условиях идет медленнее.

3. ПФ осоково-сфагновых топей (PF4a, PF4b, PF5) и рямов (PF6) по своей зонально-географической структуре более всего соответствуют северной тайге, в целом также отвечая более холодным, чем современные на юге лесной зоны, условиям физико-географической среды. В отличие от предыдущей группы, ПФ сфагновых болот отличаются почти полным отсутствием гемибореальных видов, что свидетельствует о возникновении и современном преимущественном распространении такого типа болот в таежной зоне за пределами зоны гемибореальных лесов. Характерным является более высокая доля гипоарктических видов среди сосудистых растений по сравнению с бриофитами, которые представлены почти исключительно бореальными элементами.

Экологический и ценотический анализ. Анализ экологической структуры ОПФ болот по фактору увлажнения показал преобладание по числу видов гидромезофитов среди мохообразных (36%) и мезофитов среди сосудистых растений (34,2%). Среди собственно болотных видов тех и других доминируют гидромезофиты (41,2 и 37% соответственно), за которыми в порядке убывания следуют субгидрофиты (33,8 и 29,7%) и аэрогидрофиты (11,8 и 22,3%).

Анализ экологической структуры по фактору трофности субстрата показал, что как во флоре болот в целом, так и в составе ее флороценотического «ядра» абсолютно доминирует группа мезотрофов – видов умеренно богатых местообитаний (61; 61,8% у мохообразных и 52,5; 50% у сосудистых). Ценотическая структура флоры болот представлена в таблице 2.

Ценоотическая структура флоры торфяных болот

ПФ	PF1	PF2	PF3a	PF3b	PF4a	PF4b	PF5	PF6	ОПФ	Ядро
Элементы:	Мохообразные									
Болотные	20,6	20,3	63,3	80,6	71,4	100	100	59,4	31,4	55,9
Лесоболотные	33,8	38,6	26,7	16,7	18,4			15,6	26	40,4
Лесные	23,6	28,8		2,8	6,1			21,9	25,2	
Водные	1,5								0,8	
Прочие	20,6	12,5	10		4,1			3,1	16,5	3,7
	Сосудистые растения									
Болотные	24,7	16,0	67,2	83,0	68,4	81,5	100	73,7	21,0	48,6
Лесные	18,8	41,8	11,9	3,8	7,0	11,1		26,3	35,0	4,7
Лесоболотные	16,5	23,3	7,5	5,7	14,0	7,4			14,0	32,4
Лугово-болотные	17,6	8,3	6,0	1,9	7,0				9,3	11,5
Околоводные	5,9	1,0	3,0	3,8	3,5				3,8	1,4
Водные	8,2	0,5	1,5	1,9					3,8	
Луговые	7,1	3,9	3,0						5,5	1,4
Прочие	1,2	5,4							7,7	

Экологическая и ценоотическая структура ПФ основных типов болотных ландшафтов существенно различается, что обусловлено, с одной стороны, различиями в степени общей увлажненности и обеспеченности элементами минерального питания и азотом болотных местообитаний, с другой – сложностью пространственной структуры их растительных сообществ и степенью выраженности микрорельефа.

Наиболее сложной и гетерогенной ценоотической структурой характеризуется ПФ пойменных кочкарников и лесных болот. Наиболее простой структурой отличаются ПФ мезоолиготрофных осоково-сфагновых топей и ПФ омбротрофных сфагновых топей и мочажин. Набор ценоотических групп в ПФ сосудистых растений всегда заметно богаче и разнообразнее, чем у мохообразных, что свидетельствует о более эффективных способах расселения и большей пластичности сосудистых растений по сравнению с бриофитами.

Редкие виды и реликты во флоре болот. В условиях изменяющейся физико-географической среды (прежде всего климата) многие виды растений из плакорных местообитаний вытесняются на торфяные болота, где находят себе подходящие убежища и сохраняются в течение длительного времени в неблагоприятные для них климатические периоды. Так, с местообитаниями открытых моховых болот связано сохранение в болотной флоре большинства гипоарктических и арктоальпийских видов в качестве ценоотических реликтов ледниковых эпох и периодов менее глубоких похолоданий плейстоценового времени. К ним относятся редкие и очень редкие в регионе виды сосудистых растений – *Saxifraga hirculus*, *Minuartia stricta*, *Baeothryon cespitosum*, *Empetrum nigrum*, *Ledum decumbens*, *Juncus stygius* и мохообразных – *Pseudocalliergon trifarium*, *Cinclidium stygium*, *Scorpidium scorpioides*, *Meesia triquetra*, *M. uliginosa*, *M. longisetata*, *Paludella squarrosa*, *Ptilidium ciliare* и др.

Лишь сравнительно небольшая часть гипоарктических видов приспособилась к условиям торфяных болот лесной зоны, не переходя в реликтовое состояние, более того, нередко являясь доминантами современного растительного покрова. Это такие высоко активные виды бореальных болот, как *Eriophorum vaginatum*, *E. polystachyon*, *E. russeolum*, *Rubus chamaemorus*, *Betula nana*, а среди мхов – *Sphagnum lindbergii*, *Campylium stellatum*, *Tomentypnum nitens*.

В пойменных кочкарниках и сограх наблюдается концентрация наиболее термофильных элементов региональной флоры сосудистых растений – *Poa remota*, *Calamagrostis canescens*, *Carex elongata*, *Scyrpus sylvaticus*, *Ranunculus lingua*, *Frangula alnus*, *Cirsium palustre*, *C. oleraceum* и мохообразных – *Riccardia palmata*, *Harpantus drummondii*, *Plagiochila porelloides*, *Radula complanata*, *Mnium stellare*, *Timmia megapolitana*, *Homalia trichomanoides*, *Thuidium recognitum*, *T. philibertii*, *Neckera pennata* и многие др., которые представляют собой остатки неморальной и былой, гораздо более богатой, по сравнению с современной, гемибореальной растительности Сибири.

Проведенный всесторонний анализ флоры болот юго-востока Западной Сибири показал, что современные торфяные болота значительно богаче и информативнее в палеоэкологическом и ботанико-географическом плане, чем это предполагалось ранее. Они сочетают в себе признаки зональных ландшафтов различных биоклиматических эпох голоцена, сменявших друг друга на протяжении последних 10-11 тыс. лет, а в ряде случаев унаследовали черты и более древних, доголоценовых этапов развития растительного покрова Западно-Сибирской равнины.

Невысокая специфичность болотной флоры на видовом уровне резко возрастает за счет распространения на болота особых экологических форм видов, в большинстве своем еще не закрепленных генетически, а также большого числа устойчивых гибридогенных форм. Таким образом, торфяные болота являются своеобразными очагами био-разнообразия, где концентрируются многие реликтовые и сокращающие свой ареал виды растений и растительных сообществ и, в то же время, интенсивно протекают процессы микроэволюции.

Полный список видов, принадлежность их к элементам флоры, а также основные таксономические характеристики ОПФ болот юго-востока Западной Сибири и ее флороценотического «ядра» по сравнению с региональной флорой сосудистых растений, мхов и печеночников приведены в приложении.

ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА БОЛОТ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Изучение растительности непосредственно связано с проблемой сохранения биологического разнообразия и проблемой мониторинга глобальных изменений в биосфере. Наиболее перспективным в этой связи представляется эколого-флористический метод школы Браун-Бланке, который успешно используется во всех европейских странах при инвентаризации растительности, обеспечивая унификацию подхода к описанию, классификации и представлению данных.

Расширение области синтаксономических исследований болотной растительности на восток на территорию Западной Сибири заставило нас столкнуться со следующими явлениями:

- вовлечение в фитоценотическое пространство растительного покрова болот многих новых региональных, в том числе азиатских видов;
- изменение фитоценотической амплитуды многих видов болотных растений по мере нарастания континентальности климата;
- появление в континентальных районах Западной Сибири новых типов болот, изначально отсутствовавших либо в значительной мере трансформированных или утраченных на территории Западной Европы уже в историческое время;
- абсолютное преобладание в Сибири по сравнению с Европой болотных растительных сообществ в их первозданном, ненарушенном виде.

В результате на территории Западной Сибири мы имеем дело в большинстве случаев с уклоняющимися от известных типов и новыми единицами болотной растительности, что потребовало критического анализа и ревизии всей существующей системы высших единиц эколого-флористической классификации и уточнения диагностических блоков видов крупных синтаксонов.

При построении эколого-флористической классификации растительных сообществ торфяных болот юго-востока Западной Сибири мы опирались на работы ведущих западных фитоценологов (Moore, 1968; Matuszhkiewicz, 1952; Neuhaüsl, 1972; Krisai, 1972; Pałczynski, 1975; G. Philippi in Oberdorfer, 1977; Dierssen, 1982; Kielland-Lund, 1981 и др.), имеющиеся данные по растительности болот региона (Барышников, 1929; Бронзов, 1930, 1936; Тюремнов, 1957; Яснопольская, 19654; Храмов, Валуцкий, 1973, 1977; Лисс, Березина, 1981; Мульдияров, 1989; Кустова, 1987; Минаева и др., 1996 и др.), а также собственный многолетний опыт изучения болот Западной Сибири.

Все разнообразие растительности торфяных болот юго-востока Западной Сибири охватывает в основном три класса болотной растительности – **Oxycocco-Sphagnetea**, **Scheuchzerio-Caricetea nigrae** и **Alnetea glutinosae**. Растительные сообщества сфагновых болотных лесов и мелколесий, традиционно относимых в отечественной литературе к классу **Vaccinietea uliginosi**, на основе их полного флористического состава рассматриваются нами в рамках традиционных классов болотной растительности – **Scheuchzerio-Caricetea nigrae** и **Oxycocco-Sphagnetea**. Гидроморфные крупноосоковые сообщества класса **Phragmiti-Magnocaricetea** в лесной зоне Западной Сибири связаны главным образом с местообитаниями регулярно заливаемых пойм крупных рек, где процесс торфонакопления оказывается подавленным, и торфяные болота не развиваются. Поэтому практически все разнообразие растительных сообществ этого класса гидроморфной растительности осталось за рамками настоящей работы.

Продромус растительности болот юго-востока Западной Сибири

КЛАСС ALNETEA GLUTINOSAE Br.-Bl. et Tx. 1943

Порядок SALICETALIA AURITAE Doing 1962 em. Westh. 1969

Союз Salicion cinereae Müller et Görs 1958

Acc. Galio physocarpi-Caricetum cespitosae ass. prov.

Acc. Carici juncellae-Salicetum rosmarinifoliae Korolyuk et Taran 1993

Субасс. С. j.-S. r. spiraeetosum salicifoliae Taran 1993

Субасс. С. j.-S. r. betuletosum pubescentis subass. prov.

Acc. Sphagno fimbriati-Spiraeetum salicifoliae ass. prov.

Порядок CALAMAGROSTIO CANESCENTIS-PICEETALIA ABIETIS Solomeshch 1995 nomen inval.

Союз Carici cespitosae-Piceion obovati all. prov.

Подсоюз Spiraeo salicifoliae-Piceion obovatae suball. prov.

Acc. Spiraeo salicifoliae-Pinetum sibiricae ass. prov.

Субасс. S. s.-P. s. sphagnetosum centralis subass. prov.

Субасс. S. s.-P. s. caricetosum juncellae subass. prov.

Acc. Duschekio fruticosae-Betuletum pubescentis ass. prov.

Подсоюз Carici cespitosae-Pinenion sibiricae suball. prov.

Acc. Mnio stellari-Pinetum sibiricae ass. prov.

Субасс. M. s.-P. s. typicum subass. prov.

- Cybacc. M.s.-P.s. spiraetosum salicifoliae subass. prov.
 Acc. Oxalido acetosellae-Betuletum pubescentis ass. prov.
Союз Carici appropinquatae-Laricion sibiricae all. prov.
Подсоюз Frangulo alnae-Picenion sylvestris suball. prov.
 Acc. Listero ovatae-Laricetum sibiricae ass. prov.
 Cybacc. L.o.-L.s. sphagnetosum angustifolii subass. prov.
 Cybacc. L.o.-L.s. typicum subass. prov.
 Acc. Cypripedio macranthi-Pinetum sylvestris ass. prov.
Подсоюз Helodio-Laricenion sibiricae suball. prov.
 Acc. Betulo fruticosae-Pinetum sylvestris ass. prov.
 Acc. Frangulo alni-Laricetum sibiricae ass. prov.
 Cybacc. F.a.-L.s. spiraetosum salicifoliae subass. prov.
 Cybacc. F.a.-L.s. duschekietosum fruticosae subass. prov.
 Acc. Cicuto virosae-Betuletum pubescentis ass. prov.
КЛАСС SCHEUCHZERIO-CARICETEA NIGRAE (Nordh. 1936) Tx. 1937
 Порядок SCHEUCHZERIETALIA PALUSTRIS Nordh. 1936
Союз Sphagnion baltici Kustova 1987 ex Lapshina all. prov.
 Acc. Scheuchzerio palustris-Sphagnetum (cuspidati) Osvald 1923
 Cybacc. S.p.-S.c. sphagnetosum baltici Bogd.-Guihenéuf 1928
 Cybacc. S.p.-S.c. sphagnetosum papilloso Bogd.-Guihenéuf 1928
 Cybacc. S.p.-S.c. sphagnetosum maji Bogd.-Guihenéuf 1928
 Cybacc. S.p.-S.c. sphagnetosum jensenii Boč et Vasilevich 1980
 Cybacc. S.p.-S.c. sphagnetosum lindbergii Osvald 1923
 Acc. Eriophoro vaginati-Sphagnetum baltici Bogd.-Guihenéuf 1928
 Cybacc. E.v.-S.b. typicum Bogd.-Guihenéuf 1928
 Cybacc. E.v.-S.b. sphagnetosum fuscii subass. prov.
 Cybacc. E.v.-S.b. sphagnetosum papilloso subass. prov.
 Acc. Sphagno-Eriophoretum russeoli Smagin 1999
 Cybacc. Sph.-E.r. sphagnetosum baltici subass. prov.
 Cybacc. Sph.-E.r. sphagnetosum papilloso subass. prov.
 Acc. Sphagno baltici-Rhynchosporium albae Bogd.-Guihenéuf 1928
 Cybacc. S.b.-R.a. typicum Bogd.-Guihenéuf 1928
 Cybacc. S.b.-R.a. sphagnetosum lindbergii Dierssen 1982
 Cybacc. S.b.-R.a. sphagnetosum papilloso Osvald 1923
 Acc. Hepatico-Rhynchosporium albae Bogd.-Guihenéuf 1928
 Cybacc. Hepatico-R.a. typicum Bogd.-Guihenéuf 1928
 Cybacc. Hepatico-R.a. sphagnetosum compacti subass. prov.
 Acc. Cetrario delesii-Baeothryetum caespitosi ass. prov.
 Acc. Menyanto-Rhynchosporium albae Smagin 1999
 Cybacc. M.t.-R.a. sphagnetosum maji subass. prov.
 Cybacc. M.t.-R.a. sphagnetosum fallacis subass. prov.
Союз Chamaedaphno-Sphagnion obtusi all. prov.
 Acc. Carici rostratae-Sphagnetum fallacis Osvald 1923 em. Rybniček 1984
 Cybacc. C.r.-S.f. typicum Osvald 1923 em. Rybniček 1984
 Cybacc. C.r.-S.f. sphagnetosum angustifolii Boč et Smagin 1993
 Cybacc. C.r.-S.f. sphagnetosum riparii Osvald 1925
 Acc. Betulo pubescentis-Caricetum lasiocarpae ass. prov.
 Cybacc. B.p.-C.l. typicum subass. prov.
 Cybacc. B.p.-C.l. sphagnetosum angustifolii subass. prov.
 Acc. Carici lasiocarpae-Sphagnetum fallacis Waren 1926 em. Rybniček 1984
 Cybacc. C.l.-S.f. typicum Waren 1926 em. Rybniček 1984
 Cybacc. C.l.-S.f. sphagnetosum obtusi J. et M. Jasnowski 1983
 Cybacc. C.l.-S.f. sphagnetosum jensenii Boč et Smagin 1993
 Acc. Betulo nanae-Caricetum lasiocarpae ass. prov.
 Cybacc. B.n.-C.l. sphagnetosum centralis subass. prov.
 Cybacc. B.n.-C.l. sphagnetosum obtusi subass. prov.
 Acc. Sphagno obtusi-Caricetum chardorrhizae ass. prov.
 Cybacc. S.o.-C.c. typicum subass. prov.
 Cybacc. S.o.-C.c. sphagnetosum centralis subass. prov.
 25. Acc. Menyantho-Caricetum limosae Smagin 1999
 Cybacc. M.t.-C.l. sphagnetosum angustifolii Smagin 1999
 Cybacc. M.t.-C.l. sphagnetosum fallacis Smagin 1999

- Субасс. M.t.- C.l. sphagnetosum obtusi Smagin 1999
 26. Acc. Sphagno centralis-Betuletum pubescentis ass. prov.
 Субасс. S.c.-B.p. sphagnetosum obtusi subass. prov.
 Субасс. S.c.-B.p. sphagnetosum warnstorffii subass. prov.
- Союз Caricion lasiocarpae** Vanden Bergh. in Lebrun et al. 1949
Подсоюз Warnstorffio exannulati-Juncenion stygii suball. prov.
 Acc. Caricetum limosae Osvald 1923
 Субасс. C.l. warnstorffietosum exannulatae subass. prov.
 Субасс. C.l. scordidietosum scordiidis Braun 1968
 Acc. Caricetum rostratae Rübél 1912 ex Osvald 1923
 Субасс. C.r. warnstorffietosum exannulatae Nordhag. 1928
 Acc. Sphagno contorti-Caricetum meyerianae ass. prov.
 Субасс. S.c.-C.m. scordidietosum scordiidis subass. prov.
 Субасс. S.c.-C.m. sphagnetosum obtusi subass. prov.
- Подсоюз Meesio-Caricenion diandrae** suball. prov.
 Acc. Campylio stellatae-Caricetum lasiocarpae ass. prov.
 Acc. Betulo nanae-Caricetum omskianae ass. prov.
 Acc. Riccardio chamaedryfoliae-Caricetum limosae ass. prov.
 Acc. Meesio triquetrae-Caricetum diandrae Bronzov 1936
 Субасс. M.t.-C.d. drepanocladietosum sendtneri subass. prov.
 Субасс. M.t.-C.d. tomentypnetosum nitentis subass. prov.
- Порядок SPHAGNO WARNSTORFFII-TOMENTYPNEETALIA ord. prov.
- Союз Saxifrago-Tomentypnion** all. prov.
 Acc. Brachythecio mildeanae-Caricetum limosae ass. prov.
 Субасс. B.m.-C.l. drepanocladetosum sendtneri subass. prov.
 Субасс. B.m.-C.l. homatocauletosum vernicosi subass. prov.
 Субасс. B.m.-C.l. tomentypnetosum subass. prov.
 Acc. Thelypterido-Caricetum lasiocarpae ass. prov.
 Acc. Betulo fruticosae-Caricetum appropinquati ass. prov.
 Acc. Larici sibiricae-Aulacomnietum palustris ass. prov.
 Субасс. L.s.-A.p. tomentypno-betuletosum fruticosae subass. prov.
 Субасс. L.s.-A.p. betuletosum nanae subass. prov.
 Acc. Tomentypno-Caricetum dioicae ass. prov.
- Союз Oxyocco-Sphagnion warnstorffii** all. prov.
 Acc. Sphagno warnstorffii-Caricetum dioicae ass. prov.
 Acc. Sphagno warnstorffii-Betuletum nanae ass. prov.
 Субасс. S. w.-B. n. typicum subass. prov.
 Субасс. S. w.-B. n. salicetosum cinerea subass. prov.
 Acc. Ledo-Betuletum pubescentis ass. prov.
 Субасс. L.p.-B.p. pinetosum subass. prov.
 Субасс. L.p.-B.p. betuletosum nanae subass. prov.
- КЛАСС OXYCOCCO-SPHAGNETEA** Br.-Bl. et R. Tx. 1943
 Порядок SPHAGNETALIA MAGELLANICI Kästn. et Flöss. 1933
- Союз Sphagnion magellanici** Kästn. et Flöss. 1933
 Acc. Menyantho-Sphagnetum magellanici Boč 1993
 Субасс. M.-S. m. sphagnetosum fusci subass. prov.
 Субасс. M.-S. m. scheuchzerietosum palustri subass. prov.
- Союз Oxyocco-Empetrion hermaphroditi** Nordh. 1936
 Acc. Ledo-Sphagnetum fusci Du Rietz 1921 em. Dierssen 1982
 Субасс. L.p.-S.f. mylietosum subass. prov.
 Acc. Mylio anomalae-Sphagnetum fusci ass. prov.
- Союз Ledo-Pinion** Tx. 1955
 Acc. Pino sibiricae-Sphagnetum angustifolii ass. prov.
 Субасс. P.s.-S.a. sphagnetosum russowii subass. prov.
 Субасс. P.s.-S.a. sphagnetosum fusci subass. prov.
- КЛАСС PHRAGMITI-MAGNOCARICETEA** Klika in Klika et Novak 1941
 Порядок MAGNOCARICETALIA Pignatti 1926
- Союз Magnocariceon** W. Koch 1926
 Acc. Caricetum omskianae Korolyuk 1993
 Субасс. C.o. galietosum ruprechtii subass. prov.
 Субасс. C. o. sphagnetosum platyphylli subass. prov.
 Acc. Epilobio hirsuti-Phragmitetum australis ass. prov.

Субасс. E.h.-P.a. typicum subass. prov.
Субасс. E.h.-P.a. calystegietosum subass. prov.

Для всех выделенных синтаксонов определена видовая насыщенность, установлен диапазон экологических условий местообитаний растительных сообществ по кислотности среды и насыщенности болотных вод обменными основаниями, приводится их ландшафтно-экологическая приуроченность к типам болотных массивов и их частям. Проведено сравнение с западными аналогами и выявлена специфика западносибирских растительных сообществ болот по сравнению с таковыми в Западной и Восточной Европе.

Класс *Alnetea glutinosae*

Западносибирские растительные сообщества класса *Alnetea glutinosae* представляют собой лесные болота бореального облика (согры), викарно замещающие в континентальных районах Восточной Европы и Сибири европейские черноольшаники. Основными экологическими факторами, предопределяющими флористический состав и фитоценотическое разнообразие западносибирских согр, являются богатство грунтовых вод элементами минерального питания и степень влияния речных вод на болотные местообитания, что положено в основу крупных подразделений на уровне союзов и подсоюзов растительных сообществ сибирских лесных болот.

Среди вновь выделенных союзов порядка *Calamagrostio canescentis-Piceetalia abietis* союз *Carici cespitosae-Piceion obovatae* отличается более ярко выраженными бореальными чертами строения и состава, что проявляется в высокой фитоценотической активности темнохвойных пород *Picea obovata*, *Pinus sibirica* и типично таежных видов кустарничков, трав и мохообразных. Географически основная область распространения союза приходится на Западную Сибирь, где его сообщества развиваются в условиях умеренно богатых до богатых обменными основаниями. Союз *Carici appropinquatae-Laricion sibiricae* имеет ярко выраженный гемибореальный характер. В его составе таежные виды уходят на второй план, уступая место светлохвойным древесным породам и гемибореальным видам мхов и трав. Географическая область его распространения простирается по югу лесной зоны на восток до Байкала. В западносибирской части ареала сообщества союза связаны с местообитаниями, характеризующимися питанием исключительно богатыми, как правило, карбонатными, напорными грунтовыми водами.

Класс *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*

В пересмотренном объеме предложенный ранее В.Н. Кустовой союз *Sphagnion baltici* охватывает растительность олиготрофных (омбротрофных) топей и мочажин верховых болот континентальных районов Северной Евразии. Западносибирские сообщества союза отличаются от своих близких аналогов в Европе практически полным отсутствием в их составе мезотрофных видов, значительно более высокой фитоценотической активностью *Rhynchospora alba*, абсолютным преобладанием в моховом покрове *Sphagnum balticum*, *S. papillosum*, *S. jensenii* и выпадением из него *Sphagnum cuspidatum*, а также заметным возрастанием роли видов класса *Oxycocco-Sphagnetea* – *Oxycoccus microcarpa*, *Spagnum fuscum*.

Вновь выделенный союз *Chamaedaphno-Sphagnion obtisi* объединяет растительные сообщества мезотрофных и мезоолиготрофных открытых осоково-сфагновых топей, ерников, мелколесий переходных и верховых болот континентальных районов Евразии с хорошо развитым сплошным покровом сфагновых мхов *Sphagnum obtusum*, *S. fallax*, *S. centrale*, *S. flexuosum*, *S. riparium*. В силу своей редкости в субатлантическом климате Западной Европы эти сообщества не находили до сих пор должного отражения в системе эколого-флористической классификации и рассматривались в качестве вариантов или субассоциаций крупных ассоциаций, выделяемых по доминирующему виду осок в рамках союза *Caricion lasiocarpae*.

Растительные сообщества, относимые нами к союзу *Caricion lasiocarpae*, в синтаксономическом отношении рассматривают в равной степени в пределах союзов *Rhynchosporion albae* и *Caricion lasiocarpae*, поскольку сами рамки этих союзов в понимании европейских авторов в значительной степени перекрываются между собой. С одной стороны, это объясняется изначально очень широко очерченными границами союза *Rhynchosporion*, диагностическими видами которого были названы *Rhynchospora alba*, *Agrostis canina*, *Sphagnum subsecundum*, *S. platyphyllum*, *S. contortum* W. Koch (1926), с другой – всеобъемлющей трактовкой ряда ассоциаций союза *Caricion lasiocarpae*, объединяющих воедино растительность олиготрофных кислых сфагновых и мезотрофных базифильных гипновых болот, только на основании доминирования в них того или иного вида осок.

Корректировка диагностических комбинаций двух новых евросибирских союзов *Sphagnion baltici* и *Chamaedaphno-Sphagnion obtusi* и ограничение их сугубо омбротрофными и мезоолиготрофными условиями с кислой реакцией среды, позволило выделить растительность мезотрофных болот умеренно бедных элементами минерального питания и слабо кислой реакцией среды в рамках традиционного союза *Caricion lasiocarpae*, уточнив при этом его объем и содержание.

Растительные сообщества союза *Caricion lasiocarpae* характеризуются отсутствием покрова сфагновых мхов, которые представлены лишь в виде небольшой примеси наиболее мезотрофных видов *Sphagnum contortum*, *S. platyphyllum*, *S. warnstorffii* среди более или менее хорошо развитого ковра гипновых мхов. От осоково-гипновых топей богатого грунтового питания союза *Saxifrago-Tomentypnion* их отличает наличие блока мезоолиготрофных диагностических видов *Carex heleonastes*, *C. omskiana*, *Juncus stygius*, *Warnstorfia exannulata*, *W. fluitans*, *Scorpidium scorpioides*, *Pseudocalliergon trifarium*, *Meesia triquetra*, *Bryum neodamense*, *Riccardia chamaedryfolia*. Кроме того, дифференциальными видами союза выступают олиготрофные виды класса *Oxycocco-Sphagnetea* и порядка *Scheuchzerietalia Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Drosera anglica*.

Вновь выделенный порядок **Sphagno warnstorffii-Tomentypneetalia** объединяет открытые осоково-гипновые и гипново-сфагновые топи, ерники и мелколесья богатого грунтового питания. В предлагаемом объеме порядок включает два союза **Saxifrago-Tomentypnion** и **Oxycocco palustris-Sphagnion warnstorffii**, объединяющие соответственно болота долин рек богатого грунтового питания, в том числе ключевые болота, с абсолютным господством в моховом покрове гипновых мхов – *Drepanocladus aduncus*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Tomentypnum nitens*, *Aulacomnium palustre*, и разнообразные сообщества низинных болот с доминированием *Sphagnum warnstorffii* в моховом покрове, соответствующие начальным стадиям олиготрофизии последних.

Класс **Oxycocco-Sphagnetea**

Проведенная статистическая обработка большого количества описаний типичных (сосново)-кустарничково-сфагновых сообществ **Oxycocco-Sphagnetea** (рямов) и сходных с ними фитоценозов лесного облика (рослых рямов) не выявила достоверного различия их флористического состава, что послужило основанием для рассмотрения их в пределах одного класса.

Сообщества класса **Oxycocco-Sphagnetea** на юго-востоке Западной Сибири отличаются от своих западных аналогов хорошо выраженным низкорослым древесным ярусом из сосны с участием кедра сибирского – *Pinus sibirica*, практически полным выпадением из состава напочвенного покрова гипоарктических кустарничков *Empetrum nigrum*, *Betula nana*, сокращением фитоценотической роли *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium uliginosum*, *Polytrichum strictum* наряду с заметным возрастанием обилия и частоты встречаемости *Mylia anomala*, кустистых и трубчатых кладониевых лишайников, а также высоким постоянством бореальных лесных мхов *Pleurozium schreberi* и *Dicranum polysetum*, что связано с замедленным вертикальным приростом сфагновых мхов в континентальном климате Западной Сибири по сравнению с более гумидными условиями Восточной и Северной Европы.

В приложении приведены дифференцирующие таблицы союзов с полными видовыми списками всех входящих в них синтаксонов и обзорная синоптическая таблица болотных растительных сообществ региона.

ГЛАВА 5. КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Разнообразие флоры и растительных сообществ, а также свойств торфяных залежей и динамики накопления в них углерода непосредственно связано и определяется разнообразием экологических условий болотных местообитаний, свойственных разным типам болотных ландшафтов и их частей. Поэтому в контексте настоящего исследования важным представляется разработка классификации болотных ландшафтов. Хорошо продуманная и обеспеченная фактическими материалами классификационная схема болот может служить незаменимой основой для синтеза всей информации и ее картографического отображения.

При разработке классификации мы руководствовались идеями, заложенными в работах С.Н. Тюремнова (1957), Е.А. Галкиной (1946, 1959), Е.А. Романовой (1964, 1974), Ф.З. Глебова (1969), Ю.А. Львова (1974, 1977, 1979), О.Л. Лисс с соавт. (2001) и др. Среди западных исследователей особое значение имели работы В.Г. Warner, С.Д.А. Rubec (1997), D.B. Wheeler, S.C. Shaw (1995), M. Succow (Succow, Lange, 1984; Succow, 1988).

Анализ мирового опыта построения классификационных схем болот и обширный фактический материал о строении торфяных болот Западной Сибири позволили представить многообразие болотных экосистем данного региона в виде многоуровневой классификации, адекватно отражающей реальную картину устройства и развития болотного покрова региона.

В качестве наиболее важных признаков болотных ландшафтов были приняты следующие: принадлежность природно-климатической зоне, принадлежность определенной геолого-генетической поверхности, положение в рельефе, особенности водно-минерального питания, ландшафтно-физиономический облик. По каждому из этих признаков разработаны соответствующие классификации болот, которые представляют самостоятельные уровни общей классификационной системы. По мере необходимости и наличия информации число уровней может дополняться, а в пределах каждого из них классификационная система может развиваться линейно и иерархически. В зависимости от масштаба рассмотрения для тех или иных научных и практических задач может быть использован один отдельно взятый или весь набор уровней классификации.

Зонально-географический уровень. Зонально-географический тип болот отражает общие условия развития болот в связи с глобальными зонально-климатическими подразделениями земной поверхности. Торфяные болота, являясь интразональными образованиями, в своем общем строении отражают, прежде всего, влияние местных (геолого-геоморфологических, литологических, гидрологических) факторов, предопределяющих саму возможность их возникновения, ход развития и характер современного растительного покрова. Зональный климат накладывает на них лишь определенный отпечаток, что проявляется в образовании тех или иных географических вариантов растительных сообществ, разной скорости накопления и разложения органического вещества (прироста торфа). Вместе с тем, сами местные (эдафические) факторы, такие как: характер проявления и особенности распространения вечной мерзлоты, литологическое строение территории, химический состав и степень выщелоченности грунтов, определяющие развитие тех или иных типов болот, в своем географическом распространении подчиняются ярко выраженной широтной зональности, связанной с историей формирования Западно-Сибирской равнины в позднем плейстоцене и голоцене и особенностями воздействия палеоклиматов этих периодов на природные условия региона.

В пределах Западной Сибири традиционно выделяются следующие зонально-климатические типы болот: 1 – полигональные, 2 – бугристые, 3 – выпуклые (сфагновые комплексные), 4 – плоские и слабовыпуклые (гипновые и

лесные), 5 – вогнутые очаговые (травяные) болота (Кац, Нейштадт, 1963; Кац, 1971; Пьявченко, 1985; Романова, 1974, 1976; Лисс, Березина, 1981; Лисс и др., 2001).

Геолого-геоморфологический уровень. На этой ступени классификации болота подразделяются по принадлежности к разным геолого-генетическим поверхностям, свойствами которых (возраст, литология, макро- и мезорельеф) определяется сам факт наличия, степени развития и особенностей распространения болот. В пределах юго-востока лесной зоны Западной Сибири по геолого-генетическим поверхностям выделяются следующие основные типы болот: 1 – выровненных водораздельных равнин, 2 – предгорных полого-наклонных водораздельных равнин, 3 – ложбин древнего стока, 4 – речных (плейстоценовых) террас, 5 – пойм рек.

Топографический уровень. Влиянием геоморфологических факторов определяются локализация и ход развития болот на топографическом уровне. На юго-востоке Западной Сибири широким распространением пользуются семь основных геоморфологических типов болот: 1 – водораздельных равнин, 2 – долин малых рек и логов, 3 – котловин, 4 – суффозионных западин, 5 – ложбин, 6 – притеррасных понижений, 7 – низин речных пойм.

Ландшафтно-гидрологический уровень. На этом уровне работают геоморфологические факторы в сочетании с гидрологическими, в результате взаимодействия которых происходит дифференциация поверхности болотных массивов на различные ландшафтно-гидрологические элементы.

В основу классификации ландшафтно-гидрологических элементов положено традиционное деление болот на топогенные, солигенные и омброгенные. Среди топогенных болот выделены болота аллювиального, грунтового и смешанного питания с их последующим делением на более дробные единицы. Солигенные болота представлены исключительно болотами грунтового питания. Омброгенные болота разделяются на собственно омбротрофные и болота смешанного (атмосферного и поверхностно-сточного) питания.

Физиономический тип болот. Физиономический облик растительного покрова болот является интегральным показателем всего комплекса экологических условий болотных местообитаний, среди которых наиболее важными являются уровень увлажнения и степень обеспеченности торфяного субстрата элементами минерального питания и азотом. По физиономическому облику все многообразие болотных ландшафтов можно объединить в четыре основных типа (категории): 1 – высокотравные осоково-тростниковые болота (marshes); 2 – лесные болота или согры (swamps); 3 – низкотравные осоково-моховые топяные болота (fens); 4 – выпуклые (сосново)-кустарничково-сфагновые болота (bogs).

Путем совмещения ландшафтно-гидрологических элементов болотных массивов с физиономическими типами и подтипами болот, развивающимися в разных условиях трофности и кислотности среды, мы получили возможность отобразить весь набор типологических единиц, соответствующих рангу болотных микроландшафтов или болотных фаций, распространенных на болотах юго-востока Западной Сибири.

Одной из основных областей применения классификационных схем болотных ландшафтов является построение обзорных типологических и тематических карт, отражающих общие закономерности распространения свойств и признаков болотного покрова в пределах конкретных участков земной поверхности или региона в целом. Дробность классификации и число типологических единиц легенды определяется, с одной стороны, техническими возможностями их выявления («узнавания») на космических и аэрофотоснимках определенного масштаба, с другой стороны – степенью обеспеченности выделяемых типов болотных ландшафтов содержательной (атрибутивной) информацией.

В зависимости от практических задач и масштаба рассмотрения, а также наличия фактической информации, основными таксономическими единицами могут выступать крупные болотные системы, определяющие общий ландшафтный облик территории, болотные массивы или отдельные болотные микроландшафты (болотные фации).

В качестве примера в главе приводится одна из прикладных классификационных схем болотных ландшафтов для целей изучения углеродного баланса, где все разнообразие болотных экосистем в пределах лесной зоны Западной Сибири было сведено к шести основным категориям, объединяющим 18 типологических единиц. Столь обобщенная классификация оказалась наиболее предпочтительной для сравнения основных составляющих углеродного баланса, особенностей торфонакопления и процесса аккумуляции углерода в болотных экосистемах и торфяных залежах лесной зоны Западной Сибири. Кроме того, выделенные типы болот хорошо соотносятся и соответствуют основным флороченотическим комплексам болотных ландшафтов и могут быть использованы для оценки биоразнообразия.

ГЛАВА 6. СТРАТИГРАФИЯ ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ И ОСНОВНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ БОЛОТ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

К настоящему времени накоплены обширные сведения в виде фондовых материалов и литературных данных о стратиграфическом строении торфяных болот Западной Сибири (Логинов, 1957, 1958; Еркова, 1957; Логинов, Хорошев, 1972; Тюремнов и др., 1971; Предтеченский, Скобева, 1974; Романова, Усова, 1969 и др.). Большой вклад в изучение торфяных залежей и истории развития болот Западной Сибири внесен московскими геоботаниками. Последней обобщающей работой в этом направлении явилась коллективная монография О.Л. Лисс с соавт. (2000).

Вместе с тем выявленные закономерности касаются в основном лишь общих черт строения торфяных отложений и наиболее крупных этапов развития болот, связанных преимущественно со сменой типа их водно-минерального питания. Более мелкие смены в строении торфяной залежи оставались, как правило, вне поля зрения исследователей, что объясняется методикой отбора образцов торфа через 25 см, принятой при обследовании торфяных месторождений.

Принципиальное отличие настоящего исследования заключается в более пристальном внимании к детальному строению торфяных залежей, которые являются богатейшим источником важной палеогеографической информации. Разработанные в Томском университете новые методы изучения и анализа торфяных отложений, в том числе метод ретроспективного экологического анализа торфа (Львов, 1979; Лапшина, 1987, 1995), открывают новые возможности для палеоклиматических реконструкций и установления связей в системе КЛИМАТ-РАСТИТЕЛЬНОСТЬ-ТОРФ-УГЛЕРОД.

В главе приводится подробная характеристика основных типов стратиграфического строения и описание истории развития торфяных болот на основе детального изучения ботанического состава колонок торфа, отобранных в пределах ландшафтно-экологических профилей, протянувшихся от приподнятых поверхностей водораздельных равнин до болот долин рек и ложбин древнего стока в разных природно-климатических зонах и подзонах.

Вновь полученные радиоуглеродные датировки придонных образцов торфа показывают, что формирование первичных очагов торфонакопления началось в конце предбореального – первой половине бореального периодов, практически одновременно в пределах таежной зоны и современного гипоарктического пояса Западной Сибири. Торфяники более древнего возраста единичны, причем слои с абсолютным радиоуглеродным (некалиброванным) возрастом более 10 тыс. лет (Тюремнов, 1957; Нейштадт, 1977; Хотинский, 1977 и др.) относятся большей частью не к торфяным, а к озерным сапропелевидным отложениям или древним почвенным образованиям гидроморфного ряда.

В эволюции болот таежной зоны выделяются две основные модели хода развития торфяных болот в зависимости от центров их формирования. Первые, зарождаясь в разнообразных депрессиях внепойменных типов поверхностей, рано или поздно выходят из-под влияния грунтовых и поверхностно-сточных вод и переходят в автономную стадию развития, становясь независимыми от сопредельных ландшафтов. Условия водно-минерального питания и динамика их развития на этой стадии связаны исключительно с динамикой поступления влаги и аэрозолей из атмосферы.

Вторая модель характерна для болот, занимающих на протяжении всей истории их развития геохимически подчиненные положения рельефа. Отличительной чертой их развития является абсолютное преобладание смен, вызванных внешними по отношению к болотному массиву причинами. Влияние внешней среды на болота этой группы выражается в изменении притока поступающих на болото вод. Этот приток слагается из нескольких составляющих, но зависит в конечном итоге от количества выпадающих осадков, за счет которых формируется почвенно-грунтовый и речной сток.

История развития пойменных болот тесно связана с динамикой общей увлажненности климата региона и изменениями водности реки за весь период их существования. Торфяные болота в поймах рек возникли в один из маловодных периодов на ранних стадиях их развития. В течение всего последующего времени нарастание торфяных отложений в притеррасье и накопление аллювиальных осадков в прирусловой и центральной частях поймы протекали параллельно, составляя единый седиментационный процесс ее формирования.

На большей части территории юга лесной зоны Западной Сибири в области широкого распространения карбонатных покровных суглинков (перигляциальных водораздельных равнин) развитие болот водораздельного залегания шло путем эвтрофного суходольного заболачивания. Массовые очаги торфонакопления появились здесь в конце атлантического – начале суббореального периода. До конца суббореала ландшафтная структура болотных массивов была слабо дифференцирована. Лишь с момента выхода водораздельных болот на склоны междуречных пространств происходит их деление на открытую центральную часть и залесенную периферию.

Более древние первичные очаги болотообразовательного процесса начала бореального периода в пределах водораздельных пространств и долин рек приурочены к остаткам древней гидрографической сети и к наиболее глубоким тальвегам ложбин древнего стока.

ГЛАВА. 7. ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖАХ БОЛОТ В ГОЛОЦЕНЕ

Разрабатываемые модели углеродного баланса из-за недостатка фактических данных по Западной Сибири исходят в основном из усредненных показателей биологической продуктивности болотной растительности, учитывая общую площадь болот, средние глубины однородной торфяной залежи, допуская ее равномерную скорость нарастания в течение голоцена. В последние годы появились данные, свидетельствующие об определенной зависимости круговорота углерода в болотных экосистемах от состава болотной растительности и свойств торфа (Сирин, 1999; Sirin, 2001; Vasiliev et al., 2001; Инишева, Головацкая, 2002; Гаджиев и др., 2002; Косых и др., 2003).

В настоящем исследовании основное внимание было сосредоточено на изучении скорости накопления торфа и углерода на болотах лесной зоны Западной Сибири в зависимости от свойств торфа и стратиграфического строения торфяных залежей болотных массивов разных типов залегания.

Динамика накопления торфа. Для расчета средней скорости нарастания торфа помимо вновь полученных собственных данных использованы наиболее информативные опубликованные торфяные колонки (Земцов, 1976; Караваева, 1978; Хотинский, 1977; Нейштадт, 1977; Львов, 1979; Лисс, Березина, 1981; Базанов и др., 1987; Глебов и др., 1997; Карпенко, 1996), исключая торфяные обнажения вдоль рек и погребенные торфяники как нерепрезентативные.

Результаты проведенного анализа свидетельствуют, что среднемноголетняя скорость накопления торфа на болотах лесной зоны Западной Сибири варьирует в широких пределах, составляя в среднем $0,62 \text{ мм год}^{-1}$. В расчеты средних величин по зонам не были включены торфяники ложбин древнего стока и пойм крупных рек, вертикальный прирост торфа в которых значительно превышает средние зональные значения и составляет соответственно $1,09$ и $0,98 \text{ мм год}^{-1}$ (рис. 3).

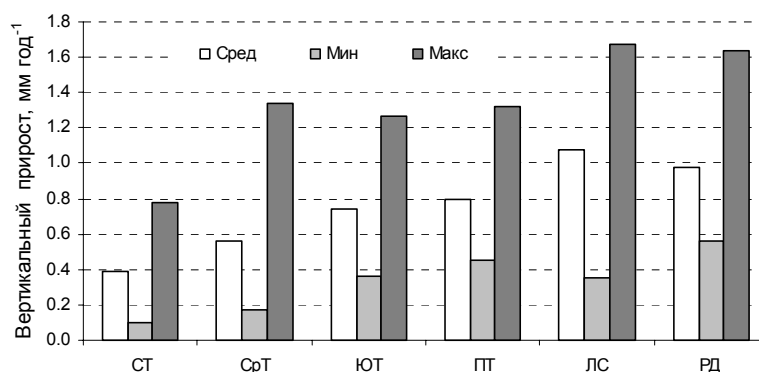


Рис. 3. Вертикальный прирост торфа в лесной зоне Западной Сибири.
СТ – северная тайга; СрТ – средняя тайга; ЮТ – южная тайга; ПТ – подтайга; ЛС – древние ложбины стока; РД – долины рек.

Среднее значение вертикального прироста для подзон *южной тайги* и *подтайги* составляет 0,74–0,80 мм год⁻¹ (рис. 3), варьируя от 0,36 мм год⁻¹ на лесных болотах (в сограх), до 1,15 мм год⁻¹ на выпуклых верховых торфяниках. Вертикальный прирост сфагновых верховых болот в подзоне *средней тайги* оказался равным 0,56 мм год⁻¹. Наиболее низкие значения – 0,35–0,40 мм год⁻¹ отмечаются для плоских центральных частей крупных верховых водораздельных комплексных болот. В подзоне *северной тайги* среднемноголетний прирост составляет 0,39 мм год⁻¹. Существенные различия в скорости накопления торфа выявлены между торфяными колонками из различных типов болот от 0,1 до 0,78 мм год⁻¹. При этом наиболее обычным значением является величина вертикального прироста, равная 0,2 мм год⁻¹, характерная для мерзлых торфяных бугров, климатически обусловленных и широко распространенных в пределах подзоны северной тайги.

Динамика вертикального прироста торфа в течение голоцена раскрывается на типичных торфяных колонках, где имеются радиоуглеродные датировки через каждые 50–100 см, в основных районах нашего исследования.

Накопление углерода в зависимости от типа торфяной залежи.

Выявлены различия свойств групп и типов торфов в связи проблемой накопления углерода. Полученные значения объемного веса являются более высокими для низинных групп торфа и более низкими для верховых торфов по сравнению с данными других авторов (Botch et al., 1995; Turunen, 1999; Вомперский и др., 1999; Ефремов и др., 1994). Максимальные значения объемного веса, характерные для низинных древесных и древесно-травяных торфов, составили 150–190 г дм³. Минимальными значениями характеризуются верховые и переходные сфагновые виды торфа, 30–50 г дм³.

Распределение углерода по глубине торфяной залежи детально изучено в 17 торфяных колонках, репрезентативно отражающих основные типы стратиграфического строения и условия залегания торфяных болот на юго-востоке Западной Сибири. Верховая и низинная торфяные залежи водораздельного залегания изучены в пределах системы Большого Васюганского болота на примере двух колонок гомогенного строения.

Торфяная залежь верхового (сфагнового) типа характеризуется наименьшими запасами углерода в слое торфа. Распределение углерода по глубине весьма равномерно и изменяется от 26,4 до 40,9 г дм⁻³. Запасы углерода в слоях гипново-травяной низинной залежи заметно выше и составляет 38,0–68,7 г дм⁻³. Максимальными запасами углерода в единице слоя торфа – 74–86 г дм⁻³ характеризуются отложения низинного торфа, залегающие в долинах малых рек богатого грунтового питания.

Несколько меньшими запасами углерода – 44–55 г дм⁻³, сходными с таковыми в низинных залежах водораздельного залегания, характеризуются торфяные залежи смешанного типа, в сложении которых примерно в равном соотношении представлены слои низинного, переходного и верхового торфов или каких-либо двух из них. При этом удельные запасы углерода в пределах каждого слоя соответствуют этому показателю в залежах соответствующего типа торфа. Все изученные колонки со смешанным типом залежи демонстрируют тесную связь распределения запасов углерода по глубине с ботаническим составом и степенью разложения торфа.

Среднемноголетняя скорость накопления углерода. Среднемноголетняя скорость накопления углерода в голоцене на болотах бореальной и субарктической зон Северного полушария по разным оценкам варьирует в широких пределах (Ovenden, 1990; Gorham, 1991; Botch et al., 1995; Карпенко, 1996; Tolonen, Turunen, 1996; Глебов и др., 1997; Turunen, 1999 и др.).

Скорость накопления углерода в *южной тайге* и *подтайге* составляет 41,2±12 г С м⁻² год⁻¹ при диапазоне варьирования значений от 24,9 до 56,7 г С м⁻² год⁻¹. Наиболее высокая скорость аккумуляции углерода, равная 56,7 г С м⁻² год⁻¹, выявлена на низинном осоково-гипновом болоте в долине реки. Близкими значениями 47,3–56,4 г м⁻² год⁻¹ характеризуются относительно молодые (до 4000 лет) торфяные залежи верховых комплексных водораздельных болот, сложенные более чем наполовину древесными и древесно-травяными торфами. Это объясняется, с одной стороны, сравнительно высоким содержанием углерода и плотностью торфа в нижней низинной части торфяной залежи, с другой – интенсивным вертикальным приростом торфа (0,94–1,06 мм год⁻¹) на протяжении всего периода развития этих болот. Наименьшие значения скорости накопления углерода – 24,9 г С м⁻² год⁻¹ отмечены на лесных бо-

лотах (сограх), характеризующихся торфяной залежью, сложенной преимущественно древесными видами торфа высокой степени разложения, вследствие большой потери углерода в процессе торфонакопления и как результат – малого вертикального прироста торфа.

В *средней тайге* скорость накопления углерода в торфяных залежах болот равняется $24,8 \pm 5,5 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$ при диапазоне варьирования значений от $15,4$ до $43,9 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$. При этом наибольшие значения ($35,7$ – $43,9 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$) отмечены в периферийных топях верховых болот, сложенных хорошо разложившимися переходными осоковыми и осоково-сфагновыми видами торфа, мощность которых не превышает 1 – $1,5 \text{ м}$, а возраст 1500 лет. Наименьшие значения скорости накопления углерода ($15,4$ – $16,2 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$) выявлены в торфяных залежах верхового и смешанного типов в центральных частях верховых болотных массивов, характеризующихся минимальными значениями вертикального прироста торфа в голоцене ($0,22$ – $0,27 \text{ мм год}^{-1}$).

Среднеголетняя скорость аккумуляции углерода на обследованных участках болот в *северной тайге* составляет $14,5 \text{ г м}^{-2} \text{ год}^{-1}$, варьируя от $7,1$ до $39,6 \text{ г м}^{-2} \text{ год}^{-1}$. При этом на бугристых болотах, которые покрывают обширные водораздельные пространства, занимая более 60% площади болот в пределах подзоны, величина среднеголетних значений скорости накопления углерода существенно ниже и составляет всего лишь $8,4 \text{ г м}^{-2} \text{ год}^{-1}$, варьируя от $7,1$ до $11,4 \text{ г м}^{-2} \text{ год}^{-1}$.

В целом усредненная скорость накопления углерода в торфяных залежах болот лесной зоны Западной Сибири в голоцене составляет $36,5 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$, что почти вдвое превышает среднюю скорость накопления углерода, рассчитанную для болот бореальной зоны Северной Европы, $18,5 \text{ г м}^{-2} \text{ год}^{-1}$ (Turunen, 1999), и заметно выше соответствующих значений, известных для болот Канады, $29 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$ (Gorham, 1991).

Одной из причин, объясняющей полученные результаты, являются климатические особенности Западной Сибири. С одной стороны, благоприятные климатические условия вегетационного сезона обеспечивают, особенно в южной части лесной зоны, сравнительно высокую продуктивность болотной растительности и высокие темпы вертикального прироста торфа. С другой стороны, более глубокое сезонное промерзание торфяников, низкие температуры торфяных почв и небольшая продолжительность вегетационного периода в целом ведут к замедлению процессов разложения торфа, а следовательно, к меньшим потерям органического вещества и углерода по сравнению с бореальными торфяниками Западной Европы, развивавшимися в более мягком климате на протяжении всего голоцена.

Динамика накопления углерода в голоцене. В результате детального изучения двух гомогенных по стратиграфии торфяных колонок, характеризующихся разными условиями залегания (в долине реки и на склоне водораздельной равнины) и, следовательно, диаметрально противоположных по типу питания, выявлены в целом сходные тенденции изменения интенсивности накопления углерода в голоцене (рис. 4).



Рис. 4. Общие запасы (А), содержание в 1 мм слое торфа (В), ежегодная аккумуляция (С) органического вещества и углерода в верховой залежи Васюганского ярама в различные периоды голоцена. Условные обозначения: ОВ – сухое органическое вещество, С – углерод, ПТ – вертикальный прирост торфа

Наиболее высокие значения скорости накопления органического вещества торфа и углерода были зафиксированы в *бореальном периоде* голоцена, отличающегося также высокой скоростью вертикального нарастания (прироста) торфа. В *атлантический период*, несмотря на интенсивно протекавшие процессы вертикального нарастания торфа, количество углерода, накапливающегося в год, существенно сокращается, вследствие более высокой скорости разложения органического вещества в связи с потеплением и аридизацией климата. Исключение составляют торфяники долин рек, где снижение скорости накопления углерода в атлантическом периоде не наблюдается.

В более влажном и прохладном климате *суббореального периода* скорость ежегодной аккумуляции углерода заметно возрастает. В *субатлантическом периоде* прослеживается тенденция к снижению величин ежегодной скорости накопления углерода в соответствии с уменьшением вертикального прироста торфа, которая наиболее ярко выражена на торфяниках средней тайги Западной Сибири, где скорость торфонакопления, и соответственно скорость накопления углерода, неуклонно понижались в течение голоцена.

Пространственно-временная динамика накопления торфа и углерода в пределах болотного массива. На основании строения торфяной залежи и рельефа минерального дна, а также возраста начала торфонакопления, выделены основные структурные части болотного массива: генетические центры, прилегающие к ним склоны первичных депрессий и мелкозалежные периферийные участки.

Установлено, что скорость накопления торфа и, соответственно, углерода в торфяных залежах заметно отличается в зависимости от стратиграфического строения торфяных отложений и положения участка в пределах болотного массива. Среднемноголетняя скорость вертикального прироста торфа закономерно возрастает от низинных слоев торфяных залежей к верховым и от центров болотных массивов к периферии (рис. 5, А).

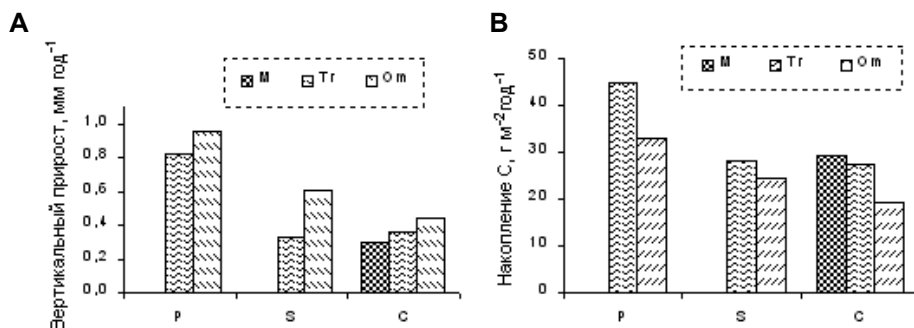


Рис. 5. Среднемноголетняя скорость вертикального прироста торфа (А) и накопления углерода (В) на различных стадиях развития болотного массива (низинной, переходной, верховой) в зависимости от положения участка в пределах болотного массива.

Типы торфа: М – низинный; Тг – переходный; Ом – верховой. Положение на болотном массиве: Р – периферия, S – склоны первичных депрессий минерального ложа, С – генетические центры торфонакопления.

Скорость накопления углерода, напротив, закономерно уменьшается от более плотных низинных и переходных слоев торфа к рыхлым и более слабо разложившимся верховым. При этом тенденция увеличения скорости накопления углерода по направлению от центра к периферии болотных массивов сохраняется (рис. 5, В).

Установлено, что выделенные структурные части болотного массива существенно различались по интенсивности накопления углерода и торфа в разные периоды голоцена (рис. 6).

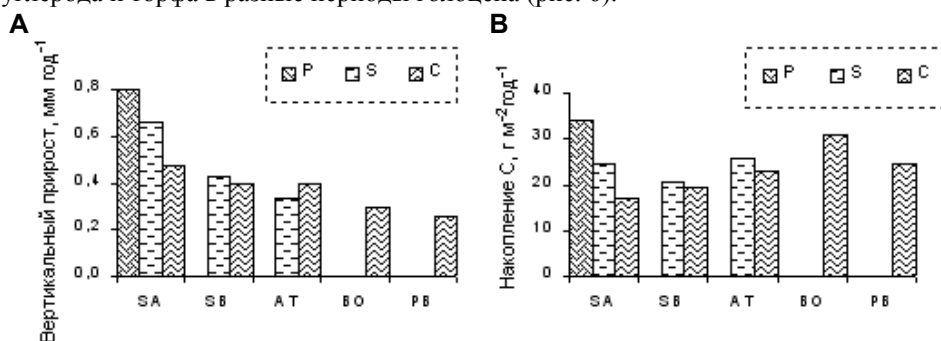


Рис. 6. Средняя скорость накопления торфа (А) и углерода (В) в различные периоды голоцена в зависимости от положения участка в пределах болотного массива.

Периоды голоцена: PB – предбореальный, BO – бореальный, AT – атлантический, SB – суббореальный, SA – субатлантический. Положение участка: P, S, C – см. рис. 5.

Вертикальный прирост торфяных залежей в центральных частях обширных олиготрофных верховых болотных массивов и их систем существенно не изменялся на протяжении последних 8–9 тыс. лет, начиная с атлантического периода. При этом скорость аккумуляции углерода за этот период уменьшается за счет смены плотных, хорошо разложившихся низинных и переходных торфов нижней части залежи на сравнительно рыхлые отложения верховых сфагновых торфов.

Максимальных значений скорость торфонакопления и аккумуляции углерода в торфяных залежах достигает по периферии болотных массивов в субатлантическом периоде на протяжении последних 1,5 тыс. лет. Однако в силу непродолжительности периода торфонакопления и незначительной мощности торфяных отложений по периферии торфяников общие запасы торфа здесь на единицу площади в 3–4 раза меньше, чем запасы углерода в генетических центрах болотных массивов, где накопление торфа началось около 10–11 тыс. лет тому назад.

ГЛАВА 8. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ОХРАНА БОЛОТ

Важной частью настоящего исследования, имеющей прямое практическое приложение, явилась разработка методологических и методических подходов к экологической оценке состояния и динамики болотных ландшафтов.

Экологическая оценка антропогенного воздействия. На основе метода экологических шкал Л.Г. Раменского проведена оценка основных видов антропогенного воздействия на торфяные болота в южной сельскохозяйственной зоне юго-востока Западной Сибири и на территории нефтяных месторождений региона. Величина и направленность экологических изменений, вызванных хозяйственной деятельностью человека, определялись путем построения графа, вершинами которого являются исходное и измененное состояние местообитания фитоценоза.

Глубина нарушений, вызванных осушительной мелиорацией, соотнесена с амплитудой естественной динамики болотных ландшафтов, выявляемой по ботаническому составу торфа. Рассмотрены основные типы нарушений, возникающих в ходе разведки и эксплуатации нефтяных месторождений, описаны типы ответных реакций олиготрофных рясовых и топяных сфагновых сообществ. Предложена концептуальная модель, отражающая основные закономерности и темпы восстановительной динамики болотной растительности.

Основные направления хозяйственного освоения торфяных болот на территории юго-востока Западной Сибири связаны с промышленной добычей торфа для сельскохозяйственных нужд и осушительной мелиорацией, проводимой с целью улучшения лесорастительных условий заболоченных и болотных земель и расширения площади сельхозугодий. Несмотря на то, что торфоразработками и осушительной мелиорацией в целом была охвачена сравнительно небольшая площадь болот (1,6%), все они сосредоточены преимущественно в южных слабо заболоченных сельскохозяйственных районах, где доля осушаемых земель достигает от 3,5 до 65% площади болот тех районов, где проводились мелиоративные работы.

Охрана торфяных болот. Отправной точкой для разработки региональной концепции охраны торфяных болот юго-востока Западной Сибири является оценка возможностей и состояния существующих сетей особо охраняемых природных территорий (ООПТ) данного региона. Проведенный анализ материалов инвентаризации ООПТ показал, что сложившаяся практика выделения подлежащих сохранению объектов не обеспечивает охвата и охраны всего разнообразия природных условий и ландшафтов региона, в частности, охране болотных ландшафтов придается второстепенное значение.

В главе излагаются основные принципы отбора болотных массивов и их систем для сохранения. При этом указывается, что выбор территорий и объектов охраны с целью сохранения болотных ландшафтов в естественном со-

стоянии должен проводиться в разных пространственных масштабах: региональном, субрегиональном и ландшафтном. Для каждого уровня рассмотрения формулируются свои задачи и определяется свой набор критериев.

Разработанные принципы использованы для выделения первоочередных подлежащих сохранению болотных объектов на юго-востоке Западной Сибири. На основании результатов проведенных исследований в российский список особо ценных водно-болотных угодий, перспективных для расширения сети Рамсарских угодий международного значения, включены: восточный участок осевой части Большого Васюганского болота, болотные системы «Лотары», «Улук-Чаях» и болото «Чилинское».

ВЫВОДЫ

1. Флора болот юго-востока Западной Сибири является одной из самых богатых среди всех изученных к настоящему времени болотных флор. Она насчитывает 344 вида сосудистых растений или 32,8% полной региональной флоры и 242 вида мохообразных (181 вид листостебельных мхов и 61 вид печеночников) или 68,9% всей бриофлоры региона. Соотношение флоры сосудистых растений и мохообразных на болотах составляет 1,4:1.

2. Специфической особенностью изученной флоры является наличие большого числа видов, являющихся облигатными для торфяных болот лишь на юге Западной Сибири, а за пределами этого региона встречающихся в других типах ландшафтов. Таких видов насчитывается 76, или 13% ОПФ болот региона, из них 45 видов сосудистых растений и 31 вид мохообразных.

3. Флора болот региона представляет собой сложный гетерогенный комплекс, в котором выделяются 8 сравнительно хорошо отграниченных друг от друга парциальных флор (ПФ), соответствующих основным типам болотных ландшафтов, но высокие значения степени сходства ряда ПФ по мерам включения свидетельствуют, что флора болот характеризуется определенной степенью общности. Дифференциация отдельных ПФ происходила в пределах двух основных флорогенетических линий развития болотной растительности, из которых первая связана с лесными болотами речных долин, вторая – с бедными условиями сфагновых болот повышенных элементов ландшафта.

4. Современные торфяные болота сочетают в себе признаки зональных ландшафтов различных биоклиматических эпох голоцена, сменявших друг друга на протяжении последних 10-11 тыс. лет, а в ряде случаев унаследовали черты и более древних, доголоценовых этапов развития растительного покрова Западно-Сибирской равнины. Сохранение в болотной флоре большинства гипоарктических и арктоальпийских видов связано с местообитаниями открытых моховых болот. В пойменных кочкарниках и лесных болотах (сограх) наблюдается концентрация наиболее термобильных неморальных и гемибореальных элементов региональной флоры.

5. Растительность торфяных болот юго-востока Западной Сибири представлено 4 классами, 6 порядками, 12 союзами и 6 подсоюзами, из которых 1 порядок *Sphagno warnstorffii-Tomentypneetalia*, 6 союзов *Sphagnion baltici*, *Chamaedaphno-Sphagnion obtusi*, *Saxifrago-Tomentypion*, *Oxycocco-Sphagnion warnstorffii*, *Carici cespitosae-Piceion obovati*, *Carici appropinquatae-Laricion sibiricae* и 6 подсоюзов предложены нами как новые либо в новом синтаксономическом статусе и объеме. Всего на болотах юго-востока Западной Сибири выделено 47 ассоциаций и 69 субассоциаций, из которых 80% описаны как новые.

6. Наиболее конструктивным для упорядочения и систематизации всего многообразия болотных ландшафтов, как сложных природных систем, является многоуровневый подход, предполагающий построение классификационных систем по отдельно взятым признакам с последующим их совмещением. Наиболее важными признаками болотных ландшафтов, адекватно отражающими реальную картину устройства и развития болотного покрова региона, являются принадлежность природно-климатической зоне, принадлежность определенной геолого-генетической поверхности, положение в рельефе, особенности водно-минерального питания, ландшафтно-физиономический облик.

7. Детальное изучение стратиграфии торфяных отложений Западной Сибири показывает, что климат оказывает существенное влияние на развитие всех типов болот, но степень и форма связи не одинакова. Наблюдается асинхронность возникновения и некоторых моментов развития пойменных болот и болот более высоких уровней поверхности: первые возникают во время маловодных эпох, возникновение и развитие вторых связано с максимумами климатической увлажненности.

8. Среднемноголетняя скорость накопления углерода в торфяных залежах болот лесной зоны Западной Сибири в голоцене составляет $36,5 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$, что почти в два раза превышает среднюю скорость накопления углерода, рассчитанную для болот бореальной зоны Северной Европы. В направлении с севера на юг лесной зоны усредненная скорость накопления углерода закономерно нарастает, составляя в северной тайге $14,5 \text{ г м}^{-2} \text{ год}^{-1}$, в средней тайге – $24,8 \text{ г м}^{-2} \text{ год}^{-1}$, в южной тайге и подтайге – $41,2 \text{ г м}^{-2} \text{ год}^{-1}$.

9. Наибольшими значениями скорости аккумуляции углерода в голоцене, $47,3\text{--}56,4 \text{ г м}^{-2} \text{ год}^{-1}$, характеризуются относительно молодые (до 4000 лет) торфяные залежи верховых болот водораздельных равнин на юге лесной зоны Западной Сибири, сложенные наполовину древесно-травяными торфами. Наименьшие значения скорости накопления углерода – $24,9 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$ отмечены на лесных болотах (сограх), характеризующихся малым вертикальным приростом вследствие высокой скорости разложения торфа.

10. Наиболее высокими значениями скорости накопления торфа и углерода характеризовался бореальный период голоцена. В атлантический период количество углерода, накапливающегося в год, сокращалось вследствие более высокой скорости разложения органического вещества в связи с потеплением и аридизацией климата. В более влажном и прохладном климате суббореального периода скорость накопления углерода возрастала. В субатлантическом периоде прослеживается тенденция к снижению величин ежегодной скорости аккумуляции углерода, которая наи-

более ярко выражена на торфяниках средней тайги Западной Сибири, где скорость торфонакопления, и соответственно накопления углерода, неуклонно понижалась в течение голоцена.

11. Организация эффективной охраны болот требует дифференцированного подхода. В малоосвоенных и сильно заболоченных районах приоритетное значение имеет выделение крупных репрезентативных участков естественных ландшафтов в узловых точках ландшафтных систем. В менее заболоченных и более освоенных районах собственно пассивный подход к организации территориальной охраны болот уже недостаточен. Здесь необходимо одновременно развивать сеть особо охраняемых территорий и планировать каркас поддерживающей системы ландшафта.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Лапшина Е.Д. Виды торфа и строение торфяной залежи пойменных болот р. Оби на юге Томской области // Геология и свойства торфяных и сапропелевых месторождений. Калинин: Изд-во Калинин. гос. ун-та, 1985. С. 49–61.

Лапшина Е.Д. Использование экологических шкал для оценки и прогноза хозяйственной ценности природных угодий // Пути рационального использования почвенных, растительных и животных ресурсов Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1986. С. 86–91.

Лапшина Е.Д., Львов Ю.А. Притеррасные торфяники поймы реки Оби // Методы исследования торфяных и сапропелевых месторождений. Калинин: Калинин. гос. ун-т, 1987. С. 13–24.

Лапшина Е.Д., Мульдьяров Е.Я. К характеристике болот заповедника «Кузнецкий Алатау» // Биоценологические исследования в заповеднике «Кузнецкий Алатау». Новосибирск, 1995. С. 47–58.

Лапшина Е.Д. Основные черты строения и развития пойменных болот // Чтения памяти Ю.А. Львова. Томск, 1995. С. 52–56.

Лапшина Е.Д. К экологической оценке современного состояния и истории развития речных пойм // Сиб. экол. журн. 1995. Т. 2. № 4. С. 297–304.

Лапшина Е.Д. Опыт эколого-флористической классификации растительных сообществ пойменных болот р. Оби // Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Томск, 1995. С. 100–102.

Лапшина Е.Д. К синтаксономии болотной растительности заповедника «Кузнецкий Алатау» // Биоценологические исследования в заповеднике «Кузнецкий Алатау». Новосибирск, 1996. С. 78–96.

Лапшина Е.Д., Руденко В.В. Лишайники олиготрофных болот лесной зоны Западной Сибири // Проблемы сохранения биоразнообразия Южной Сибири. Томск, 1997. С. 85–87.

Лапшина Е.Д., Зверев А.А., Мульдьяров Е.Я. Ботаническое разнообразие болот Западной Сибири и пути его изучения // Чтения памяти Ю.А. Львова. Томск, 1998. С. 46–47.

Лапшина Е.Д. Опыт эколого-флористической классификации болотной растительности Западной Сибири // Проблемы ботаники на рубеже XX–XXI веков/ Тезисы докладов, II(X) съезд РБО. СПб., 1998. Т.1. С. 273–274.

Лапшина Е.Д. Некоторые результаты экологической оценки структуры и динамики болотного покрова лесной зоны Западной Сибири // Климаты и цикл углерода: прошлое и современность. М.: «Геос», 1999. С. 52–54.

Лапшина Е.Д. Водно-болотные угодья России. Т.2. Ценные болота. М.: Wetlands International Publication № 49, 1999. С. 64–68, 72–75.

Лапшина Е.Д., Блойтен В. Типы нарушений и естественное восстановление растительности олиготрофных болот // Krynovia. 1999. Т. 1. № 1. С. 129–140.

Лапшина Е.Д. Биогеоценологические и ландшафтно-экологические исследования болотного покрова лесной зоны Западной Сибири // Сиб. экол. журн. 2000. Т.7. № 5. С. 599–606.

Лапшина Е.Д., Пологова Н.Н., Мульдьяров Е.Я. Болота водораздельных равнин юга лесной Зоны Западной Сибири // Krynovia, 2000. Т. 2. № 1. С. 38–43.

Лапшина Е.Д., Королюк А.Ю., Блойтен В., Мульдьяров Е.Я., Валуцкий В.И. Структура растительного покрова Западной части Большого Васюганского болота (на примере ключевого участка «Узас») // Сиб. экол. журн. 2000. Т.7. № 5. С. 563–576.

Лапшина Е.Д., Мульдьяров Е.Я., Зверев А.А., Борисенко А.Л. Бриофлора болот лесной зоны Западной // Микология и криптогамная ботаника в России. СПб., 2000. С. 514–517.

Лапшина Е.Д., Мульдьяров Е.Я. Основные этапы развития Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. Томск, 2002. С. 36–44.

Лапшина Е.Д., Пологова Н.Н., Блеутен В. Динамика накопления торфа и углерода в торфяных болотах средней тайги Западной Сибири в голоцене // Вестник ТГУ. Приложение. 2002. № 2. С. 120–123.

Лапшина Е.Д. Некоторые принципы и подходы к классификации болотных ландшафтов // Вестник ТГУ. Приложение. 2003. № 7. С. 161–170.

Лапшина Е.Д. Флора болот юго-востока Западной Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. с. 294.

Бакалин В.А., Мульдьяров Е.Я., **Лапшина Е.Д.** *Harpantus drummondii* – новый вид для Евразии // Ботан. журн. 2001. Т.86. № 6. С. 159–162.

Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н., **Лапшина Е.Д.**, Березин А.Е., Лыгин В.А., Мульдьяров Е.Я. Природно-ресурсное районирование Томской области // Экология регионального природопользования. Томск: «Спектр», 1997. 40 с.

- Львов Ю.А., **Лапшина Е.Д.** Теоретические и методические подходы к изучению динамики болотных экосистем для целей территориального экологического нормирования // Чтения памяти Ю.А.Львова. Изд-во Том. ун-та. 1995. С. 35–39.
- Мульдьяров Е.Я., **Лапшина Е.Д.** К изучению болот Кузнецкого Алатау // Сиб. экол. журн. 2000. Т.7. № 5. С. 645–652.
- Мульдьяров Е.Я., **Лапшина Е.Д.**, Кременецкий К., Переводчиков Е.В. История развития и строение торфяных залежей болот северной тайги Западной Сибири // Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее. Новосибирск, 2001. С. 41–44.
- Пологова Н.Н., **Лапшина Е.Д.** Накопление углерода в торфяных залежах Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. Томск, 2002. С. 174–179.
- Семенова Н.М., Мани Р., **Лапшина Е.Д.**, Шоу С. Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий: опыт Великобритании и Томской области // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы. Томск, 2000. Т. 1. С. 47–49.
- Lapshina E.D.**, Mouldiyarov E.Ya. The bryophyte flora of Middle Western Siberia // *Arctoa*. 1998. Т. 7. P. 25–32.
- Lapshina E.**, Bleuten W. Plant communities of peatlands in the Ob River flood plain in the southern forest zone of Western Siberia // *Sustaining Our Peatlands / Proceedings of the 11th International Peat Congress*. Quebec City, 2000. Vol. 1. P. 47–49.
- Lapshina E.D.**, Pologova N.N., Mouldiyarov E.Ya., Golyshev S.A., Glagolev M. V. Watershed peatlands in South Taiga Zone of West Siberia // *Proceedings of the Eighth Symposium on the Joint Siberian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1999*. Tsukuba, 2000. P.121-128.
- Lapshina E.D.**, Pologova N.N., Mouldiyarov E.Ya. Pattern of development and carbon accumulation in homogenous *Sphagnum fuscum*-peat deposit on the south of West Siberia // *West Siberian Peatlands and Carbon Cycle*. Novosibirsk, 2001. P. 101-104.
- Lapshina, E.D.**, Pologova, N.N. Carbon accumulation // *Carbon accumulation and Atmospheric Exchange by West Siberian Peatlands*. Utrecht-Tomsk, 2001. P. 50-72.
- Lapshina, E.D.**, Pologova, N.N. Holocene dynamics of Carbon accumulation in West Siberian peatlands // *West Siberian Peatlands and Carbon Cycle: Past and Present*. Novosibirsk, 2001. P. 29-32.
- Lapshina E.D.**, Velichko A.A., Borisova O.K., Kremenetsky K.V., Pologova N.N. Holocene dynamics of peat accumulation // *Carbon Storage and Atmospheric Exchange by West Siberian Peatlands*. Utrecht-Tomsk, 2001. P. 47-50.
- Bleuten W., **Lapshina E.D.**, Ivens W., Shinkarenko W.P., E. Wiersma. Ecosystem recovery and natural degradation of spelled crude oil in peat bog ecosystems of West Siberia // *International Peat Journal*. 1999. 9. P. 73–82.
- Bootsma M.C., Bleuten W., **Lapshina E.D.**, van der Perk M., de Smidt J.T. Ecosystem typology of an undisturbed part of the Ob river catchment in southeastern West-Siberia (Russia) // *Siberian Journal of Ecology*, № 4. 1995. P. 316-333.
- Falinski J.B., Pedrotti F., Falinska K., **Lapshina E.D.** et.al. Southwestern Siberian taiga projekt. Pichtovka 1989, 1990. Report of geobotanical research // *Phytocoenosis*. Vol. 2 (N.S.). 1990. P. 1-48.
- Borren W., Bleuten W., **Lapshina E.** Holocene peat and carbon accumulation rates // *Quaternary research*, 2004 (in press).