

STRATIGRAPHY OF PEAT DEPOSITS AND MIRE DEVELOPMENT IN THE SOUTHERN PART OF THE FOREST ZONE OF WESTERN SIBERIA IN HOLOCENE

Lapshina E. D.^{1*}, Zarov E.A.¹

¹Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск

* e_lapshina@ugrasu.ru

Citation: Lapshina E.D. Zarov E.A. 2023. Stratigraphy of peat deposits and mire development in the south and middle taiga zones of Westerns Siberia in Holocene. *Environmental Dynamics and Global Climate Change*, 14(2): 70-101.

DOI: 10.18822/edgcc568688

English text: <https://edgccjournal.org/EDGCC/article/view/568688>

В статье приведен исторический обзор изучения торфяных месторождений юга таежной зоны Западной Сибири, и обобщены данные о строении торфяных залежей болот региона накопленные автором в течение многих лет полевых исследований (1980–2004). Приводится характеристика основных типов стратиграфического строения и описание истории развития торфяных болот на основе детального изучения ботанического состава колонок торфа. Торфяные колонки отобраны в пределах ландшафтно-экологических профилей, охвативших все элементы рельефа от приподнятых поверхностей водораздельных равнин до болот долин рек и ложбин древнего стока в разных природно-климатических зонах и подзонах (подтайге, южной тайге и средней тайге). Наиболее древние торфяные отложения связаны с тальвегами и элементами древней гидрографической сети. Образование торфа началось одновременно в пределах таежной зоны и современной субарктической зоны Западной Сибири и достигло высокого уровня распространения в бореальный период. Процесс развития торфяников тесно связан с влажностью климата – во влажные периоды активно развивались водораздельные болота, а развитие пойменных болот сдерживалось процессом аллювиального осаждения; в засушливые периоды активно развивались пойменные болота, а рост водораздельных болот заставался.

Ключевые слова: ботанический анализ торфа, торфяная залежь, водораздельные болота, пойменные болота, торфяники, палеоэкология, Западная Сибирь.

ВВЕДЕНИЕ

Появление первых сведений о стратиграфическом строении торфяных болот лесной зоны Западной Сибири связано с работой экспедиции Государственного лугового института под руководством А.Я. Бронзова [Baryshnikov, 1929; Bronzov, 1930, 1936]. Однако решающее значение для изучения торфяных отложений Западной Сибири имели крупномасштабные торфоразведочные работы, развернутые в 50-х годах институтом «Гипроторфразведка» с целью выявления и оценки торфяных ресурсов региона [Loginov, 1957, 1958]. В 60-х годах аналогичные работы были продолжены в бассейнах рек Тромъегана, Ваха, Кети, Васюгана под руководством А.В. Предтеченского.

В результате проведенных исследований были составлены справочники торфяных месторождений Новосибирской, Омской, Томской и Тюменской областей, сводная карта (1:1000000) и атлас торфяных месторождений Западно-Сибирской равнины, выполнен первичный анализ торфяных ресурсов и региональных особенностей стратиграфии торфяных залежей [Erkova, 1957; Yasnopolskaya, 1964, 1965; Loginov, Khoroshev, 1972; Tyuremnov et al., 1971; Tyuremnov, 1976; Predtechensky, Skobeeva, 1974, etc.]. Изучение строения торфяной залежи входило также в программу гидрологических исследований, проводимых в 60-х годах экспедицией Государственного гидрологического института, результаты которых также частично опубликованы [Romanova, 1964, 1967; Romanova, Usova, 1969].

Большой вклад в изучение торфяных отложений и общих закономерностей развития торфяных болот Западной Сибири в голоцене внесен геоботаниками Московского государственного университета [Liss et al., 1976; 1988; Liss, Berezina, 1978, 1981; Liss, Polkoshnikova, 1979; Berezina, Liss, 1983; Liss, 1992, 1998]. Последней обобщающей работой в этом направлении явилась

коллективная монография «Болотные экосистемы Западной Сибири и их природоохранное значение» [Liss et al., 2001].

В результате был накоплен обширный материал о стратиграфическом строении торфяных болот Западной Сибири, основных стадиях, которые болота проходят в своем развитии и особенностях их проявления в разных природно-климатических зонах. Однако выявленные закономерности касаются в основном лишь очень крупных и обобщенных этапов развития болот, связанных преимущественно со сменой типа их водно-минерального питания вследствие нарастания толщи торфа и уменьшения роли почвенно-грунтовых вод в питании болот. Более мелкие смены в строении торфяной залежи оставались, как правило, вне поля зрения исследователей, что объясняется методикой отбора образцов торфа через 25 см, которая рассчитана на выявление обобщенных «пластообразующих» видов торфа без учета маломощных, однако нередко очень характерных и информативных слоев. Наступил момент, когда стало необходимым обратить более пристальное внимание на детальное строение торфяных отложений болот, которые являются богатейшим источником палеогеографической информации.

Начало изучению комплексного изучения болот Западной Сибири, основанного на очень внимательном отношении к детальному изучению торфяных залежей с отбором образцов торфа по вертикали через 10 см, было положено Ю.А. Львовым [Lvov, 1974].

В результате был накоплен большой фактический материал в виде стратиграфических колонок торфа, детально отражающих динамику смен растительности и строение торфяных залежей болот разных типов местоположений (пойменных, водораздельных, болот речных террас и долин древнего стока) [Lvov, Mul'diyarov, 1974; Lvov, 1977; Lapshina, 1985; Bazanov, 1980; Mul'diyarov, 1980, 1989; Lapshina et al., 2000a, b; Lapshina, Mul'diyarov, 2002, etc.]. На основе изучения детальной структуры торфяной залежи развиты теоретические представления о болотных фациях, прослежены закономерности их распределения по площади болотных массивов и в виде соответствующих пластов торфа в торфяной залежи [Lvov, 1974, 1977; Lapshina, 1987]. Разработаны новые методы изучения и анализа торфяных отложений, в том числе метод ретроспективного экологического анализа торфа [Lvov, 1979; Lapshina, 1987, 1995b], что открывает новые возможности для палеоклиматических реконструкций и установления связей в системе КЛИМАТ-РАСТИТЕЛЬНОСТЬ-ТОРФ-УГЛЕРОД.

Особенности отражения климатических условий голоцена в торфе

В целях восстановления климатических условий голоцена наиболее широко используют данные об эволюции лесной растительности окружающих болото ландшафтов, полученных с помощью послойного спорово-пыльцевого анализа торфяных отложений. Принято считать, что пыльцевые диаграммы позволяют воспроизводить общий ландшафтный облик растительного покрова. Поэтому палеоклиматические реконструкции на основе пыльцевого анализа, прежде всего, исходят из динамики температурной характеристики климата, способной вызвать смещение зональных границ, и уже на ее основе, с известной долей вероятности, делаются логические заключения о тех или иных изменениях увлажненности.

В Западной Сибири к настоящему времени накоплен большой объем палинологических данных. Наиболее полные разрезы, исследованные спорово-пыльцевым методом, приводятся для лесной зоны [Neishtadt, 1957; Glebov et al., 1974; Khotinsky, 1977; Arkhipov et al., 1980; Volkova, Levina, 1982; P'yavchenko, 1985]. Завершением целого этапа в изучении природы голоцена Западной Сибири явилось создание, с учетом данных абсолютного возраста, двух палеоклиматических кривых, характеризующих температуру и влажность климата [Volkova, 1999] за период 12 тыс. лет.

С другой стороны, по мере накопления радиоуглеродных данных о возрасте крупных природных исторических событий послеледникового периода удалось уточнить время наступления отдельных эпох выявленного А.В. Шнитниковым климатического ритма увлажненности [Shnitnikov, 1973]. Обращает на себя внимание высокая степень сходства кривой увлажненности климата Западной Сибири В.С. Волковой с эпохами разной увлажненности материков Северного полушария А.В. Шнитникова, полученных независимо друг от друга с использованием разных массивов исходных данных, что свидетельствует об объективности отражаемых ими процессов. Позже были получены более детальные палинологические данные, уточняющие общие закономерности [Blyakharchuk, Klimanov, 1989; Pitkänen et al., 2002; Blyakharchuk, 2000, 2012; Blyakharchuk et al., 2019, etc.].

Другим весьма информативным, но еще недостаточно оцененным источником палеогеографических сведений является детальный ботанический анализ торфа. Большинство

авторов исходит из того, что торф, будучи продуктом неполного разложения болотной растительности, отражает, хотя и в несколько измененном виде, основные особенности материнских сообществ [Bogdanowskaya-Guihéneuf, 1945; Tyuremnov, 1976; Lvov, 1974, 1977]. Искажение фитоценотической информации, как показали многочисленные исследования, обусловлены различной скоростью разложения болотных растений [Kozlovskaya et al., 1978; Kozlovskaya, 1984], а также спецификой торфонакопления у растений разных жизненных форм, в разной степени вызывающих вторичные изменения соотношения растительных остатков [Bogdanowskaya-Guihéneuf, 1945; Lvov, 1977; P'yavchenko, 1984].

Однако в большинстве случаев в растительном волокне торфа отражено доминантное ядро материнских фитоценозов [Lvov, 1977; Lvov, Mul'diyarov, 1984], поэтому по составу хорошо выраженного однородного пласта, с известной поправкой на различия в разрушении тканей и вторичного диагенеза, можно достаточно точно представить былой растительный покров. Точный ботанический анализ образца торфа в известной мере соответствует геоботаническому описанию, так как выявляет видовой состав и количественные соотношения доминирующих видов материнского фитоценоза [Lvov, 1977]. Следовательно, к торфу можно применять ботанические методы анализа, в частности метод фитоиндикационного определения экологических параметров местообитания по составу его растительного покрова [Ramenskiy et al., 1956].

Имеется опыт успешного применения стандартных экологических шкал Л.Г. Раменского для индикации болотных палеоэкоотопов по ботаническому составу торфа [Kurkin, 1976; Lvov, 1979; Lvov, Muldiyarov, 1984; Lapshina, 1987, 1995b; Tsyganov et al., 2021]. Основными факторами болотного процесса, по которым производится экологическая оценка местообитаний, являются: реальное (усвоенное растениями) плодородие, измеренное в ступенях экологической шкалы активного богатства почв, и общее увлажнение, измеренное в ступенях шкалы увлажнения [Ramenskiy et al., 1956]. Реальное плодородие торфяных почв изменяется постепенно или скачком, отражая этапы эндозоогенетического процесса обеднения минерального питания болотного массива по мере нарастания торфяной залежи, при этом скачок приходится на переход болота в омбротрофную стадию развития. В случае пойменных болот оно остается относительно постоянным в течение всего периода их существования.

Более динамичным в жизни болот оказывается фактор общего увлажнения. Болотные биогеоценозы реагируют на изменение увлажнения перестройкой своего состава и структуры. При обсыхании в болотных фитоценозах увеличивается доля менее влаголюбивых растений, при обводнении они сокращают свое обилие или полностью выпадают, уступая место топяным видам, что при достаточной длительности процесса отражается на ботаническом составе торфа. На болотных участках комплексного строения происходит изменение соотношения отдельных структурных элементов: в засушливый период увеличивается площадь кочек и гряд, во влажный – межкочечных понижений и мочажин. В колонке торфа, отобранной на границе таких элементов, прослеживается чередование топяных и грядовых торфов [Lvov, 1976, 1979; Vleeschouwer, 2010].

При послойном отборе образцов торфа и расчете по экологическим шкалам положения каждого образца в системе координат глубина–фактор, получают графики последовательных изменений местообитания с момента зарождения болота до настоящего времени [Blyakharchuk, Chernova, 2013]. Разрешающая способность метода зависит от частоты отбора проб. Так, при отборе торфяных образцов на Убинском займище (Бараба) через 25 см в общих чертах выявлены лишь многовековые колебания с периодом 1500–2000 лет [Kurkin, 1976]. При этом по кривой увлажненности торфяной залежи Чагинского болота (Томск), проанализированной с шагом в 10 см, хорошо различимы уже колебания двух типов: более крупные, соответствующие многовековым циклам увлажненности А.В. Шнитникова, которых насчитывается 4–5 на протяжении всего срока существования болота, и более мелкие, характеризующиеся меньшим периодом размаха отклонений [Lvov, 1979].

Таким образом, детальный ботанический анализ торфа дает возможность обоснованно выявлять климатические периоды голоцена разной степени увлажненности и в этом отношении существенно расширяет возможности палеогеографических реконструкций. Наиболее ярко изменения влажности климата голоцена отражаются в торфяных отложениях верховых грядово-мочажинных болот, в комплексном растительном покрове которых в качестве доминантов и эдификаторов выступают сфагновые мхи, смены которых непосредственно и адекватно отражаются в строении торфяных залежей [Lvov, 1977].

Среди низинных торфяников достаточно информативны торфяники степной зоны, подвергающиеся в маловодные периоды сильному обсыханию [Shnitnikov, 1957; Kurkin, 1976]. Крайне редко для этой цели используются особенности строения низинных болот лесной зоны. Это

связано с тем, что низинные торфяники находятся в условиях постоянного обильного увлажнения, а с другой стороны, сложены растениями более или менее сходной экологии, но разных жизненных форм, которые в процессе торфонакопления существенно перерабатывают ранее отложенные слои залежи [Bogdanowska-Guihéneuf, 1945; Lvov, 1977], делая их гомогенными и поэтому малоинформативными. Тем не менее, как показывает наш опыт, при правильном выборе участка болотного массива для отбора колонки торфа и достаточной детальности ботанического анализа эти затруднения могут быть преодолены, и торфяная залежь низинных болот оказывается весьма пригодной для палеоклиматических реконструкций, в частности, для выявления ритмов увлажнения климата [Lapshina, 1987, 1995a, b].

Цель настоящей статьи – публикация материалов прежних лет, накопленных в ходе многолетних исследований стратиграфического строения торфяных болот, выявление закономерностей пространственно-временных изменений по ландшафтно-экологическому и географическому градиентам на юге таежной зоны Западно-Сибирской равнины.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для данной работы послужили результаты многолетних исследований торфяных залежей болот в южной части таежной зоны Западной Сибири. В основу работы положено детальное изучение 9 модельных территорий площадью около 100-200 км² каждая, охватывающих все разнообразие основных типов геолого-геоморфологических поверхностей юга лесной зоны Западно-Сибирской равнины в разных биоклиматических зонах и подзонах – подтайге, южной и средней тайге (рис. 1).

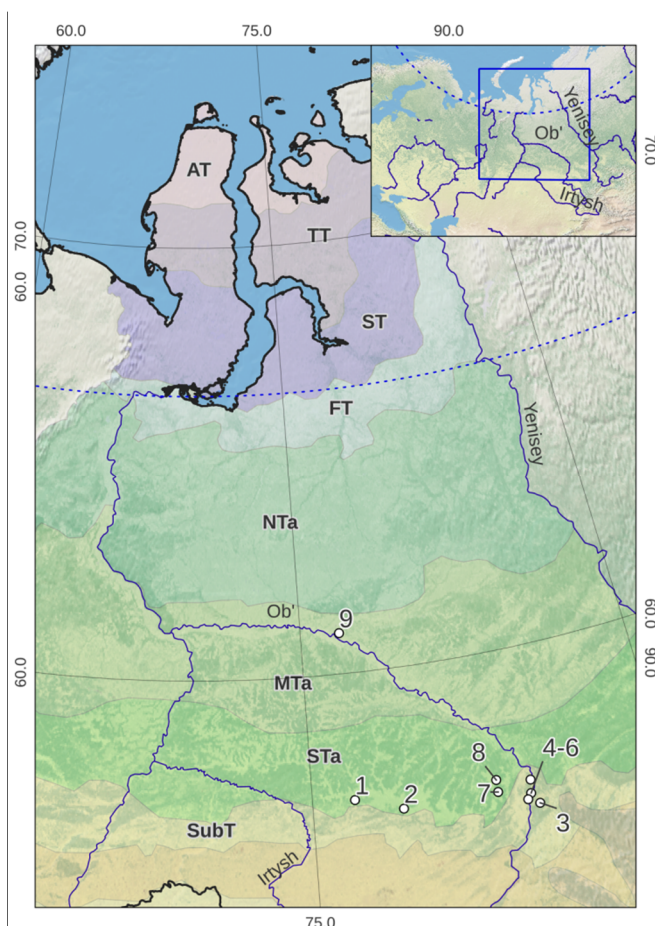


Рис. 1. Расположение ключевых участков. Ключевые участки (модельные территории): Большое Васюганское болото: 1 – «Узас», 2 – «Малая Ича»; 3 – 86 Квартал, Обь-Томское междуречье; сегменты поймы Оби: 4 – Подобинский, 5 – Шегарский, 6 – Десятовский; 7 – Плотниково (Бакчарское болото), 8 – Бородинск (болото Семеновское), 9 – Нижневартовск (болото Савкино).

Природно-климатические зоны [Илина et al., 1985]: АТ – арктическая тундра, ТТ – типичная тундра, СТ – южная тундра, FT – лесотундра, NTa – северная тайга, MTa – средняя тайга, STa – южная тайга, SubT – подтайга.

Всего было изучено 9 нивелировочных профилей, общей протяженностью более 50 км, на которых пробурено 355 пробоотборочных и зондировочных скважин.

Отбор образцов торфа проводился торфяным буром (3.5 x 50 см) сплошной колонкой через 10 см на всю глубину торфяной залежи [Lvov, 1974]. В образцах определялся ботанический состав и степень разложения торфа. Всего для характеристики стратиграфического строения торфяных залежей на ботанический состав было проанализировано около 5000 образцов торфа. С целью визуализации результатов ботанического анализа торфа и построения стратиграфических колонок использована специализированная программа PeatGraf [Dyukarev, 2003]. На основе отдельных торфяных колонок с известной объемной плотностью торфа изучалось фактическое распределение органического вещества и углерода в торфяных залежах на протяжении голоцена и его отдельные периоды.

Радиоуглеродный анализ выполнен в лаборатории Института геологии РАН. Образцы для определения абсолютного возраста отбирались из придонного слоя 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 дендрохронологические (калиброванные) даты [Stuiver and Reimer, 1993]. Для периодизации голоцена использовались соответствующие (уточненные по дендрохронологическим шкалам) возрастные границы периодов: предбореальный (PB) – 9980–11960, бореальный (BO) – 8830–9980, атлантический (AT) – 5300–8830, суббореальный (SB) – 2740 – 5300, субатлантический (SA) – 2740 до настоящего времени. Всего в ходе исследований в пределах лесной зоны Западной Сибири было получено 134 датировки абсолютного возраста.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже приводится 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, проложенных от приподнятых поверхностей водораздельных равнин до болот долин рек и ложбин древнего стока в разных природно-климатических зонах и подзонах.

Стратиграфическое строение и история развития болот подтайги

На юге лесной зоны Западной Сибири в пределах зоны мелколиственных (березово-осиновых) лесов или подтайги ключевые участки располагались на болотах водораздельных равнин междуречья Оби и Иртыша, в долинах древнего стока на Обь-Томском междуречье и в пойме р. Оби на юге Томской области.

Болота водораздельных равнин

Стратиграфическое строение и история развития болот водораздельных равнин подтайги изучено на примере южной части Большого Васюганского болота.

Большое Васюганское болото (БВБ) представляет собой систему большого числа изначально изолированных болотных массивов, возникавших на протяжении всего голоцена и имевших тенденцию к слиянию по мере накопления торфа и роста их линейных размеров [Bleuten, Lapshina, 2001; Lapshina, Muldiyarov, 2002].

На современном уровне изученности торфяных отложений в пределах осевой части и южного склона Большого Васюганского болота можно выделить 3 основных типа стратиграфического строения торфяных залежей, отражающих общий ход развития и смен болотных фитоценозов в генетических центрах первичных болотных массивов:

- верховая сфагновая (фускум) залежь в генетических центрах выпуклых олиготрофных рямов, примыкающих к акватории первичных внутриболотных озер;
- смешанная (преимущественно верховая сфагновая) залежь в генетических центрах суходольного эвтрофного заболачивания (древние плосковершинные верховые массивы комплексного строения в осевой части БВБ);
- преимущественно низинная осоково-травяно-гипновая залежь под открытыми низинными топиями эвтрофного суходольного заболачивания средне- и позднеголоценового возраста.

Принято считать, что средняя мощность торфяных залежей БВБ не превышает 2 м [Khotinsky et al., 1970; Inisheva et al., 2003]. Эти представления опираются на фоновые данные института «Гипроторфразведка», проводившего широкомасштабные изыскания, главным образом, в восточной части системы Большого Васюганского болота и его северных отрогов. В результате проведенных нами исследований установлено, что на обширной территории в центральной и западной части БВБ торфяные залежи составляют в среднем около 4 м, а возраст их значительно старше, чем считалось ранее. Согласно радиоуглеродным (калиброванным) данным отложение торфа в наиболее древних центрах торфонакопления на юге Обь-Иртышской водораздельной равнины началось в древнем голоцене около 9.5–10 тыс. лет назад. Начальные стадии накопления торфа в пределах БВБ связаны с многочисленными плоскими, реже более глубокими, озерными котловинами (депрессиями) либо переувлажненными низинами, где уровень грунтовых вод постоянно находился у поверхности.

При озерном пути заболачивания собственно торфяные отложения подстилаются озерными осадками с остатками водных макрофитов (*Potamogeton*, *Nymphaea*, *Typha*). Мощность слоя озерных отложений обычно не превышает 0.5 м, но изредка может достигать 2–2.5 м вблизи остатков водных акваторий первичных озер, многие из которых сохранились до настоящего времени. Общая мощность органогенных отложений в первичных генетических центрах болота, как правило, составляет 6.5–7.0 м.

Ниже приводятся **основные стратиграфические типы, выявленные в генетических центрах БВБ** в пределах подтайги [Lapshina, Muldiyarov, 2002; Lapshina, 2004].

1. Первый стратиграфический тип – верховая сфагновая (фускум) залежь – характерен для наиболее древних генетических центров озерного происхождения. В пределах крупных озерных котловин диаметром от первых сотен метров до 1.5–2 км, верхняя 5–6-метровая толща слабо до умеренно разложенного гомогенного сфагнового (фускум) торфа подстилается переходными (сфагновым магелланикум, кустарничково-сфагновым) и низинными (папоротниковым, осоково-папоротниковым) видами торфа, которые в сумме не превышают 1–1.5 м. Соотношение мощности слоев низинного, переходного и верхового (фускум) торфа на этих участках составляет в среднем 1:0.5:6–7 м (см. прил. 1, рис. 2, V24). Возраст придонного слоя торфа оценивается в 10 тыс. лет, а переход болота в переходную и верховую стадии развития на таких участках произошел, соответственно, около 9.5 и 9 тыс. лет назад.

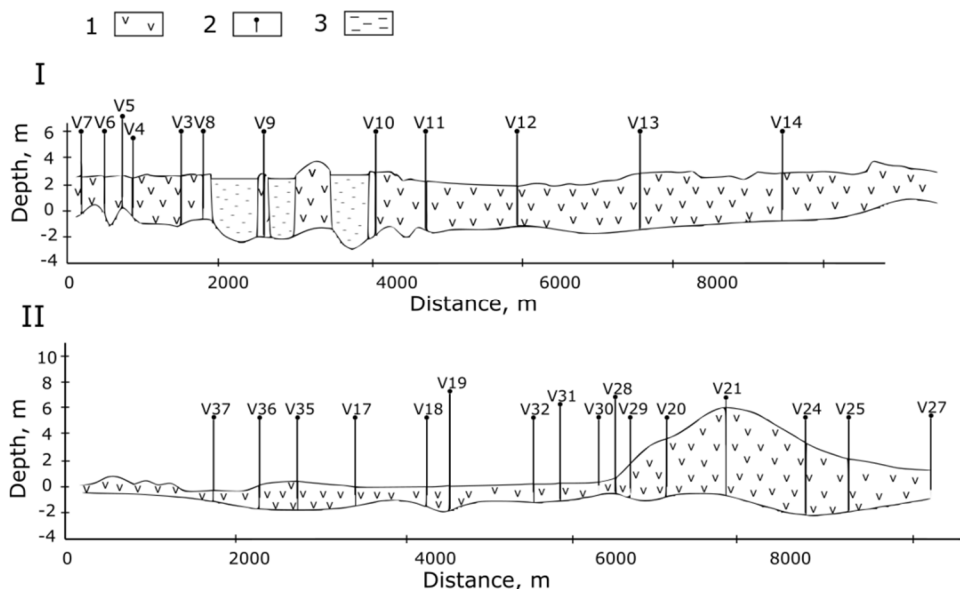


Рис. 2. Профили торфяных залежей Большого Васюганского болота: I – западная модельная территория (МТ) «Узас», II – восточная МТ «Малая Ича». 1 – торф; 2 – вода; 3 – минеральное дно; 4 – точки бурения с номерами скважин.

Более простой вариант данного стратиграфического типа торфяной залежи развивается на береговых валах бывших озерных котловин с их южной стороны. Слабый уклон поверхности южного макросклона Васюганской равнины и постоянный приток поверхностных вод с более высоких гипсометрических уровней Обь-Иртышского водораздела обеспечили характерное смещение куполов

торфяных залежей олиготрофных рямов относительно их генетических центров к югу (рис. 2, II, V21, V24).

Одна из торфяных колонок, отобранных на нивелировочном профиле в центральном секторе БВБ, иллюстрирует такой тип залежи (см. прил. 2, рис. 1, V21).

Торфонакопление началось здесь около 9.5 тыс. лет назад со сравнительно короткого периода существования открытой мезотрофной сфагновой топи с доминированием *Sphagnum teres*, отложившего 40 см сфагнового терес торфа. Микроскопический ботанический анализ торфа показал, что типичная растительность олиготрофного верхового болота (ряма) с доминированием низкорослой сосны, кустарничков (*Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*) и *Sphagnum fuscum* сформировалась на этом участке еще в начале бореального периода (около 9 тыс. лет назад) и с тех пор сохранилась до настоящего времени без каких-либо существенных изменений.

В настоящее время древние олиготрофные рямы озерного происхождения куполообразно возвышаются на 6–8 м над поверхностью окружающих их более молодых осоково-гипновых топей. При этом общая мощность торфяной залежи в рямках может достигать 11 м. В современном ландшафтном покрове БВБ подобные массивы, как правило, примыкают или окружают акватории крупных первичных озер. По своему происхождению, характеру торфяных отложений они во многом сходны с верховыми торфяниками (рямами) лесостепи (Украинский рям, Убинский рям и др.) [Khotinskiy, 1977].

2. Второй стратиграфический тип торфяной залежи характерен для крупных (до 7–10 км в поперечнике) сравнительно древних плосковершинных верховых массивов комплексного строения в осевой части и по южной окраине БВБ. Поперечный профиль, проложенный через один из таких массивов, показал, что обширные участки БВБ, нередко соседствующие с болотными массивами первичных озерных котловин, формировались путем суходольного заболачивания плоских депрессий с развитой в них гидрофильной травянистой растительностью (рис. 2, I, V11–13). Накопление торфа началось здесь позже, чем в озерных котловинах – в начале атлантического периода (около 8–8.5 тыс. лет назад)¹.

В стратиграфическом строении торфяной залежи, как и на древних болотных массивах озерного происхождения, можно выделить три слоя, но в отличие от последних, здесь полностью отсутствуют озерные отложения, а мощность верхового торфа не превышает 3 м при средней глубине торфяной залежи 4,5–5 м. Нижний горизонт торфяной залежи сложен, как правило, хорошо разложившимися папоротниковым, осоково-папоротниковым или осоковым (из остатков *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*) видами торфа мощностью около 1 м (см. прил. 2, рис. 2, V12, 13).

Около 6–5.5 тыс. лет назад открытые папоротниковые и папоротниково-осоковые топи грунтового питания стали активно заселяться карликовой березкой. Эти кустарничковые (ерниковые) топи вскоре были перекрыты сообществами олиготрофных сфагновых мхов из *Sphagnum magellanicum*, реже *S. angustifolium* с участием пушицы влагалищной (*Eriophorum vaginatum*) и вересковых кустарничков (*Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus palustris*). В целом мощность среднего (переходного) горизонта торфяной залежи может варьировать от 0.5 до 1 м. Его слагают кустарничковый, кустарничково-пушицево-сфагновый и сфагновый (магелланикум) виды торфа.

Уменьшение влияния грунтовых вод по мере накопления торфа и увеличения роли атмосферных осадков в водно-минеральном питании растений привело к резкой смене экологических условий. В результате в начале суббореального периода (5.5–5 тыс. лет назад) на месте мезотрофных сообществ формируется типичная сосново-кустарничково-сфагновая (рямовая) растительность верхового олиготрофного болота.

В течение последних 2.5–3 тыс. лет по мере латерального роста и замедления вертикального прироста болотных массивов, уплотнения их поверхности и ухудшения стока в центральных частях началось развитие многочисленных обводненных мочажин и вторичных озерков, что привело к формированию на месте гомогенных выпуклых олиготрофных массивов (рямов) грядово-топьяных и грядово-озерково-топьяных комплексов. В торфяной залежи это отразилось в появлении обводненных горизонтов топьяных сфагновых торфов из остатков *Sphagnum balticum*, *S. jensenii*, *S. papillosum* среди верхового сфагнового фускум торфа (см. прил. 1, рис. 2, V13). Мощность верхнего слоя залежи комплексного строения достигает 2–2.5(3)м.

¹ 1 здесь и далее при описании истории развития торфяных болот региона, а также в стратиграфических колонках (Прил. 1 и 2), в качестве истинного возраста используются калиброванные радиоуглеродные даты.

3. Третий стратиграфический тип – низинная осоково-травяно-гипновая залежь – широко распространен под открытыми низинными топиями эвтрофного суходольного заболачивания суффузионных западин средне- позднеголоценового возраста. Мощность такой залежи и ее стратиграфическое строение в отдельных частях БВБ зависят от возраста конкретных болотных массивов и стадии их развития. Как правило, мощность торфа варьирует от 1.8 до 3 м, достигая в наиболее древних генетических центрах такого рода болотных массивов 4–4.2 м.

Радиоуглеродный и детальный ботанический анализ торфяной залежи показал, что массовое развитие таких массивов началось в конце атлантического – первой половине суббореального периодов, около 5.5–4.0 тыс. лет назад, на месте сырых осоково-вейниковых и осоково-тростниковых растительных сообществ. В первую очередь заболачиванию подвергались более глубокие низины, но по мере развития болотообразовательного процесса и подъема уровня грунтовых вод процесс торфонакопления охватывал и более плоские западины. Постепенно гидроморфная травянистая растительность на минеральных почвах уступила место открытым травяным болотам с доминированием папоротника и крупных осок, отложивших около 1–1.5 м папоротникового, осоково-папоротникового или осокового торфа (см. прил. 1, рис. 2, V23; прил. 2, рис. 1, V26). По мере накопления торфа травяные топи богатого грунтового питания сменились открытыми осоковыми и осоково-гипновыми слабопроточными топиями смешанного атмосферно-грунтового питания, гомогенного или комплексного строения с пятнами карликовой березки и редкими цепочками древовидных берез. Общий ландшафтный облик и характер растительного покрова таких болот с небольшими вариациями сохраняются на обширных участках БВБ вплоть до настоящего времени.

В малопроточных осоково-гипновых топиях комплексного строения отмечен более сложный вариант данного стратиграфического типа торфяной залежи, в котором верхний слой мощностью около 1 м состоит из слабо до умеренно разложенного сфагнового (магелланикум, фускум) торфа. Такой тип залежи развивается под выпуклыми «островами» олиготрофной рямовой и рослорямовой растительности, которые возвышаются на 40–60 см над поверхностью топей и занимают, как правило, не более 1–2% (реже до 5%) площади низинного комплекса. Диаметр их в зависимости от возраста варьирует от 2–3 до 50 м.

Детальное изучение стратиграфического строения торфяных залежей показало, что иногда «острова» рослого рьяма в низинных осоково-гипновых топиях располагаются над повышениями минерального ложа, то есть они были выражены в растительном покрове и ландшафтной структуре болот, начиная с первых этапов их развития. Однако в большинстве случаев выпуклые «острова» с олиготрофной растительностью возникали на значительно более поздних стадиях развития торфяной залежи либо появились совсем недавно, не успев отложить сколько-нибудь выраженного слоя сфагнового торфа. Есть основания полагать, что происхождение рямовых островов («шеломков») среди низинных осоково-гипновых топей на юге лесной зоны Западной Сибири совпадает с регулярным развитием «перелетков» сезонной мерзлоты и возникновением островной многолетней мерзлоты в холодные периоды голоцена.

Строение торфяных залежей в зонах слияния первичных болотных массивов.

Описанные выше типы торфяной залежи преобладают по площади, но не исчерпывают всего разнообразия стратиграфического строения этой болотной системы. Иные типы торфяных залежей выявляются в зонах соприкосновения (слияния) первичных болотных массивов между собой, а также в периферийной полосе болотной системы и полосе современного заболачивания.

Строение торфяных залежей в зоне соприкосновения хорошо выраженных в ландшафтном отношении изолированных болотных массивов определяется стадией развития последних (мощностью торфа, типом водно-минерального питания), характером минерального ложа и положением контактной зоны в общей системе гидрологических потоков (парагенетических рядов болотных ландшафтов), обусловленных макрорельефом водораздельной равнины и мезорельефом поверхности торфяных отложений.

В ходе развития выпуклых олиготрофных верховых массивов происходит перекрывание поверхности окружающих их низинных топей. При этом в условиях постоянного притока вод со стороны топей на месте контакта формируются обширные болотные комплексы с плосковершинными омбротрофными сфагновыми кочками (островками) из *Sphagnum fuscum*, рассеянными среди низинных осоково-гипновых (*Carex rostrata*, *C. omskiana*, *Warnstorfia* spp., *Scorpidium scorpioides*, *Sphagnum teres*) топей. В результате в верхней части залежи формируется пласт комплексного торфа мощностью до 1–1.5 м, включающего остатки осок, очеретника, гипновых

и сфагновых мхов, который подстилается типичными для низинных топей БВБ осоковыми и осоково-гипновыми торфами.

Торфяная залежь двухслойного строения развивается, как правило, с южной стороны выпуклых верховых массивов в зоне гидрологического влияния стекающих с них вниз по южному склону водораздела кислых олиготрофных вод. В этом случае низинная осоковая или травяно-осоково-гипновая залежь перекрывается пластом гомогенного переходного осоково-сфагнового, кустарничково-сфагнового или пушицево-осоково-сфагнового торфа из остатков *Betula nana*, *Carex rostrata*, *C. lasiocarpa*, *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum obtusum*, *S. fallax*, *S. angustifolium*. Сходный тип торфяной залежи выявлен в обширных мезотрофных топях, развивающихся в окружении выпуклых верховиков.

Над повышениями минерального ложа, долгое время остававшихся покрытыми автоморфными, а позднее заболоченными лесами, формируется лесотопяная торфяная залежь, нижняя часть которой сложена низинным древесным (согровым, березово-сосновым) или осоково-древесным торфом (см. рис. 2, II, V28, 30, 31; прил. 1, рис. 2, V28, 30). На границе олиготрофного рьяма с низинной топью такие участки непосредственно перекрываются сфагновым фускум торфом по мере расширения площади верховика.

Мезоолиготрофные водосборные топи («галыи») характерны в основном для северного склона БВБ и его северных отрогов и являются неотъемлемым элементом верховых водораздельных болот Среднего Приобья [Bronzov, 1930; Lapshina et al., 2000a, b]. В ландшафтной структуре южного макросклона БВБ в основании элементарных болотных водосборов, в которых начинается формирование истоков речной сети, развиваются слабозалесенные березой и сосной болотные ерники – сообщества с доминированием карликовой березки *Betula nana*. Низинная торфяная залежь на таких участках, как правило, не превышает 1,5 м и представлена чередованием осокового и древесно-осокового (кустарничково-осокового) видов торфа с высоким содержанием остатков хвоща, папоротника и тростника (см. прил. 1, рис. 2; V38).

Болота ложбин древнего стока

Болотные массивы различных типов залегания и водно-минерального питания были обследованы вдоль ландшафтно-экологического профиля, проложенного через локальный водораздел двух левых притоков р. Томи – рек Жуковка и Еловка, в пределах древней ложбины стока на Обь-Томском междуречье (рис. 3) [Bleuten, Lapshina, 2001].

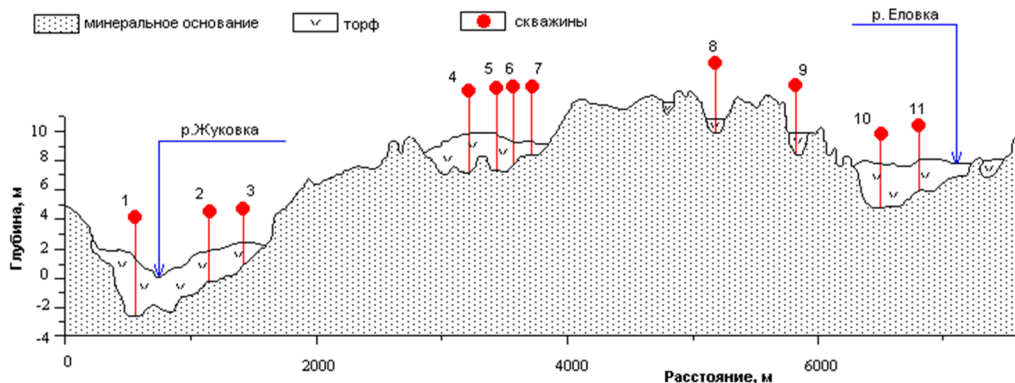


Рис. 3. Распределение торфяных отложений на ландшафтно-экологическом профиле через долину древнего стока (86-й квартал, зона подтайги).

Болотные массивы (I–V) и номера торфяных колонок в пунктах бурения (1–11). I – Болото Жуковское: 1 – Zh0; 2 – Zh1; 3 – Zh2; II – болото Киргизное: 4 – Kir1; 5 – Kir2; 6 – Kir3; 7 – Kir4; III – болото Большое Еловочное: 10 – E2; 11 – E1; IV – болото Еловочное-1: 8 – E4; V – болото Еловочное-2: 9 – E3.

Генетическими центрами болота в долине р. Жуковки явились мелководные водоемы, о чем свидетельствуют озерные отложения мощностью 0.5–1 (1.5) м, залегающие в наиболее глубоких частях тальвега долины. По мере того как климат с наступлением бореального периода становился теплее и суше, большинство мелких водоемов стали мелеть и превращаться в болота. Сначала на их месте развивались рогозовые сообщества с вахтой, которые отложили нижний пласт торфа на глубине 7.3–8.0 м. Дальнейшее усыхание водоема привело к поселению гипновых мхов (*Drepanocladus*, *Warnstorfia* spp.) и обильному разрастанию вахты. Начиная с середины бореального

периода (8960 ± 70), с глубины 7,3 м торфяная залежь имеет относительно монотонное строение и сложена закономерным чередованием вахтово-осоково-гипнового, гипнового и гипново-осокового видов торфа (см. прил. 2, рис. 2, Zh0).

Гипновые мхи, имея сходные экологические требования к условиям увлажнения местообитаний с осоками и другими болотными травами (вахтой, хвощом, папоротником), не выносят сколько-нибудь длительного затопления с поверхности. Отсюда можно предположить, что увеличение роли осок и вахты в составе растительных сообществ осоково-гипновых топей и их остатков в торфе в целом соответствовало влажным климатическим периодам, когда торфяник заливался полыми речными водами, либо водами, стекающими со склонов долины, сброс которых в речную сеть был затруднен. В сухие периоды постоянное и обильное питание напорными грунтовыми водами обеспечивало пышное развитие гипновых мхов, доля которых в торфе заметно возрастала, по сравнению с осоками и вахтой. В результате в течение длительного времени в конце атлантического – начале суббореального периода откладывался почти чистый гипновый торф (см. прил. 2, рис. 2, Zh0).

По периферии болотного массива и вдоль русла реки в условиях относительно хорошего дренажа развиваются темнохвойные и полидоминантные болотнотравно-кочкарноосоковые болота лесного облика – согры, отложившие пласты древесного торфа мощностью 1.5–4 м (см. прил. 1, рис. 3, Zh1). Ширина полосы прирусловых согр менялась в соответствии с изменениями увлажненности климата, вызывавших изменение условий дренажа. Это нашло отражение в чередовании древесных и топяных видов торфа в торфяной залежи. По окраине болотного массива торфяная залежь, формирующаяся под притеррасными сограми на всю глубину сложена древесным согровым торфом.

Болото «Большое Еловочное» полностью занимает сравнительно неглубоко врезанную долину р. Еловки. Торфонакопление началось здесь в конце атлантического периода в наиболее глубокой присклоновой части долины (рис. 3; см. прил. 1, рис. 3, E2, 5970 ± 80) с отложения древесного согрового торфа. Трехметровая торфяная залежь отличается частым чередованием травяных из остатков вахты и хвоща, древесно-травяных и кочкарноосокового из остатков *Carex juncella* видов торфа, что отражает изменение экологических условий, связанных прежде всего с динамикой увлажненности климата, водностью реки и количеством влаги, поступавшей со склонов долины на протяжении развития болотного массива. По направлению к реке и по мере улучшения условий дренирования торфяная залежь становится более однородной и почти на всю глубину сложена древесными видами торфа с тонкими слоями травяных торфов (рис. 3; см. прил. 2, рис. 2, E1).

Принципиально иной путь развития и иное строение торфяной залежи имеют болота в разнообразных по форме и размерам депрессиях за пределами речных долин.

В глубоких котловинах на высоких уровнях поверхности процесс заболачивания начался значительно позже, чем в тальвеге древней ложбины стока, унаследованной современной долиной р. Жуковки, а именно в конце атлантического периода (рис. 3; см. прил. 2, рис. 3, Kir1, 5943 ± 100). Развитие болота «Киргизного» шло путем суходольного заболачивания и формирования осоково-тростниковых и осоково-травяных (*Thelypteris palustris*, *Menyanthes trifoliata*) сообществ с редким ярусом березы. Низинная стадия развития болотного массива характеризуется широким распространением открытых сфагново-тростниковых, осоково-тростниковых и осоково-сфагновых сообществ с участием в моховом ярусе *Sphagnum teres*, *S. obtusum*, *S. subsecundum*, и гипновых мхов из родов *Warnstorfia* и *Calliergon*.

По мере накопления торфа и заполнения им первичной котловины основная роль в питании болота переходит к мягким поверхностно-сточным водам. Непродолжительная переходная стадия в развитии болотного массива представлена мезотрофными шейхцериево-осоковыми, шейхцериево-осоково-сфагновыми растительными сообществами, отложившими одноименные виды торфа. Дальнейшее нарастание торфяной залежи привело к формированию выпуклой поверхности и переходу болота в стадию атмосферного (омбротрофного) питания. В результате верхние 2 м торфяной залежи «Киргизного» болота сложены олиготрофным пушицево-сфагновым (*Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum angustifolium*, *S. magellanicum*, *S. fuscum*) и чистым фускум-торфом (см. прил. 2, рис. 3, Kir1; прил. 1, рис. 3, Kir3).

На склонах глубоких котловин и в различных менее глубоких депрессиях, питающихся поверхностно-сточными и бедными грунтовыми водами, процесс заболачивания начинается сразу с мезотрофной стадии (см. прил. 1, рис. 3, Kir2,4). Средняя мощность верховых сфагновых торфов в пределах ключевого участка составляет 1–1.5 м. Наиболее старый (древний) пласт верхового торфа в этом районе появился в субатлантическом периоде около 2 тыс. лет назад.

Таким образом, в пределах более или менее глубоко врезаемых тальвегов древних ложбин стока, освоенных небольшими современными реками, в строении торфяных залежей болот абсолютно преобладают низинные осоково-гипновые и древесные (древесно-травяные) виды торфа. За пределами речных долин, в различного рода депрессиях локального водораздела, представлены виды торфа всех типов. Только торфяные залежи глубже 2.5 м имеют более или менее выраженный пласт эвтрофного низинного торфа, обычно мощностью не более 1–1.5 м. Торфяные залежи менее 2–2.5 м сложены на всю глубину только мезотрофными или мезотрофными и олиготрофными видами торфа.

Пойменные болота Оби

В пойме Оби на юге лесной зоны Западной Сибири развиваются болотные массивы двух типов местоположений: плоских межгрядных понижений центральной поймы и глубоких впадин притеррасья. Притеррасные торфяники характеризуются асимметричным строением. Их торфяное тело имеет наибольшую глубину под круто обрывающимся бортом террасы и вытянуто в сторону центральной поймы. Поверхность болота слегка выпуклая с едва заметным уклоном в сторону реки. Торфяники центральной поймы, полностью изолированные от террасных вод, имеют плоскую или слегка вогнутую поверхность, более симметричную форму тела и строение торфяной залежи [Lapshina, 1995a; Lapshina, 2004, 2006; Lapshina, Bleuten, 2000] (рис. 4).

Непосредственное влияние насыщенных аллювием полых вод наблюдается лишь на торфяниках центральной поймы, реже в узкой периферийной полосе притеррасных болот. Основная же часть болотных массивов насыщается влагой за счет грунтовых и поверхностно-сточных террасных вод, которые лишь подпруживаются в половодье речными водами [Schipper et al., 2007].

Основные черты строения пойменных болот обусловлены изменением свойств (химизма и динамики) водного потока, направленного от террасы к реке и дифференцирующего пойму на 5 зон водно-минерального питания [Lapshina, 1995a]:

I – зона ключевого питания, которая представляет собой узкую контактную полосу болота, напояющую вверх по склону террасы, с большим разнообразием растительных сообществ (тростниковых, тростниково-осоковых, березово-ивово-осоково-тростниковых, березово-гипновых);

II – зона напорно-грунтового питания притеррасной части расширенных сегментов поймы, характеризующаяся развитием открытых или слабозалесенных осоково-гипновых топей и веретьевых комплексов;

III – зона преимущественно грунтового питания центральной части торфяников, в которой широкое развитие получают древесно-болотнотравно-кочкарноосоковые сообщества;

IV – зона смешанного болотно-речного питания по периферии притеррасных болот, подвергающаяся более или менее регулярному воздействию полых вод при мощном влиянии влаги, стекающей с поверхности болотного массива, где развиты разнообразные древесно-кочкарноосоковые и ивово-березово-болотнотравные сообщества;

V – зона речного питания, в которой полностью располагаются отграниченные от террас протоками кочкарноосоковые и березово-ивово-кочкарноосоковые торфяники центральной поймы.

Первичные болотные массивы в пойме Оби возникли около 7.5(8) тыс. лет назад в конце маловодной эпохи первой половины атлантического периода, в наиболее удаленных от реки притеррасных понижениях расширенных сегментов поймы. Придонные пласты древесного, древесно-осокового или древесно-тростникового торфа лежат, как правило, непосредственно на озерных отложениях, содержащих остатки водных макрофитов (см. прил. 1; рис. 4, скв. 44, 14).

Это свидетельствует о том, что в условиях поймы болота возникают, как правило, не в ходе естественного зарастания или заполнения сплавиной старичных водоемов, как принято считать, а во время маловодных периодов, когда притеррасные понижения перестают заливаться полной водой и расположенные в них водоемы и их отложения пересыхают настолько, что на их месте непосредственно могут формироваться древесные сообщества. Лишь зарастание наиболее крупных пойменных озер, акватории которых сохранились на болотных массивах до настоящего времени, шло через тростниковую, вахтово-папоротниковую или гипновую стадии (см. прил. 1; рис. 4, скв.3).

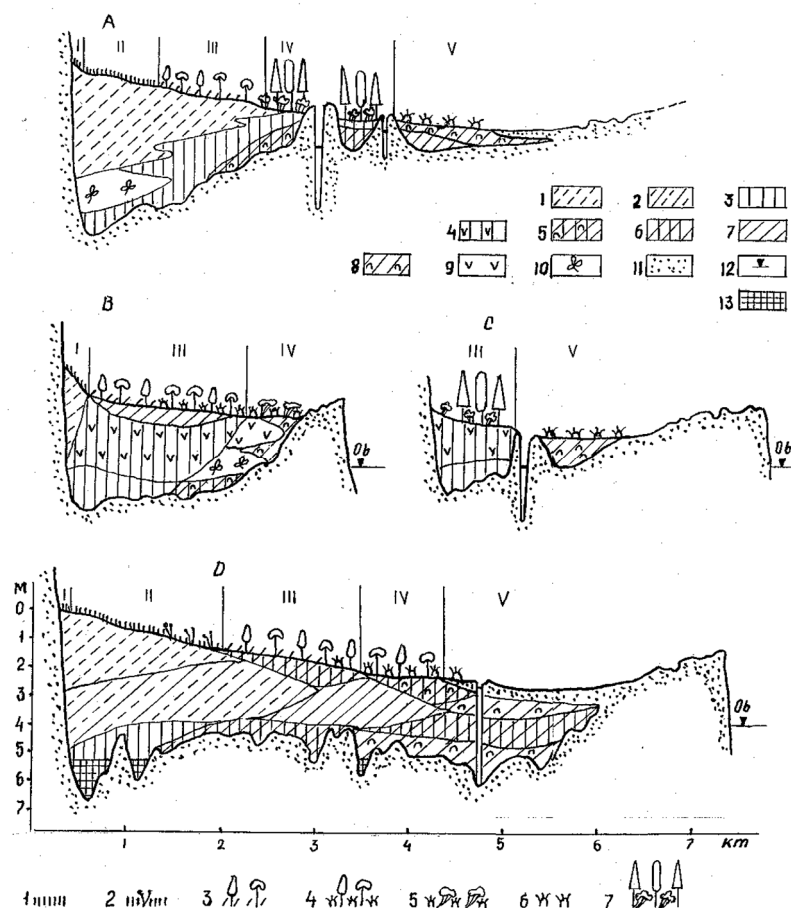


Рис. 4. Стратиграфическое строение торфяных залежей пойменных болот р. Оби на юге лесной зоны Западной Сибири.

Сегменты поймы: А – Подобинский, В, С – Шегарский; D – Десятовский. Зоны водно-минерального питания: I – ключевого, II – напорно-грунтового, III – грунтового, IV – смешанного болотно-речного, V – речного питания. Виды торфа: 1 – гипновый, 2 – осоково-гипновый, 3 – древесный, 4 – древесно-травяной, 5 – древесно-дернистоосоковый, 6 – древесно-осоковый, 7 – осоковый, 8 – дернистоосоковый, 9 – травяной, 10 – вахтовый; 11 – грунт; 12 – уровень воды; 13 – сапропель. Растительные сообщества: 1 – открытые и слабо залесенные гипновые топи и веретьевые комплексы; 2 – осоково-гипновые ерники из *Betula fruticosa*; 3–4 – древесно-болотнотравно-кочкарноосоковые согры (*Betulo fruticosae-Pinetum sylvestris*); 5 – ивово-болотнотравные сообщества; 6 – открытые и залесенные березой ивовые кочкарноосочники (*Carici juncellae-Salicetum rosmarinifoliae*); 7 – прирусловые согры (*Frangulo alni-Laricetum sibiricae*, *Betulo fruticosae-Pinetum sylvestris*).

К концу очередной маловодной эпохи на границе между атлантическим и суббореальным периодами (около 6–5.3 тыс. лет назад) болотные массивы на расширенных участках поймы составили примерно третью часть их современной площади. В этот период возникли болота на суженных участках поймы, где древесными или древесно-болотнотравными торфами были заполнены наиболее глубокие понижения (см. прил. 1, рис. 4, скв.14а). В условиях возрастающей влажности климата начала суббореального периода происходит дифференциация болотных массивов расширенных сегментов поймы на ландшафтные части в соответствии с зонами водно-минерального питания.

Около 4 тыс. лет назад отдельные притеррасные массивы пойменных сегментов достигают своих современных границ и сливаются в крупные болотные системы. В условиях уменьшения притока воды с террас и ограничением влияния полых вод реки широкое распространение получают древесные (согровые) и древесно-болотнотравно-кочкарноосоковые фации. Многочисленные очаги заболачивания возникают в понижениях центральной поймы. Однако в последующую, многоводную, эпоху (около 2–2.5 тыс. лет назад) все мелкозалежные торфяники того времени перекрываются речным аллювием. Лишь значительно позже, по мере повышения общего уровня поймы за счет роста торфяников притеррасной поймы и ежегодного отложения аллювиальных осадков в центральной и

прирусловой пойме, вновь создались условия, необходимые и достаточные для заболачивания центральных частей пойменных сегментов. Формирование современных торфяников здесь началось 1.9–1.5 тыс. лет назад в одну из очередных сухих эпох климатического ритма, о чем свидетельствуют и результаты радиоуглеродной датировки придонных слоев торфа (прил. 1, рис. 4, скв. 24).

В последнюю многоводную фазу обильное поступление почвенно-грунтовых вод с террас вызвало расширение площадей гипновых топей, а усиление аллювиального влияния со стороны реки способствовало продвижению далеко вглубь болотных массивов древесно-дернистоосоковых и дернистоосоковых фаций. В настоящее время наблюдается уменьшение водности болот, соответствующее очередной маловодной эпохе климатического ритма, что проявляется в заметном залесении некогда открытых осоково-гипновых топей и увеличении на их месте площадей ерников.

Таким образом, в процессе формирования аллювиальных отложений на локальных пониженных участках поймы регулярно создавались условия, благоприятные для развития болотного процесса и торфонакопления, но формированию торфяных болот препятствовал аллювиально-пойменный режим реки. Эти два процесса в известной мере являются антагонистичными. Торфонакопление реализуется только в тех частях поймы и только в те периоды ее развития, где и когда аллювиальный режим отсутствует или слабо выражен. Торфяные болота в пойме Оби возникли в один из маловодных периодов и в течение всего последующего времени нарастание торфяных отложений в притеррасье и накопление аллювиальных осадков в прирусловой и центральных частях протекали параллельно, составляя единый седиментационный процесс формирования поймы [Lapshina, 1995a, b].

Стратиграфия и история развития болот Южной тайги

Болота перигляциальных водораздельных равнин

Стратиграфическое строение и основные этапы развития водораздельных болот южной тайги (перигляциальной зоны) Западной Сибири детально изучены нами на примере болота «Бакчарское», протянувшегося широкой полосой (10–25 км) почти 200 км по водоразделу рек Икса и Бакчар к северу от основной площади Большого Васюганского болота [Lapshina et al., 2000a, b].

Исходя из опубликованных данных абсолютного возраста наиболее древних органических отложений Западной Сибири, возраст водораздельного болота «Бакчарское» в его наиболее глубоких точках оценивался ранее в 8–9 тыс. лет [Neishtadt, 1977], на основании чего была рассчитана скорость латерального роста (площади) болота с момента его зарождения до настоящего времени.

Согласно нашим данным, абсолютный возраст водораздельных болот Восточного Васюганья фактически в два раза меньше, чем предполагалось ранее. Торфонакопление началось здесь в конце атлантического – начале суббореального периодов (5.2–4.8 тыс. лет назад). Возраст наиболее древних очагов заболачивания с мощностью торфяной залежи 3.6–3.8 (4) м оценивается нами в 5.5–6 тыс. лет, в то время как возраст отложений на большей части площади при мощности торфяного слоя 2.5–3 м не превышает 3.5–4 тыс. лет.

По данным спорово-пыльцевого анализа за весь период существования болот глобальных изменений в составе лесов не происходило, лишь несколько менялось соотношение темнохвойных и лиственных пород [Levina, 1980; Blyakharchuk, Klimanov, 1989; Blyakharchuk, 2000, 2012], отражающее восстановительную динамику лесов в ходе пирогенных (послепожарных) сукцессий. В то же время растительность болот и внешний облик болотных ландшафтов за этот период неоднократно изменялись коренным образом.

Значительные площади на плоских междуречных пространствах до начала болотообразования занимали осоково-разнотравные луга и редкостойные леса с влажно-луговой растительностью в условиях постоянного грунтового и периодически возникающего поверхностного увлажнения. В настоящее время такого рода ландшафты распространены вдоль границы лесной и лесостепной зон Западной Сибири [Dyukarev et al., 2000]. Первичными центрами заболачивания явились многочисленные мелкие депрессии, растительный покров которых был представлен папоротниковыми, осоково-папоротниковыми, осоково-тростниковыми открытыми и слабозалесенными березой и ивами, реже хвощевыми сообществами. Соответственно в нижней части торфяной залежи отлагались одноименные травяные виды торфа, в которых содержание древесных остатков, как правило, не превышает 5–15% (см. прил. 1, рис. 5, А, В).

После заполнения многочисленных первичных депрессий торфообразовательный процесс быстро охватил плоские водораздельные плато, где на полугидроморфных высокогумусированных луговых почвах начинают откладываться различные варианты осоково-травяных видов торфа (см.

прил. 1, рис. 5, С). Разрозненные первичные очаги заболачивания при этом сливаются в единый болотный массив. Процесс шел так быстро, что почвы не успевали претерпеть сколько-нибудь существенных изменений и уходили под торф в том виде и с тем запасом питательных веществ, который был накоплен в их профиле до начала заболачивания [Lyubimova, Simakova, 1977; Lvov, 1991]. В результате повсеместно под торфяной залежью вскрываются гумусированные пластичные глины. Богатство грунтов элементами минерального питания обеспечило развитие единообразных осоковых, болотнотравных, осоково-тростниковых сообществ на всей площади водораздельных болот.

Переломный момент в развитии водораздельных болот наступил при достижении болотными массивами краев водораздельного плато и выходе их на склоны междуречных пространств. К этому времени мощность низинной торфяной залежи составляла в среднем 1–1.2 м, а в генетических центрах первичных депрессий 1.5–1.8 м. Обеднение водно-минерального питания растений по мере накопления торфяной залежи и заметного увеличения роли атмосферных осадков в питании болот привело к резкой смене болотной растительности. В центральной части массива широкое распространение получили шейхцерицево-осоковые, шейхцерицево-осоково-сфагновые и осоково-пушицево-сфагновые сообщества (*Carex limosa*, *Scheuchzeria palustris*, *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum fallax*, *S. flexuosum*), отложившие пласт мезотрофных видов торфа мощностью 0,4–0,6 м (см. прил. 1, рис. 5, А 2.2–2.7 м; В 2.0–2.5 м).

С момента выхода болотного массива за пределы водораздельного плато значительно возрастает интенсивность заболачивания территории, и меняются его механизмы [Lvov, 1991]. Относительно свободный сток слабоминерализованных болотных вод по склону способствует развитию мезотрофного заболачивания темнохвойных и смешанных лесов. В результате по периферии широкое распространение получают мезотрофные древесно-кустарничково-осоковые и древесно-болотнотравно-сфагновые сообщества, отложившие придонные слои торфа в верхних частях склонов водоразделов (см. прил. 1, рис. 5, D 2.5–2.8 м).

На рубеже суббореального и субатлантического периодов, около 2.5–2.7 тыс. лет назад, водораздельные болота восточного Васюганья перешли в олиготрофную (омбротрофную) стадию развития. Начало этой стадии знаменуется распространением на большей части массивов обводненных сфагновых и пушицево-сфагновых топей (*Sphagnum magellanicum*, *S. papillosum*, *S. balticum*), в то время как на периферии широкое развитие получили олиготрофные сосново-сфагновые сообщества (*Pinus sylvestris*, *Sphagnum angustifolium*, *S. magellanicum*) (см. прил. 1, рис. 5, D 1.7–2.5 м). Соотношение площадей основных типов болотных ландшафтов на протяжении суббореального периода не оставалось постоянным. В сухие периоды лет, когда обводненность водораздельных болот уменьшалась, сосново-сфагновые сообщества с периферии далеко заходили к центру массивов, отлагая пушицево-сфагновый торф (см. прил. 1, рис. 5, В 1.2–2.0 м).

Около 1500–1000 лет назад в центральной части болотных массивов стали формироваться грядово-топяные, грядово-озерково-топяные, грядово-мочажинные комплексы современного облика. Гряды в них образованы фрагментами низкорослых сосново-кустарничково-сфагновых сообществ (*Pinus sylvestris* f. *litwinowii*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Sphagnum fuscum*), известных в Сибири под названием «рям». Растительный покров в обводненных топях образован мозаикой олиготрофных пушицево-сфагновых, осоково-шейхцерицево-сфагновых и очеретниково-осоково-сфагновых растительных сообществ (*Carex limosa*, *Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*, *Sphagnum balticum*, *S. majus*, *S. jensenii*, *S. papillosum*). Олиготрофные комплексы отлагают комплексный сфагновый торф. Общая мощность олиготрофных сфагновых торфов, перекрывающих пласт переходного торфа, достигает 1.5–2.0 м.

В последние 500–1000 лет рямы начинают играть более заметную роль в ландшафтной структуре болотных комплексов, развиваясь преимущественно на склонах и в виде отдельных островов по краю водораздельного плато. Они отлагают однородный слаборазложенный сфагновый торф из остатков *Sphagnum fuscum* (см. прил. 1, рис. 5, С 0–1.2 м).

В субатлантическом периоде окончательно формируется внутриболотная гидрографическая сеть путем развития обращенного рельефа поверхности заторфованных водоразделов, оформляется дренажная сеть склонов водораздельных пространств. Наиболее высокие минеральные гривы, дольше других сохранявшиеся среди болот островами леса, начинают испытывать подтопление. По мере роста торфяной залежи и поднятия уровня болотных вод происходит затопление грив. Здесь образуются застойные и транзитные мелкозалежные топи, известные в Сибири под названием «галья». По таким топям происходит сброс болотных вод с болотных массивов в речную сеть. Именно к ним примыкают истоки ручьев локальных водосборов. Растительный покров таких топей

представлен мезотрофными и мезоолиготрофными осоково-сфагновыми, реже хвощево-осоково-сфагновыми сообществами (*Carex rostrata*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *Equisetum fluviatile*, *Sphagnum fallax*, *S. majus*, *S. obtusum*). Местами встречаются заросли рогоза (*Typha latifolia*), приуроченные к горизонтам воды внутри торфяной залежи. Торфяная залежь, как правило, не превышает 1–1.5 м и имеет простое стратиграфическое сложение (см. прил. 1, рис. 5, F). Здесь отлагаются сфагновые и осоково-сфагновые топяные виды торфа, сложенные остатками *Carex rostrata*, *C. limosa*, *Sphagnum fallax*, *S. obtusum*, реже *Equisetum fluviatile*, *Comarum palustre* и др.

Современное заболачивание протекает различным образом на разных участках краевой полосы в соответствии с рельефом поверхности склонов междуречных пространств, который предопределяет механизм заболачивания и в конечном итоге выражается в характере растительности и строении торфяной залежи. На контакте с низким минеральным берегом при растекании болотных вод по поверхности происходит эвтрофное заболачивание темнохвойных лесов и развитие лесных болот (согр), отлагающих низинный древесный торф высокой степени разложения.

Подтопление повышенных участков минерального берега происходит олиготрофными болотными водами, определяя развитие болотного процесса сразу по верховому типу. При этом на месте темнохвойных или смешанных лесов непосредственно развиваются олиготрофные сосново-кустарничково-сфагновые сообщества, отлагающие верховой пушицево-сфагновый торф (см. прил. 1, рис. 5, F). В результате периферийная полоса с мощностью торфа 1–2 м и зона современного заболачивания водораздельных болот отличается высокой пространственной неоднородностью типов торфяной залежи при их сравнительно простом стратиграфическом строении.

Таким образом, на юге лесной зоны Западной Сибири в области широкого распространения карбонатных покровных суглинков развитие болот шло путем эвтрофного суходольного заболачивания, предполагающего продолжительное развитие травянистых разнотравно-осоковых ландшафтов влажно-лугового типа. Возраст водораздельных болот, по данным радиоуглеродного датирования, оказался значительно меньше, чем предполагалось ранее. Первичные очаги торфонакопления, играющие заметную роль в ландшафте водоразделов, появились лишь в конце атлантического – начале суббореального периода 5200–4800 тыс. лет назад [Blyakharchuk, 2012]. До конца суббореала ландшафтная структура болотных массивов была слабо дифференцирована. С момента выхода водораздельных болот на склоны междуречных пространств происходит деление их на открытую центральную часть и залесенную периферию. В полосе заболачивания идет формирование разных типов торфяных залежей и болотных сообществ в соответствии с рельефом поверхности и различием условий водно-минерального питания. По мере роста торфяной залежи и увеличения площади болот наблюдается закономерное смещение границ ландшафтных выделов к окраинам.

Строение и развития болот долин малых рек

Характерные особенности стратиграфического строения торфяных болот долин малых рек в пределах Васюганской равнины изучены на примере болота «Семеновское», расположенного в 17 км к северу от с. Плотниково на левом берегу р. Иксы [Bleuten, Lapshina, 2001]. Стратиграфический профиль, проложенный поперек болотного массива от борта долины к реке, пересекает три плоских депрессии, ориентированных вдоль русла. Мощность торфяных отложений вдоль профиля варьирует от 1.3 до 5.5 м (рис. 5).

Процесс заболачивания начался в середине атлантического периода около 7.1–7.2 тыс. лет назад почти одновременно в двух наиболее глубоких ложбинах на месте обсыхающих мелководных водоемов. Однако всего через две тысячи лет (около 5 тыс. лет назад) болото заполнило поперечный профиль долины, достигнув своих современных размеров. Обширные открытые гипновые топи из *Meesia triquetra*, *Calliergon* spp., *Hamatocaulis vernicosus*, *Drepanocladus sendtneri* занимали всю центральную часть долины, начиная с самых первых этапов развития болотного массива. В условиях постоянства водно-минерального питания напорными грунтовыми водами они господствовали в течение длительного времени и отложили однородный пласт гипнового торфа мощностью 3–4 м.

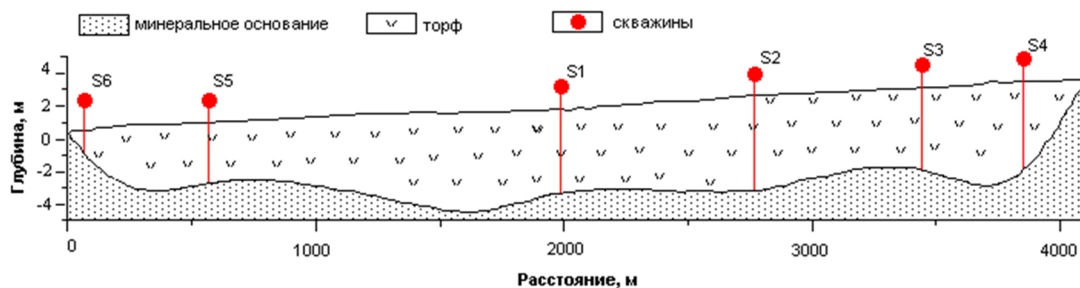


Рис. 5. Профиль торфяных отложений болота «Семеновское» в левобережной долине р. Иксы (МТ Бородинск, южная тайга).

В последние 1.5 –2 тыс. лет растительность открытых гипновых топей уступила место низинным осоково-сфагново-гипновым (*Carex lasiocarpa*, *C. diandra*, *Sphagnum warnstorffii*, *Tomentypnum nitens*, *Aulacomnium palustre*) сообществам, которые сменились в свою очередь кустарничково (*Betula nana*)-сфагново (*Sphagnum warnstorffii*)-осоковыми (*Carex lasiocarpa*), появившимися первоначально в наиболее удаленных от реки частях болотного массива (см. прил. 1, рис. 6, S1-S3). Позднее открытые осоково-гипновые топи начинают активно заселяться низкорослыми деревьями. В настоящее время более или менее залесенные березой и сосной кустарничково-осоково-сфагновые сообщества покрывают около половины площади распространения некогда открытых гипновых топей.

Стратиграфия торфяной залежи по краям болотного массива имеет сложное строение. Несмотря на сходный абсолютный возраст (5530 ± 80 и 5640 ± 50), мощность торфяных отложений на разных концах профиля оказалась равной 1.3 и 5.1 м (см. прил. 1, рис. 7, S4, S6) вследствие резкой разницы в условиях торфонакопления. В условиях стабильного увлажнения грунтовыми водами в присклоновой части массива скорость накопления торфа была в 4 раза выше, чем на периферии болота, обращенной к реке, где вода, богатая кислородом, регулярно поступающая с тальми снеговыми и речными водами, способствовала активному разложению накапливающегося торфа. Кроме того, в сухие периоды лет обращенная к реке окраина болота могла обсыхать и подвергаться пожарам.

Нижняя часть торфяной залежи вблизи склона долины реки, формирование которой приходится на маловодный период климатического ритма, характеризуется чередованием древесного и травяного из остатков вахты и папоротника видами торфа, отражая неоднократные смены слабозалесенных болотнотравных и согровых сообществ лесного облика. Эти смены обусловлены изменением количества поступающих на болото грунтовых и поверхностно-сточных вод. В последующий многоводный период климатического ритма существенно расширяется площадь открытых и слабозалесенных топей и ерников, которые достигают борта долины реки, где удерживают свое господство до настоящего времени, отлагая осоково-гипновый и гипново-травяной виды торфа (см. прил. 1, рис. 6, S4).

Обращенная к реке периферийная часть болотного массива характеризуется преобладанием в торфяной залежи древесного согрового торфа в сочетании с многочисленными тонкими слоями травяных видов торфа из остатков хвоща, вахты и папоротника. Для выявления реальной стратиграфической структуры торфяной залежи и ее связи с палеоэкологическими (палеоклиматическими) условиями в этой части массива необходимо увеличение частоты отбора образцов торфа для его анализа до 2–5 см (см. прил. 1, рис. 6, S6).

Стратиграфия и история развития болот средней тайги

Детальное изучение стратиграфии и истории развития торфяных отложений в подзоне средней тайги проводилось на крупном болотном массиве атмосферного питания, репрезентативном для подзоны средней тайги. Болотный массив, известный под названием «болото Савкино», находится в 5 км к юго-востоку от г. Нижневартовска и расположено на правобережных террасах р. Вах вблизи ее впадения в р. Обь. Болото возникло около 10 тыс. лет назад путем заторфывания изолированных депрессий в ложбинах (тальвегах) стока древнеледниковых вод, но уже около 7 тыс. лет назад оно представляло собой единый массив атмосферного типа питания с цепочкой минеральных островов на месте наиболее высокой гривы (древнего берегового вала) [Lapshina, Pologiva, 2011].

В настоящее время около 75% площади болотного массива занимают крупные грядово-мочажинные и грядово-мочажинно-озерковые олиготрофные комплексы. Заметно меньшую площадь

(около 15–20%) на естественно дренированных выпуклых участках занимают сосново-кустарничково-сфагновые сообщества – рямы. Около 5–10% площади приходится на открытые осоково-сфагновые и кустарничково-осоково-сфагновые периферийные топи, развивающиеся в полосе современного заболачивания по окраине болота и вокруг минеральных островов.

Детальное радиоуглеродное датирование торфяной залежи обследованного болотного массива свидетельствует, что накопление торфа здесь началось между 10.3 и 9.2 тыс. лет назад. При этом было установлено, что спустя всего около двух тысяч лет после начала торфонакопления в генетических центрах болото почти достигло своих современных размеров. Только узкие краевые части болотного массива покрылись торфом в течение последних 1000–1500 лет (рис. 6; прил. 1, рис. 7).

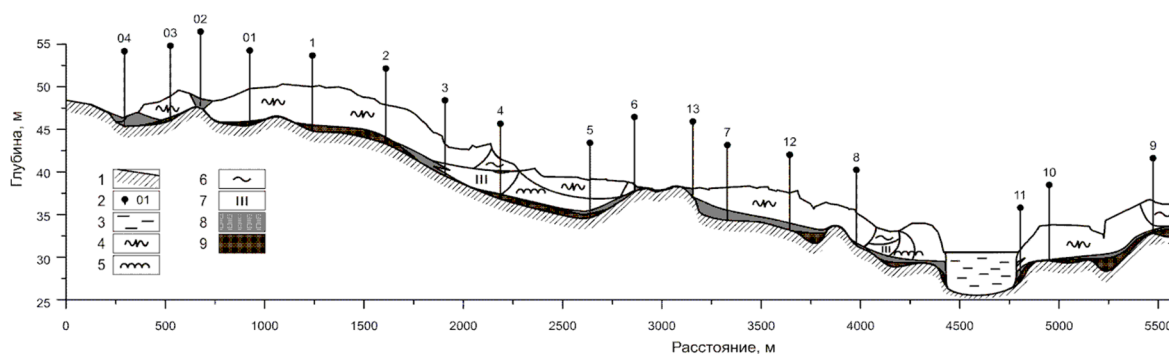


Рис. 6. Стратиграфический разрез болотного массива «Савкино» в правобережной части долины р. Вах в окрестностях г. Нижневартовск (подзона средней тайги).

Условные обозначения: 1 – минеральное ложе, 2 – точки отбора торфяных колонок и их номера, 3 – озеро; 4–9 – виды торфа: 4 – фускум-торф, 5 – верховой сфагновый, 6 – верховой мочажинный, 7 – верховой и переходный шейхцериевый, 8 – пушицевый, 9 – низинный травяной и древесно-травяной.

В пределах основной площади болотного массива глубина торфяной залежи варьирует в среднем от 3.5 до 4.5 м. Максимальной мощностью торфа, в основном глубиной 4.0–5 м, характеризуется торфяная залежь в генетических центрах. Глубина торфа на склоновых позициях, где накопление торфа началось в среднем на 1–1.5 тыс. лет позже, отличается незначительно, составляя 3.6–3.8 м. Минимальная глубина торфа отмечена на периферии, где она составляет 0.6–1.2 м.

Торфяная залежь в генетических центрах (см. прил. 1, рис. 7, NV2, 74(12)) практически на всю глубину сложена верховым сфагновым торфом слабой (0–5%) до умеренной (10–25%) степени разложения. В верхней части залежь сложена из остатков *Sphagnum fuscum*, в нижней – чередованием слоев сфагнового *Sphagnum fuscum*- и *S. angustifolium*-торфа при большей или меньшей примеси пушицы (*Eriophorum vaginatum*). Придонный горизонт толщиной 20–60 см сложен хорошо разложившимся древесно-травяным и травяным торфом из остатков ели, березы, хвоща и папоротника. Степень разложения этого слоя достигает 60–65%. Переходный горизонт между низинным и верховым (омбротрофным) слоями торфа в генетических центрах болота обычно не превышает 10–20 см, редко 50 см. Этот слой представлен, как правило, переходным пушицевым торфом. Отложения торфа в склоновых местоположениях (см. прил. 1, рис. 7, NV7, 8), примыкающих к генетическим центрам, имеют возраст 7.3–8 тыс. лет. Здесь торфонакопление началось непосредственно с отложения переходного, обычно пушицевого торфа, мощность которого достигает 50–60 см. Верхняя часть торфяной залежи сложена омбротрофным сфагновым торфом, как и в генетических центрах.

Периферийные части болота имеют возраст от 2300 до 1000 лет. Торфяная залежь периферийных топей, развитых вдоль границ болотного массива, целиком сложена переходными (пушицевым, пушицево-сфагновым, сфагновым) видами торфа (прил. 1, рис. 7, NV04). В транзитных топях, окружающих минеральные острова, – переходными и верховыми видами торфа (NV51(6), NV61(13)).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обзор основных типов стратиграфического строения и истории развития торфяных отложений в разных подзонах и ландшафтно-геоморфологических позициях южной части Западно-Сибирской равнины позволяет сделать следующие выводы.

Начало заболачивания территории Западной Сибири, как отмечают многие авторы, относится к древнему голоцену [Tyuremnov, 1957; Neyshtadt, 1977; Khotinsky, 1977, etc.]. Принято считать, что формирование собственно торфяных отложений началось лишь в бореальный период. Торфяники более древнего возраста единичны, причем слои с абсолютным радиоуглеродным (некалиброванным) возрастом более 9 тыс. лет относятся большей частью не к торфяным, а к озерным (сапропелевидным) отложениям или древним почвенным образованиям гидроморфного ряда. Современные данные о возрасте торфяных отложений Западной Сибири, полученные при датировке небольших образцов с использованием ускорителей, нередко оказываются более древними 10.5-11(12) тыс. лет назад [Pitkänen et al., 2002]. Наиболее древние торфяные отложения на левобережье Енисея в окр. д. Зотино [Schulze et al., 2015] и на левобережных террасах Иртыша в его нижнем течении (болото Мухрино, неопубликованные данные) имеют возраст 11-12 тыс. лет по данным радиологической лаборатории Макс Планк Института в Йене, Германия.

Наиболее древние первичные очаги болотообразовательного процесса раннебореального возраста в пределах водораздельных пространств и долинах рек приурочены к остаткам древней гидрографической сети и наиболее глубоким тальвегам ложбин древнего стока.

Формирование первичных очагов торфонакопления в конце предбореального в первой половине бореального периодов началось практически одновременно в пределах таежной зоны и современного гипоарктического пояса Западной Сибири. Значительно позже торфообразование началось на крайнем севере и юге равнины. Возраст полигонально-валиковых болот арктической зоны, по-видимому, не превышает 3–3,5 тыс. лет [Novikov et al., 1999]. В лесостепи наиболее древние островные «рямы» датируются началом суббореала, а займища – началом субатлантического периода [Liss, Berezina, 1978].

В эволюции болот таежной зоны выделяются две основные модели хода развития торфяных болот в зависимости от центров их зарождения [Lapshina, 2004]. Первые, зарождаясь в разнообразных депрессиях внепойменных типов поверхностей (междуречных пространств, речных террас, ложбин древнего стока), 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 (поймы рек, днища логов, основания склонов). Отличительной чертой их развития является абсолютное преобладание смен, вызванных внешними по отношению к болотному массиву причинами. Влияние внешней среды на болота этой группы выражается, главным образом, в изменении притока поступающих на болото вод. Этот приток складывается 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 целого региона и изменениями водности реки за весь период их существования. В процессе формирования аллювиальных отложений на локальных пониженных участках поймы регулярно создавались условия, благоприятные для развития болотного процесса и торфонакопления, но формированию торфяных болот препятствовал аллювиально-пойменный режим реки. Эти два процесса являются антагонистичными, и торфонакопление реализуется только в тех частях поймы и только в те периоды ее развития, где и когда аллювиальный режим отсутствует или слабо выражен. Торфяные болота в поймах крупных 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 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.

На относительно бедных грунтах центральной части Западной Сибири в пределах средней тайги (болото Савкино, Салымо-Юганская система, Зотино, Мухрино) первые очаги заболачивания, приуроченные к тальвегам древней гидрографической сети, появились 10-11(12) тыс. лет назад [Pitkänen et al., 2002; Schulze et al., 2015]. Здесь уже в конце бореального периода большинство болот водораздельных пространств и речных террас перешло в олиготрофную стадию развития питания атмосферными водами.

Детальное изучение стратиграфии торфяных отложений Западной Сибири показывает, что климат на протяжении всего голоцена оказывал существенное влияние на развитие всех типов болот, но степень и форма связи не одинакова. Наблюдается определенная асинхронность возникновения и некоторых моментов развития пойменных болот и болот более высоких уровней поверхностей; если первые возникают во время маловодных эпох, то возникновение и развитие вторых связаны с максимумами климатической увлажненности.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования проводилось в рамках международных проектов INTAS под руководством профессора Владимира Блойтиена (Утрехтский университет, Нидерланды) и российских грантов РФФИ. Обобщение и публикация материалов стали возможны в рамках реализации и при поддержке Важнейшего Инновационного Проекта Государственного Значения (ВИП ГЗ) (Registration number:: 123030300031-6). Мы очень благодарны Татьяне Бляхарчук за ее помощь в переводе текста на английский.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Arkhipov S.A., Astakhov V.I., Volkov I.A., Panychev V.A. 1980. *Paleogeography of the West Siberian Plain at the Maximum of the Late Zyryansk Glaciation*. Nauka, Novosibirsk, 110 pp. (in Russian). [Архипов С.А., Астахов В.И., Волков И.А., Панычев В.А. 1980. Палеогеография Западно-Сибирской равнины в максимум позднезырянского оледенения. Новосибирск: Наука. 110 с.].
- Bazanov V.A. 1980. Peatlands of the Ket' river basin. In: *New data about the nature of Siberia*. Izdatel'stvo Tomskogo Universiteta, Tomsk, pp. 96-103 (in Russian). [Базанов В.А. 1980. Болота бассейна р. Кети // Новые данные о природе Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, С. 96-103].
- Baryshnikov M.K. 1929. Sedge-brown moss fens of Western Vasyugan area. In: *Bulletin of the Institute of the meadow and peatland culture*, 2: 1-38 (in Russian). [Барышников М.К. 1929. Осоково-гипновые болота Западного Васюганья // Бюл. Ин-та лугов и болотной культуры. № 2. С. 1-38].
- Berezina N.A., Liss O.L. 1983. On the evolution of mires and their development in the central part of the West Siberian Plain. In: *Natural conditions of Western Siberia*, pp. 137-147. Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow (In Russian). [Березина Н.А., Лисс О.Л. 1983. Об эволюции болот и их развитии в центральной части Западно-Сибирской равнины // Природные условия Западной Сибири. М.: Изд-во Мос. ун-та, С. 137-147].
- Bleuten W., Lapshina E.D. (eds.). 2001. Carbon Storage and Atmospheric Exchange by West Siberian Peatlands. Utrecht University, 172 pp.
- Blyakharchuk T.A., Klimanov V.A. 1989. Successions of mire vegetation and climate according to the study of two peat bogs in the south of Western Siberia. In: *Structure and development of wetland ecosystems and reconstruction of paleogeographic conditions*, Abstracts of the Xth All-Union Seminar-Excursion, pp. 45-49, Tallinn (in Russian). [Бляхарчук Т.А., Климанов В.А. 1969. Сукцессии болотной растительности и климат по данным исследования двух торфяников на юге Западной Сибири // Структура и развитие болотных экосистем и реконструкций палеогеографических условий. Таллин. С. 45-49].
- Blyakharchuk T.A. 2000. The history of vegetation in the southeast of Western Siberia in the Holocene according to botanical and spore-pollen analysis of peat. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal*, 5: 659-668 (in Russian). [Бляхарчук Т.А. 2000. История растительности юго-востока Западной Сибири в голоцене по данным ботанического и спорово-пыльцевого анализа торфа // Сибирский экологический журнал. № 5. С. 659-668].
- Blyakharchuk T.A., Amel'chenko V.P. 2012. Dynamics of the range of the genus *Artemisia* in the territory of Western Siberia and adjacent territories in the Holocene according to pollen analysis data in connection with climate change. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal*, 2: 185-196 (in Russian). [Бляхарчук Т.А., Амельченко В.П. 2012. Динамика ареала рода полыней на территории Западной Сибири и прилегающих территорий в голоцене по данным пыльцевого анализа в связи с изменением климата // Сибирский экологический журнал. № 2. С. 185-196].
- Blyakharchuk T.A., Kur'ina I.V., Pologova N.N. 2019. Late Holocene dynamics of vegetation cover and climate humidity in the southeastern sector of the West Siberian Plain according to palynological and rhizopod studies of peat deposits. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*, 45:164-189 (in Russian). [Бляхарчук Т.А., Курьина И.В., Пологова Н.Н. 2019. Позднеголоценовая динамика растительного покрова и увлажненности климата юго-восточного сектора Западно-

Сибирской равнины по данным палинологического и ризоподного исследования торфяных отложений // Вестник Том. гос. ун-та. Биология. № 45. С. 164-189].

Blyakharchuk T.A., Chernova N.A. 2013. Vegetation and climate in the Western Sayan Mts according to pollen data from Lugovoe Mire as a background for prehistoric cultural change in southern Middle Siberia. *Quaternary Science Reviews*, 75: 22-42.

Bogdanowskaya-Guihéneuf I.D. 1945. Principles of genetic classification of peat. *Uchebnye zapiski Leningradskogo Universiteta. Seriya biologicheskie nauki*, 45(15): 5-16 (in Russian). [Богдановская-Гиенэф И.Д. 1945. Принципы генетической классификации торфов // Уч. зап. Ленингр. ун-та. Сер. биол. наук. № 45. Вып. 15. С. 5-16].

Bronzov A.Ya. 1930. Raised bogs of the Narym Territory (basin of the Vasyugan River). *Trudy nauchno-issledovatel'skogo torfyanogo instituta*, 3: 1-100 (in Russian). [Бронзов А.Я. 1930. Верховые болота Нарымского края (бассейн р. Васюган) // Тр. науч.-иссл. торф. ин-та. Вып. 3. 100 с.].

Bronzov A.Ya. 1936. Brown moss fens on the southern outskirts of the West Siberian lowland taiga. *Pochvovedenie*, 2: 224-245 (in Russian). [Бронзов А.Я. 1936. Гипновые болота на южной окраине Западно-Сибирской равнинной тайги // Почвоведение. № 2. С. 224-245].

Glebov F.Z., Toleyko L.S., Starikov E.V., Zhidovlenko V.A. 1974. Palynological features and ^{14}C dating of a peat bog in the Aleksandrovsky district of the Tomsk Province (Middle taiga zone). In: *Mire types of the USSR and principles their classification*, (T.A. Abramova, M.S. Boch, E.A. Galkina, eds.), pp. 194-200, Nauka, Leningrad (in Russian). [Глебов Ф.З., Толейко Л.С., Стариков Э.В., Жидовленко В.А. 1974. Палинологическая характеристика и датирование по ^{14}C торфяника в Александровском районе Томской области (среднетаежная подзона) // Типы болот СССР и принципы их классификации / Под ред. Т.А. Абрамовой, М.С. Боч, Е.А. Галкиной. Л.: Наука, С. 194-200].

Dyukarev A.G., Pologova N.N., Mul'diyarov E.Ya. 2000. Meadow soil formation in the Subtaiga of Western Siberia. *Pochvovedenie*, 9: 1064-1069 (in Russian). [Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н., Мульдьяров Е.Я. 2000. Луговое почвообразование в подтайге Западной Сибири // Почвоведение. № 9. С. 1064-1069].

Dyukarev E.A. 2003. Software for plotting distribution of plant residues and peat types by depth. In: *Proceedings of the Vth Siberian Meeting on Climatic-Ecological Monitoring*, p. 171, TNC SB RAS, Tomsk (in Russian). [Дюкарев Е.А. 2003. Программа для построения диаграмм распределения растительных остатков и типов торфа по глубине // Пятое Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу. Материалы совещания. Томск: Изд-во ТНЦ СО РАН. с.171.

Erkova Yu.V. 1957. Peat types. In: *Peat deposits of Western Siberia*, Sovetskaya nauka, Moscow. pp. 45-70 (in Russian). [Еркова Ю.В. 1957. Виды торфа // Торфяные месторождения Западной Сибири. М.: Советская наука. С. 45-70].

Il'ina I.S., Lapshina E.I., Lavrenko N.N. 1985. *Rastitelnyi pokrov Zapadno-Sibirskoi ravniny*. Nauka, Novosibirsk, 251 pp. (In Russian). [Ильина И.С., Лапшина Е.И., Лавренко Н.Н. 1985. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука. 251 с.].

Inisheva L.I., Zemtsov A.A., Liss O.L., Novikov S.M., Inishev N.G. 2003. *Vasyugan Bog, nature conditions, structure and functioning*. TsNTI, Tomsk, 212 pp. (in Russian). [Инишева Л.И., Земцов А.А., Лисс О.Л., Новиков С.М., Инишев Н.Г. 2003. Васюганское болото: природные условия, структура и функционирование. Томск: ЦНТИ. 212 с.].

Khotinskii N.A. 1977. *Holocene of Northern Eurasia*. Nauka, Moscow, 200 pp. (in Russian). [Хотинский Н.А. 1977. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 198 с.].

Khotinsky N.A., Devirts A.L., Markova N.I. 1970. The age and history of the bog formation in the eastern outskirts of Vasyugan region. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody*, 75(5): 82-91 (in Russian). [Хотинский Н.А., Девирц А.Л., Маркова Н.Г. 1970. Возраст и история формирования болот Восточной окраины Васюганья. Бюлл. Моск. о-ва исп. природы, отд. биол. Т. 75. Вып. 5. С. 82-91].

Kozlovskaya L.S., Medvedeva V.M., P'yavchenko N.I. 1978. *Dynamics of organic matter in the process of peat accumulation process*. Nauka, Leningrad, 172 pp. (in Russian). [Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. 1978. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л.: Наука, 172 с.].

Kozlovskaya L.S. 1984. Features of decomposition of plant residues in peat. In: *Theoretical foundations of forestry on reclaimed lands of Karelia*, pp. 5-18, USSR Academy of Sciences Karelian branch, Petrozavodsk (in Russian). [Козловская Л.С. 1984. Особенности разложения растительных остатков в торфе // Теоретические основы ведения лесного хозяйства на мелиорированных землях Карелии. Петрозаводск: Карельский фил. ин-та леса АН СССР. С. 5-18].

Kurkin K.A. 1976. *Systematic studies of grassland dynamics*. Nauka, Moscow, 284 pp. (in Russian). [Куркин К.А. 1976. Системные исследования динамики лугов. М.: Наука. 284 с.].

Lapshina E.D. 1985. Types of peat and the structure of peat deposits of floodplain swamps of the Ob in the south of the Tomsk Province. In: *Geology and properties of peat and sapropel deposits*, Izdatel'stvo Kalininskogo Universiteta, Kalinin, 49-61 pp. (in Russian). [Лапшина Е.Д. 1985. Виды торфа и строение торфяной залежи пойменных болот р. Оби на юге Томской области // Геология и свойства торфяных и сапропелевых месторождений. Калинин: Изд-во Калин. гос. ун-та. С. 49-61].

Lapshina E.D. 1987. *The structure and dynamics of the floodplain mires of the Ob River (in the south of the Tomsk Province)*. Abstract dis. cand. biol. sciences. Tomsk, 18 pp. (in Russian). [Лапшина Е.Д. 1987. Структура и динамика болот поймы реки Оби (на юге Томской области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск. 18 с.].

Lapshina E.D. 1995a. The main features of the structure and development of floodplain mires. In: *Memory reading of Yu.A. L'vov*, Tomsk. pp. 52-56 (in Russian). [Лапшина Е.Д. 1995а. Основные черты строения и развития пойменных болот // Чтения памяти Ю.А. Львова. Томск: НИИББ при Том. ун-те. С. 52-56].

Lapshina E.D. 1995b. On the ecological assessment of the current state and history of the development of river floodplain. *Sibirskiy Ekologicheskii Zhurnal*, 2(4): 297-304 (in Russian). [Лапшина Е.Д. 1995b. К экологической оценке современного состояния и истории развития речных пойм // Сиб. экол. журн. Т. 2. № 4. С. 297-304].

Lapshina E.D., Bleuten W. 2000. 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*, 1: 47-49.

Lapshina E.D., Pologova N.N., Mul'diyarov E.Ya. 2000a. Mires of watershed plains in the south of the forest zone of Western Siberia. *Krylovia*, 2(1): 38-43 (in Russian). [Лапшина Е.Д., Пологова Н.Н., Мульдьяров Е.Я. 2000а. Болота водораздельных равнин юга лесной зоны Западной Сибири // Krylovia. Т. 2. № 1. С. 38-43].

Lapshina, E.D., Pologova, N.N., Mul'diyarov, E.Ya., Golyshev, S.A., Glagolev, M.V. 2000b. Watershed peatlands in south taiga zone of West Siberia. In: *Proceeding of the Eighth Symposium on the Joint Siberian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1999*, pp. 121-128, Tsukuba.

Lapshina E.D., Muldiyarov E.Ya. 2002. The main stages in the development of the Great Vasyugan mire. In: *Great Vasyugan Bog. Carent status and evolution processes*, (V.N. Kabanov, ed.), pp. 36-44, Publishing House of the Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk (in Russian). [Лапшина Е.Д., Мульдьяров Е.Я. 2002. Основные этапы развития Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития / Под ред. М.В. Кабанова. Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН С. 36-44].

Lapshina E.D. 2004. *Peatlands of the southeast of Western Siberia (botanical diversity, history of development and dynamics of carbon accumulation in the Holocene)*: Diss. ... dr. biol. Sciences. Tomsk. 436 pp. (in Russian). [Лапшина Е.Д. 2004. Болота юго-востока Западной Сибири (ботаническое разнообразие, история развития и динамика накопления углерода в голоцене): Дисс. ... д-ра биол. наук. Томск. 436 с.].

Lapshina E.D. 2006. Die Vegetation der Moore in der Obaue im Süden der Waldzone Westsibiriens. *Phytocoenologia*, 36(3): 421-463.

Lapshina E.D., Pologova N.N. 2011. Spatial dynamics of peat growth and carbon accumulation in Sphagnum bogs (Boreal West Siberia). In: *West Siberian Peatlands and Carbon Cycle: past and present*, (S.E.Vomperskiy, ed.), Proceedings of the Third International Field Symposium, pp. 96-98, Novosibirsk.

Levina T.P. 1980. Vegetation development in the lower reaches of the Yenisei and the middle Ob in the Holocene. In: *Palinology of Siberia*, pp. 128-141, Nauka, Moscow (in Russian). [Левина Т.П. 1980. Развитие растительности в низовьях Енисея и средней Оби в голоцене // Палинология в Сибири. М.: Наука, С. 128-141].

Liss O.L., Berezina N.A., Kulikova G.G. 1976. Peatlands' age in the central part of the West Siberian Plain. In: *Natural conditions of Western Siberia. Issue 6*, pp. 69-85. Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow (in Russian). [Лисс О.Л., Березина Н.А., Куликова Г.Г. 1976. Возраст болот центральной части Западно-Сибирской равнины // Природные условия Западной Сибири. М.: Изд-во Моск. ун-та. Вып. 6. С. 69-86].

Liss O.L., Berezina N.A. 1978. The age of bogs and the intensity of peat accumulation in the central part of the West Siberian Plain. In: *Genesis and dynamics of bogs. Issue 2*, pp. 12-19. Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow (in Russian). [Лисс О.Л., Березина Н.А. 1978. Возраст и интенсивность торфонакопления в центральной части Западно-Сибирской равнины // Генезис и динамика болот. М.: Изд-во Моск. ун-та. Вып. 2. С. 12-19].

Liss O.L., Polkoshnikova O.V. 1979. Origin and development of Surgut Poles'e bogs. *Doklady vysshey shkoly. Biologicheskie nauki*, 8: 86-91 (in Russian). [Лисс О.Л., Полкошникова О.В. 1979. Происхождение и развитие болот Сургутского Полесья // Докл. высш. школы. Биол. науки. № 8. С.86-91].

Liss O.L., Berezina N.A. 1981. *Mires of the West Siberian plain*. Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow, 204 pp. (in Russian). [Лисс О.Л., Березина Н.А. 1981. Болота Западной Сибири. М.: Изд-во Моск. ун-та. 204 с.].

Liss O.L., Trofimov V.T., Kashperuk V.I., Kudryashov V.G. 1988. The development trend of the paludification process. In: *Forecast of changes in the natural conditions of Western Siberia*, pp. 5-20, Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow (in Russian). [Лисс О.Л., Трофимов В.Т., Кашперук П.И., Кудряшов В.Г. 1988. Тенденции развития болотообразовательного процесса // Прогноз изменений природных условий Западной Сибири. М.: Изд-во Моск. ун-та. С. 5-20].

Liss O.L. 1992. Patterns of development of bog systems in Western Siberia. In: *Peatlands in the taiga ecosystem*, pp. 45-57, Institute of Geography of the SB of the USSR Academy of Sciences. Irkutsk (in Russian). [Лисс О.Л. 1992. Закономерности развития болотных систем Западной Сибири // Болота в экосистеме тайги. Иркутск: Институт географии СО АН СССР. С. 45-57].

Liss O.L. 1998. Spatial and temporal patterns of the development of mire systems in the Holocene (on the example of Western Siberia). In: *Ekologiya i pochvy, vol. 2*, pp. 21-34. Pushchino (in Russian). [Лисс О.Л. 1998. Пространственно-временные закономерности развития болотных систем в голоцене (на примере Западной Сибири) // Экология и почвы. Пушкино. Т. 2. С.21-34.].

Liss O.L., Abramova L.I., Avetov N.A., Berezina N.A., Inisheva L.I., Kurnishkova T.V., Sluka Z.A., Tolpysheva T.Yu., Shvedchikova N.K. 2001. *Bog systems of Western Siberia and their nature conservation value*, (V.B. Kuvaev, ed.), Grif i K°, Tula, 584 pp. (in Russian). [Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А., Березина Н.А., Инишева Л.И., Курнишкова Т.В., Слюка З.А., Толпышева Т.Ю., Шведчикова Н.К. 2001. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / под ред. В.Б. Куваева. Тула: Гриф и К°. 584 с.].

Loginov P.E. 1957. On the work of the West Siberian peat exploration expedition. In: *Study of the peat fund*. Issue 2, pp. 15-31 (in Russian). [Логинов П.Е. 1957. О работах западносибирской торфоразведочной экспедиции // Изучение торфяного фонда. М. Вып. 2. С. 15-31].

Loginov P.E. 1958. Exploration of peat deposits in the areas of the West Siberian Lowland. In: *Study of the peat fund*. Issue 3, pp. 10-21 (in Russian). [Логинов П.Е. 1958. Разведка торфяных месторождений в районах Западно-Сибирской низменности // Изучение торфяного фонда. М., Вып. 3. С. 10-21].

Loginov N.E., Khoroshev P.I. 1972. *Peat resources of the West Siberian Plain*. Geoltorfrazvedka, Leningrad, 147 pp. (in Russian). [Логинов П.Е., Хорошев П.И. 1972. Торфяные ресурсы Западно-Сибирской равнины. М.: Геолторфразведка, 147 с.].

Lvov Yu.A. 1974. Methodical materials for the typology and classification of the Tomsk Province mires. In: *Mire types of the USSR and principles their classification*, pp. 188-194, Nauka, Leningrad (in Russian). [Львов Ю.А. 1974. Методические материалы к типологии и классификации болот Томской области // Типы болот СССР и принципы их классификации. Л.: Наука. С. 188-194.].

Lvov Yu.A., Mul'diyarov E.Ya. 1974. The mire types in the Orlovka River basin. In: *Comprehensive assessment of mires and swampy forests in connection with their reclamation*, pp. 5-17, Nauka, Novosibirsk (in Russian). [Львов Ю.А., Мульдьяров Е.Я. 1974. Типы болот бассейна реки Орловки // Комплексная оценка болот и заболоченных лесов в связи с их мелиорацией. Новосибирск: Наука, С. 5-17].

Lvov Yu.A. 1976. The feature and mechanisms of paludification of the Tomsk Province area In: *Theory and practice of forest mire science and hydroforestry*, pp. 36-44, Krasnoyarsk (in Russian). [Львов Ю.А. 1976. Характер и механизмы

- заболочивания территории Томской области // Теория и практика лесного болотоведения и гидроресомелиорации. Красноярск, С. 36-45].
- Lvov Yu.A. 1977. Peat bog as a system of bog facies. *Doklady vysshey shkoly. Biologicheskie nauki*, 9: 97-103 (in Russian). [Львов Ю.А. 1977. Торфяное болото как система болотных фаций // Докл. высш. школы. Биол. науки. № 9. С. 97-102.].
- Lvov Yu.A. 1991. Peatland resources In: *Natural resources of the Tomsk Province*, pp. 67-83, Nauka, Novosibirsk (in Russian). [Львов Ю.А. Болотные ресурсы // Природные ресурсы Томской области. Новосибирск: Наука, 1991. С. 67-83].
- Lvov Yu.A., Mul'diyarov E.Ya. 1984. Ecological features of peat types. In: *Materials of the VII All-Union Conference on mire science*, pp. 82-90, Izdatel'stvo Kalininskogo Universiteta, Kalinin (in Russian). [Львов Ю.А., Мульдьяров Е.Я. 1984. Экологическая характеристика видов торфа // Материалы VII Всесоюз. совещ. по болотоведению. Калинин: Калин. гос. ун-та. С. 82-90.].
- Lvov Yu.A. 1979. Paludification as a factor of human inhabitancy in Western Siberia. In: *Features of the natural-geographical environment and historical processes in Western Siberia*, pp. 12-18, Izdatel'stvo Tomskogo Universiteta, Tomsk (in Russian). [Львов Ю.А. 1979. Болотный процесс как фактор среды обитания человека в Западной Сибири // Особенности естественно-географической среды и исторические процессы в Западной Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та. С. 12-18.].
- Lyubimova E.L., Simakova L.A. 1977. Modern forests paludification. In: *Scientific prerequisites for the mire development of Western Siberia*, pp. 137-148, Nauka, Moscow (in Russian). [Любимова Е.Л., Симакова Л.А. 1977. Современное заболачивание лесов // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. М.: Наука. С. 137-148].
- Mul'diyarov E.Ya. 1980. Floodplain mires of Chulym River and questions of their rational use. In: *Problems of nature conservation in Western Siberia*, pp. 38-50, Tomsk (in Russian). [Мульдьяров Е.Я. 1980. Пойменные болота реки Чулым и вопросы их рационального использования // Проблемы охраны природы Западной Сибири. Томск. С. 38-50].
- Mul'diyarov E.Ya. 1989. *Mires of the southeast of the Tomsk Province*. Abstract dis. cand. biol. sciences, Tomsk, 17 pp. (in Russian). [Мульдьяров Е.Я. 1989. Болота юго-востока Томской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск. 17 с.].
- Neyshadt M.I. 1957. *Forest History and paleogeography of the USSR in the Holocene*. Izdatel'stvo AN SSSR, Moscow, 403 pp. (in Russian). [Нейштадт М.И. 1957. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М.: Изд-во АН СССР. 403 с.].
- Neyshadt M.I. 1977. The emergence and rate of development of the paludification process. In: *Scientific prerequisites for the development of the mires of Western Siberia*, pp. 39-47, Nauka, Moscow (in Russian). [Нейштадт М.И. 1977. Возникновение и скорость развития процесса заболачивания // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. М.: Наука. С.39-47].
- Novikov S.M., Usova L.I., Malyasova E.S. 1999. Age and dynamics of bogs in Western Siberia. In: *Bogs and swampy forests in the light of the challenges of sustainable nature management*, pp. 72-76, GEOS, Moscow (in Russian). [Новиков С.М., Усова Л.И., Малиасова Е.С. 1999. Возраст и динамика болот Западной Сибири // Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования. М.: ГЕОС. С. 72-76].
- Pitkänen A., Turunen J., Tahvanainen T., Tolonen K. 2002. Holocene vegetation history from the Salym-Yugan Mire Area, West Siberia. *The Holocene*, 12(3): 353-362.
- Predtechenskiy A.V., Skobeeva E.I. 1974. Geomorphological confinement of various types of mires in the central part of Western Siberia and the use of aerial methods for their study In: *Mire types of the USSR and principles their classification*, pp. 181-188, Nauka, Leningrad (in Russian). [Предтеченский А.В., Скобеева Е.И. 1974. Геоморфологическая приуроченность различных типов болот центральной части Западной Сибири и применение аэрометодов для их изучения // Типы болот СССР и принципы их классификации. Л.: Наука, С. 181-188].
- P'yavchenko N.I. 1984. Environmental factors of peat formation. In: *Materials of the VII All-Union Conference on mire science*, pp. 3-11, Izdatel'stvo Kalininskogo Universiteta, Kalinin (in Russian). [Пьявченко Н.И. 1984. Экологические факторы торфообразования // Материалы VII Всесоюз. совещ. по болотоведению. Калинин: Изд-во Калин. гос. ун-та. С. 3-11].
- P'yavchenko N.I. 1985a. *Peat bogs, their natural and economic importance*. Nauka, Moscow, 152 pp. (in Russian). [Пьявченко Н.И. Торфяные болота их природное и хозяйственное значение. М.: Наука, 1985. 152 с.].
- P'yavchenko N.I. 1985b. On the age of peat bogs and vegetation changes in the south of Western Siberia in the Holocene. *Bulletin of the Commission for Study of the Quaternary*, 52: 164-170 (in Russian). [Пьявченко Н.И. 1985b. О возрасте торфяников и сменах растительности на юге Западной Сибири в голоцене // Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода. № 52. С. 164-170].
- Ramenskiy L.G., Tsatsenkin I.A., Chizhikov O.N., Antipin N.A. 1956. *Ecological assessment of fodder land units by vegetation cover*, Selkhozgiz, Moscow, 472 pp. (in Russian). [Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижииков О.Н., Антипин Н.А. 1956. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Селихозгиз, 472 с.].
- Romanova E.A. 1964. Types of mire microlandscapes as indicators of peat types in the upper layers of peat deposits of minerotrophic fens. *Trudy Gosudarstvennogo gidrologicheskogo instituta*, 112: 54-81 (in Russian). [Романова Е.А. 1964. Типы болотных микроландшафтов как показатели видов торфа в верхних слоях торфяной залежи низинных болот // Тр. гос. гидрол. ин-та. Вып. 112. С. 54-81].
- Romanova E.A. 1967. Landscape-morphological characteristics of mires in the Konda River basin. *Trudy Gosudarstvennogo gidrologicheskogo instituta*, 145: 27-51 (in Russian). [Романова Е.А. Ландшафтно-морфологическая характеристика болот в бассейне р. Конды // Тр. гос. гидрол. ин-та. 1967. Вып. 145. С. 27-51].
- Romanova E.A., Usova L.I. 1969. Geobotanical and brief hydrological characteristics of bog's landscapes of the watershed of the Vakh and Vatin'skii Egan Rivers in Western Siberia. *Trudy Gosudarstvennogo gidrologicheskogo instituta*, 157: 98-122 (in Russian). [Романова Е.А., Усова Л.И. 1969. Геоботаническая и краткая гидрологическая характеристика болотных ландшафтов водораздела рек Вах и Ватинский Еган Западной Сибири // Тр. гос. гидрол. ин-та. Вып. 157. С. 98-122].
- Schipper A.M., Zeefat R., Tanneberger F., van Zuidam J.P., Hahne W., Schep S.A., Loos S., Bleuten W., Joosten H., Lapshina E.D., Wassen, M.J. 2007. Vegetation characteristics and eco-hydrological processes in a pristine mire in the Ob River valley (Western Siberia). *Plant Ecology*, 193: 131-145. <https://doi.org/10.1007/s11258-006-9253-x>
- Stuiver M., Reimer P.J. 1993. Extended ¹⁴C data base and revised CALIB 3.0 ¹⁴C age calibration program. *Radiocarbon*, 35(1): 215-230. <https://doi.org/10.1017/S0033822200013904>
- Tsyganov A.N., Zarov E.A., Mazei Y.A., Kulkov M.G., Babeshko K.V., Yushkovets S.Y., Payne R.J., Ratcliffe J.L., Fatyugina Yu., Zazovskaya E.P., Lapshina E.D. 2021. Key periods of peatland development and environmental changes in the middle taiga zone of Western Siberia during the Holocene. *Ambio*, 50: 1896-1909. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01545-7>

- Tyuremnov S.N., Liss O.L., Kulikova G.G. 1971. Peat deposits of the left bank of the Ob region in the northern part of the Tomsk Province. In: *Natural conditions of Western Siberia*. Issue 1, pp. 65-76. Izdatelstvo Moskovskogo Universiteta, Moscow (in Russian). [Тюремнов С.Н., Лисс О.Л., Куликова Г.Г. 1971. Торфяные отложения левобережного Приобья северной части Томской области // Природные условия Западной Сибири. М.: Изд-во Мос. ун-та. Вып. 1. С. 65-76].
- Tyuremnov S.N. 1976. *Peat deposits*. Nedra, Moscow, 488 pp. (in Russian). [Тюремнов С.Н. 1976. Торфяные месторождения. М.: Недра, 487 с.].
- Shnitnikov A.V. 1957. Variability of the total humidity of the continents of the Northern Hemisphere. *Zapiski geograficheskogo obshchestva SSSR*. New series, Vol. 16, 337 pp. (in Russian). [Шнитников А.В. 1957. Изменчивость общей увлажненности материков северного полушария // Зап. геогр. об-ва СССР. Нов. сер. Т. 16. 337 с.].
- Shnitnikov A.V. 1973. Centuries-old rhythm of development of the landscape shell. In: *Chronology of the Pleistocene and climatic stratigraphy*, 7-33, Leningrad (in Russian). [Шнитников А.В. 1973. Многовековой ритм развития ландшафтной оболочки // Хронология плейстоцена и климатическая стратиграфия. Л. С. 7-33].
- Vleeschouwer F. de, Chambers F.M., Swindles G.T. 2010. Coring and sub-sampling of peatlands for paleoenvironmental research // *Mires and peat*, 7.
- Volkova V.S., Levina T.P. 1982. Vegetation of the Holocene of Western Siberia according to palynological data. In: *Development of the nature of the territory of the USSR in the Late Pleistocene and Holocene*, pp. 186-192, Nauka, Moscow (in Russian). [Волкова В.С., Левина Т.П. 1982. Растительность голоцена Западной Сибири по палинологическим данным // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука. С. 186-192].
- Volkova V.S. 1999. West Siberia. Late Glacial and Holocene. In: *Climate and environment changes during the last 65 Million Years (Cenozoic: from Paleocene to Holocene)*, (A.A. Velichko, ed.), pp. 105-109, GELIOS, Moscow (in Russian). [Волкова В.С. 1999. Западная Сибирь. Позднеледниковье и голоцен // Изменение климата и ландшафтов за последние 65 миллионов лет. М.: ГЕОС, С. 105-109].
- Yasnopolskaya G.G. 1964. Experience in the use of geobotanical methods in the exploration of peat bogs in Siberia. *Trudy Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody*, 8: 102-107 (in Russian). [Яснопольская Г.Г. 1964. Опыт использования геоботанических методов в разведке торфяных болот Сибири // Тр. МОИП. Т.8. С.102-107].
- Yasnopolskaya G.G. 1965. On the characteristics of vegetation and peat deposits of the Vasyugan Bog. *Uchenye zapiski Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 51: 49-63 (in Russian). [Яснопольская Г.Г. 1965. К характеристике растительности и торфяной залежи Васюганского болота // Учен. зап. Том. гос. ун-та. Сер. биол. и почвовед. Томск, № 51. С. 49-63].

Поступила в редакцию: 15.05.23
Переработанный вариант: 28.06.23

LAYERED PEAT MACROFOSSIL IN THE STRATIGRAPHIC CORES OF THE PEATLANDS

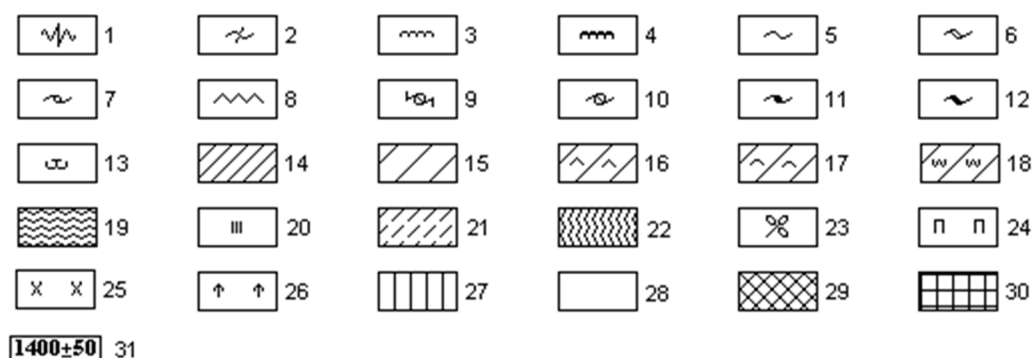


Figure 1. Legend of the plant remains in the peat:

Sphagnum mosses: 1 – *Sphagnum fuscum*, 2 – *S. angustifolium*, 3 – *S. magellanicum*, 4 – *S. papillosum*, 5 – *S. balticum*, 6 – *S. majus*, 7 – *S. jensenii*, 8 – *S. lindbergii*, 9 – *S. flexuosum*, 10 – *S. fallax*, 11 – *S. obtusum*, 12 – mesotrophic *sphagnum* mosses (*S. centrale*, *S. warnstorffii*), 13 – *S. teres*.

Sedges: 14 – low sedges (*Carex limosa*), 15 – high sedges (*Carex lasiocarpa*, *S. rostrata*), 16 – *Carex omskiana*, 17 – tussock sedges (*C. cespitosa*); 18 – *Carex juncella*; 19 – cotton-grass (*Eriophorum vaginatum*), 20 – *Scheuchzeria palustris*; 21 – brown mosses (*Drepanocladus*, *Homatocaulis*, *Warnstorffia*, *Calliergon*, *Meesia*).

Grasses: 22 – reed (*Phragmites australis*), 23 – bog bean (*Menyanthes trifoliata*), 24 – fern (*Thelypteris palustris*), 25 – horsetail (*Equisetum fluviatile*); 26 – shrubs (*Betula nana*, *Ledum*, *Chamaedaphne*), 27 – wood, 28 – undefined remains, 29 – gyttja (*Typha*), 30 – lake sediments, 31 – calibrated carbon dates.

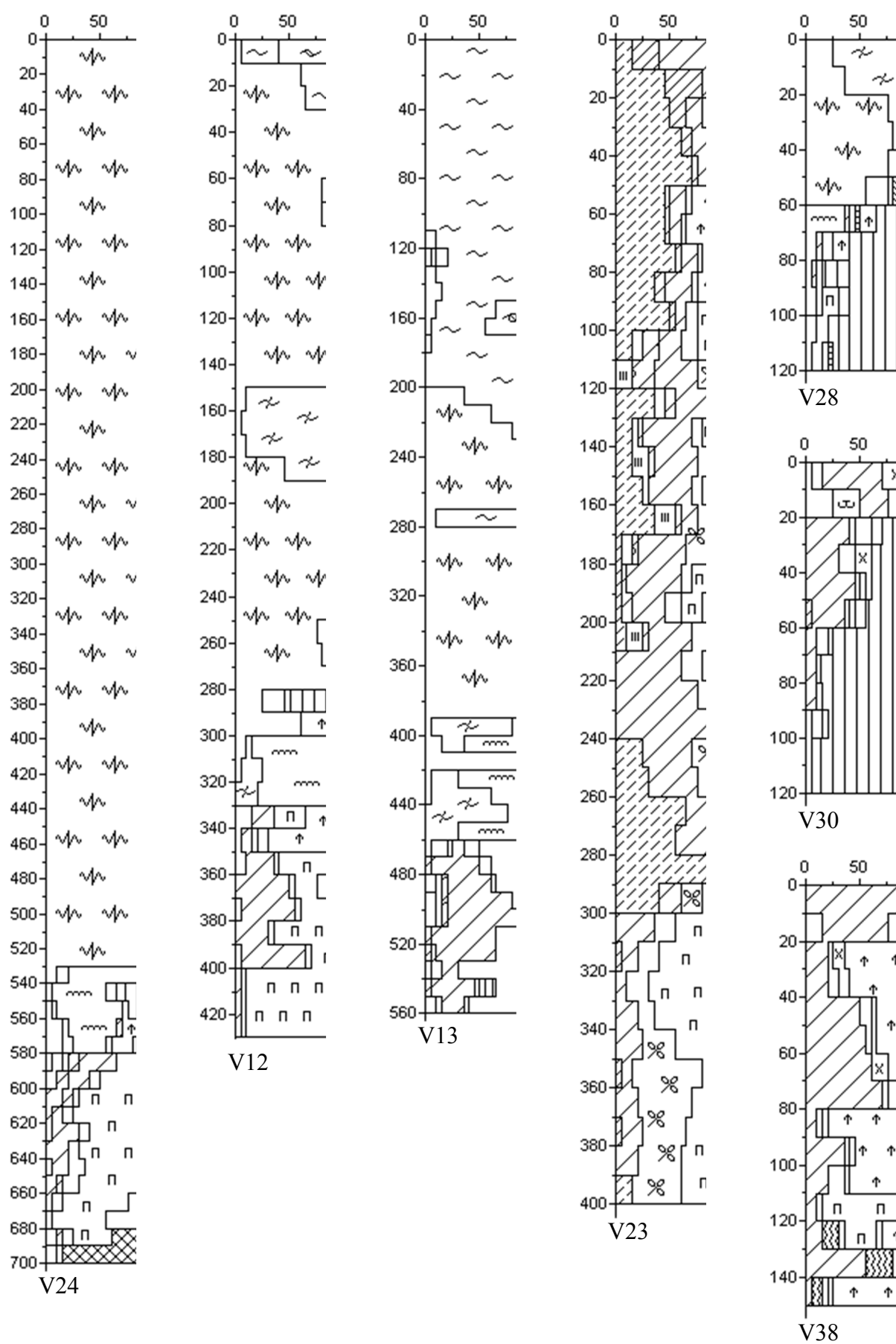


Figure 2. Peat core of the Great Vasyugan Mire ('Uzas', 'Malaya Icha', Subtaiga zone)

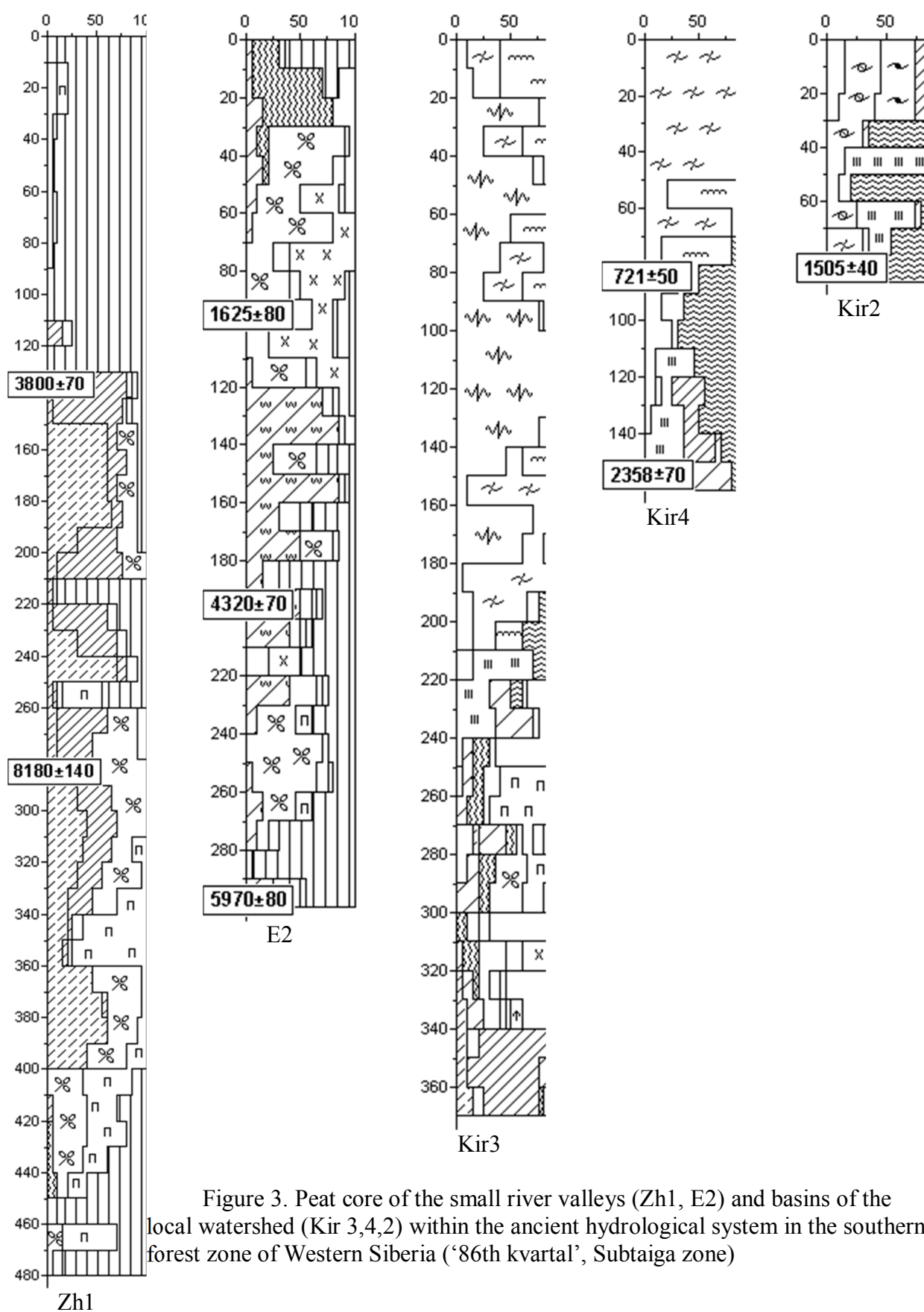


Figure 3. Peat core of the small river valleys (Zh1, E2) and basins of the local watershed (Kir 3,4,2) within the ancient hydrological system in the southern forest zone of Western Siberia ('86th kvartal', Subtaiga zone)

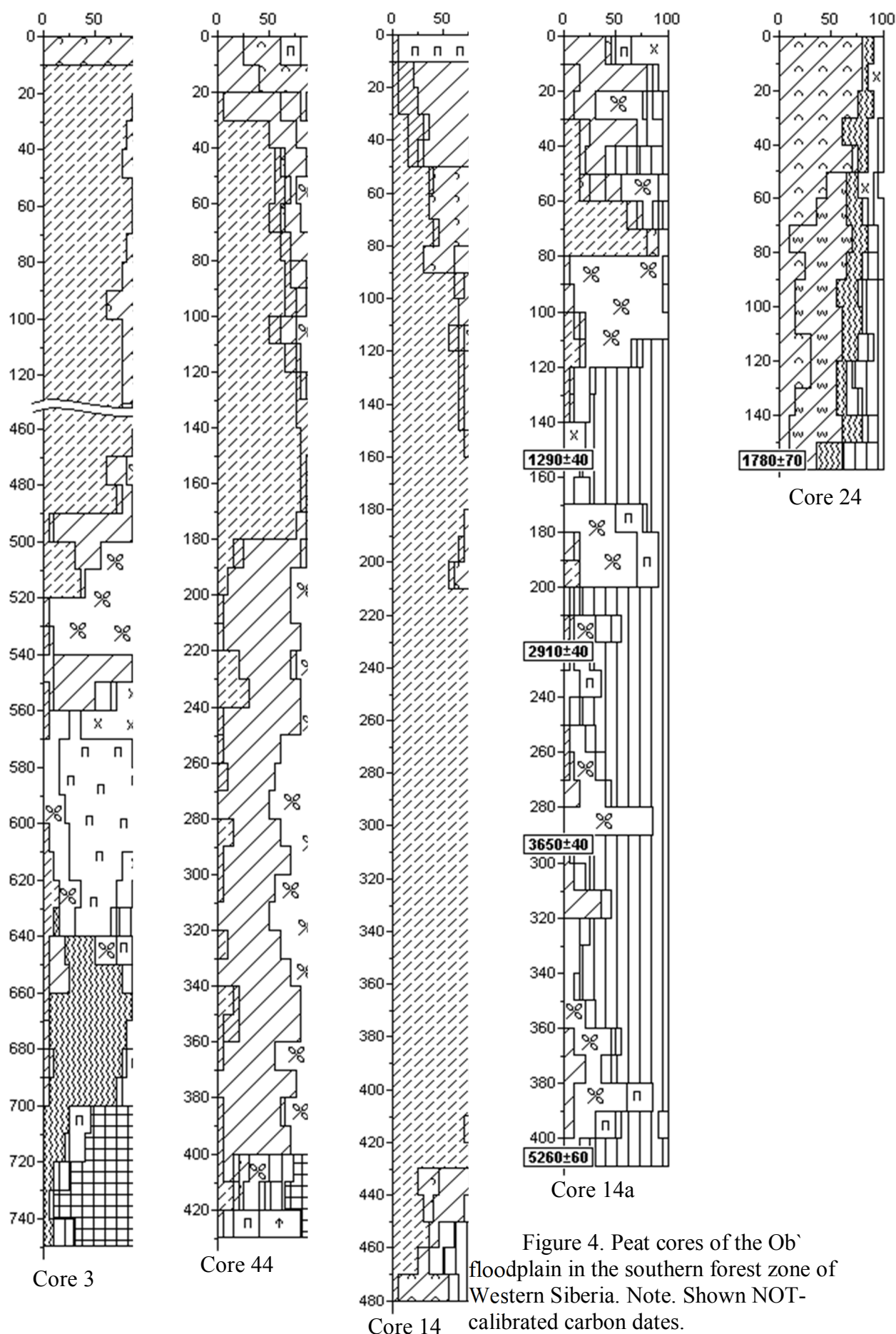


Figure 4. Peat cores of the Ob' floodplain in the southern forest zone of Western Siberia. Note. Shown NOT-calibrated carbon dates.

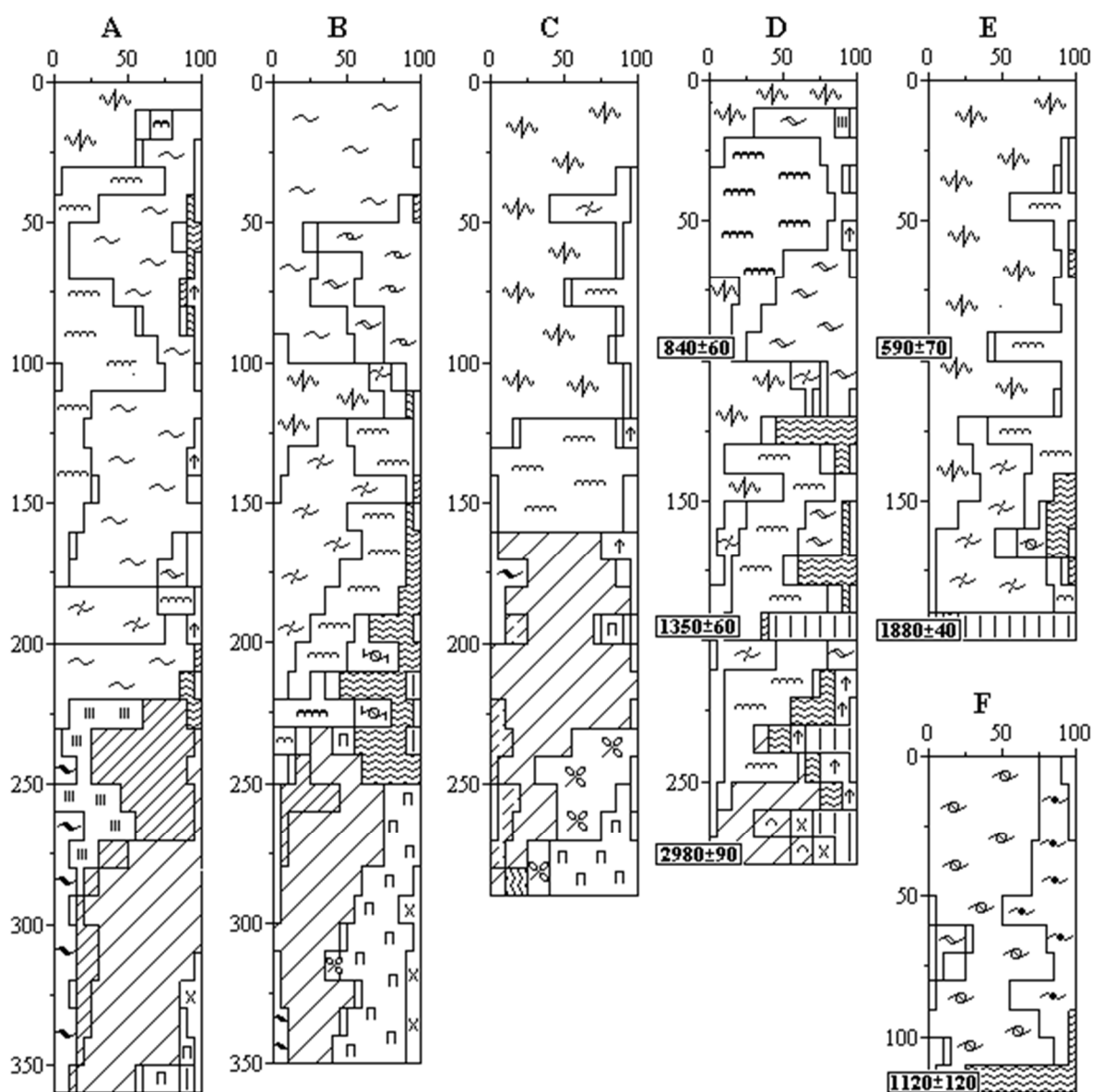


Figure 5. Peat cores of the watershed bog "Bakcharskoe" (Plotnikovo, Borodinsk, South taiga zone)

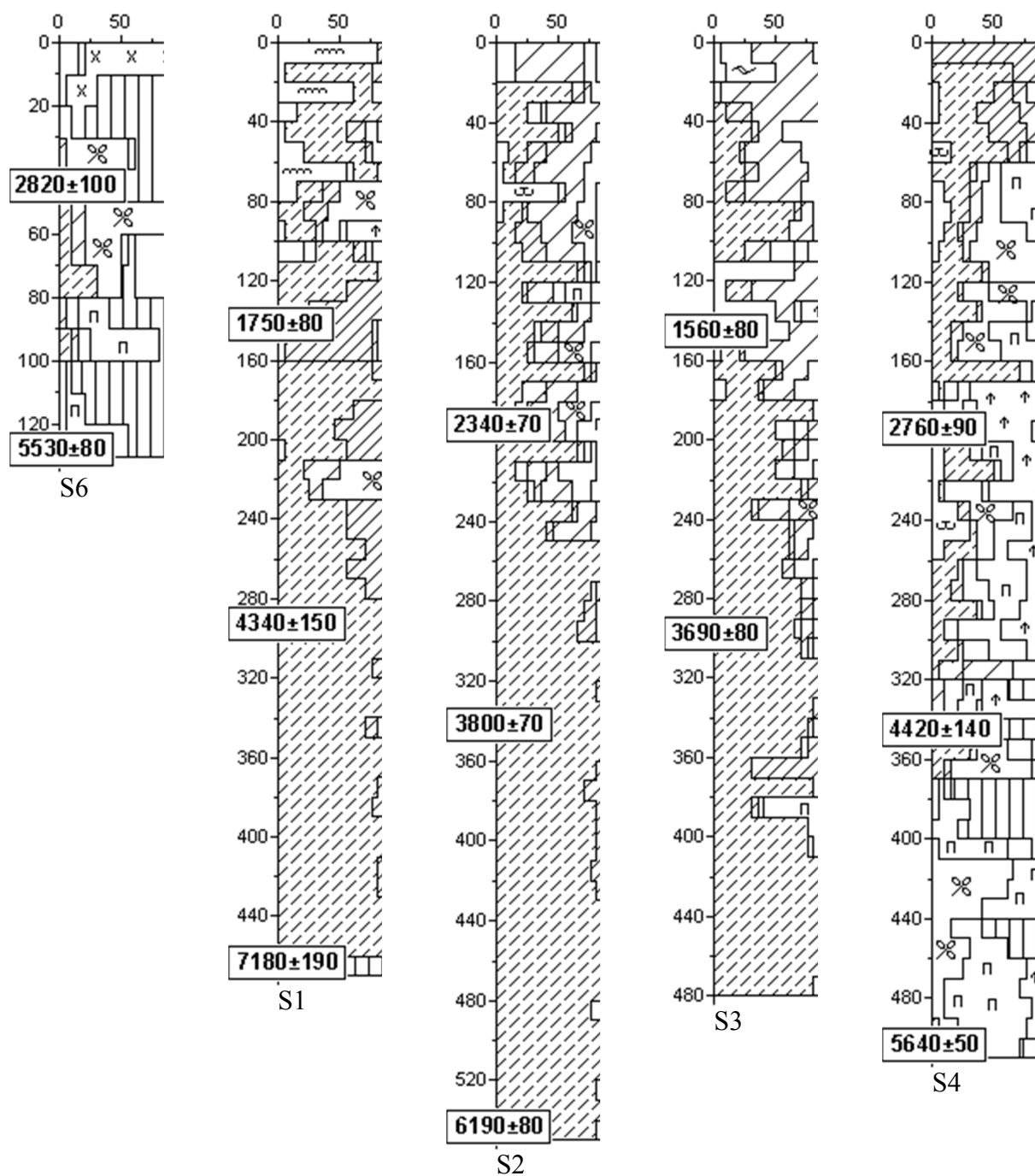


Figure 6. Peat cores of the “Semenovskoe” bog in the left-bank valley Iksa river (Borodinsk, South taiga zone)

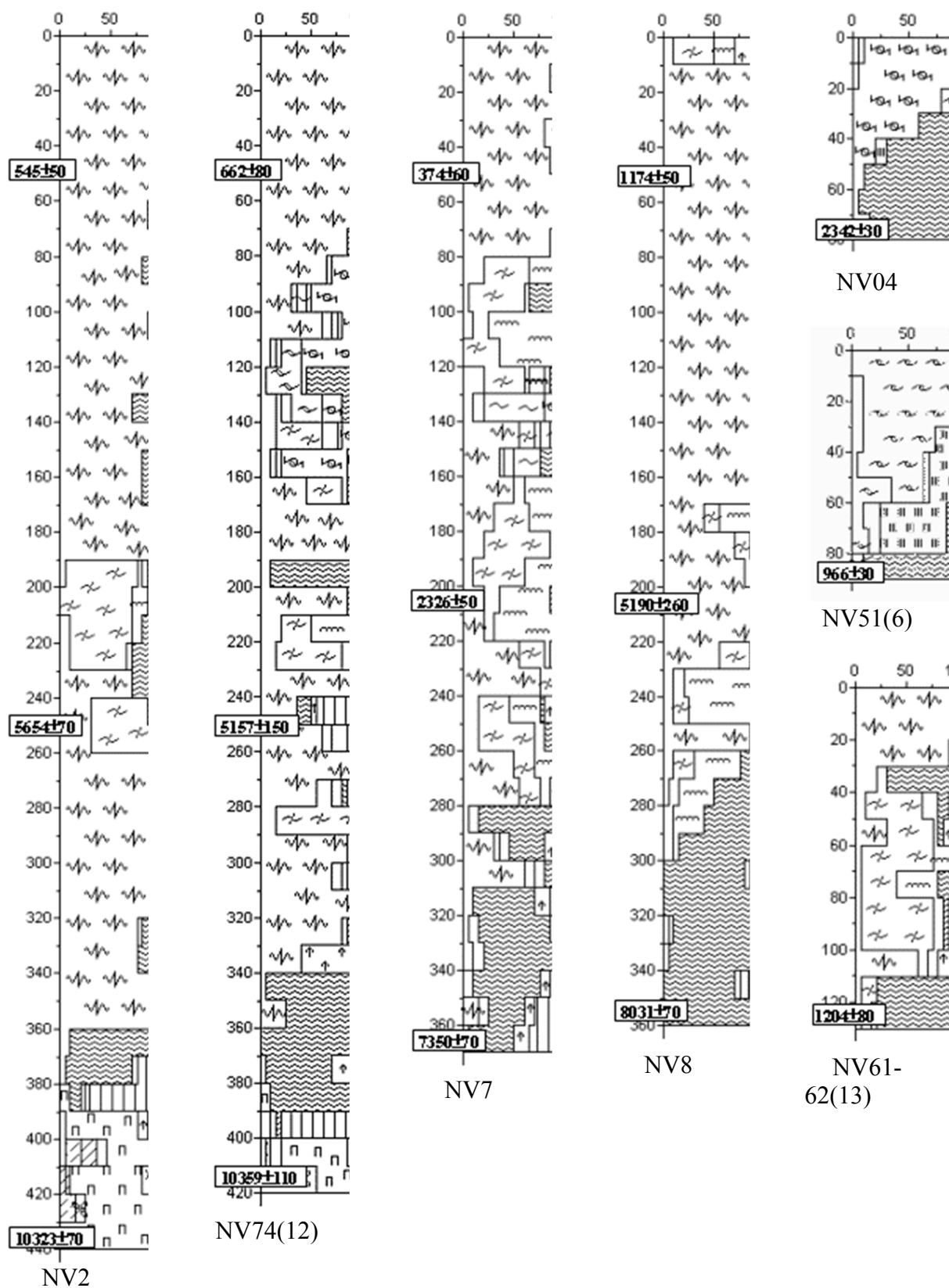
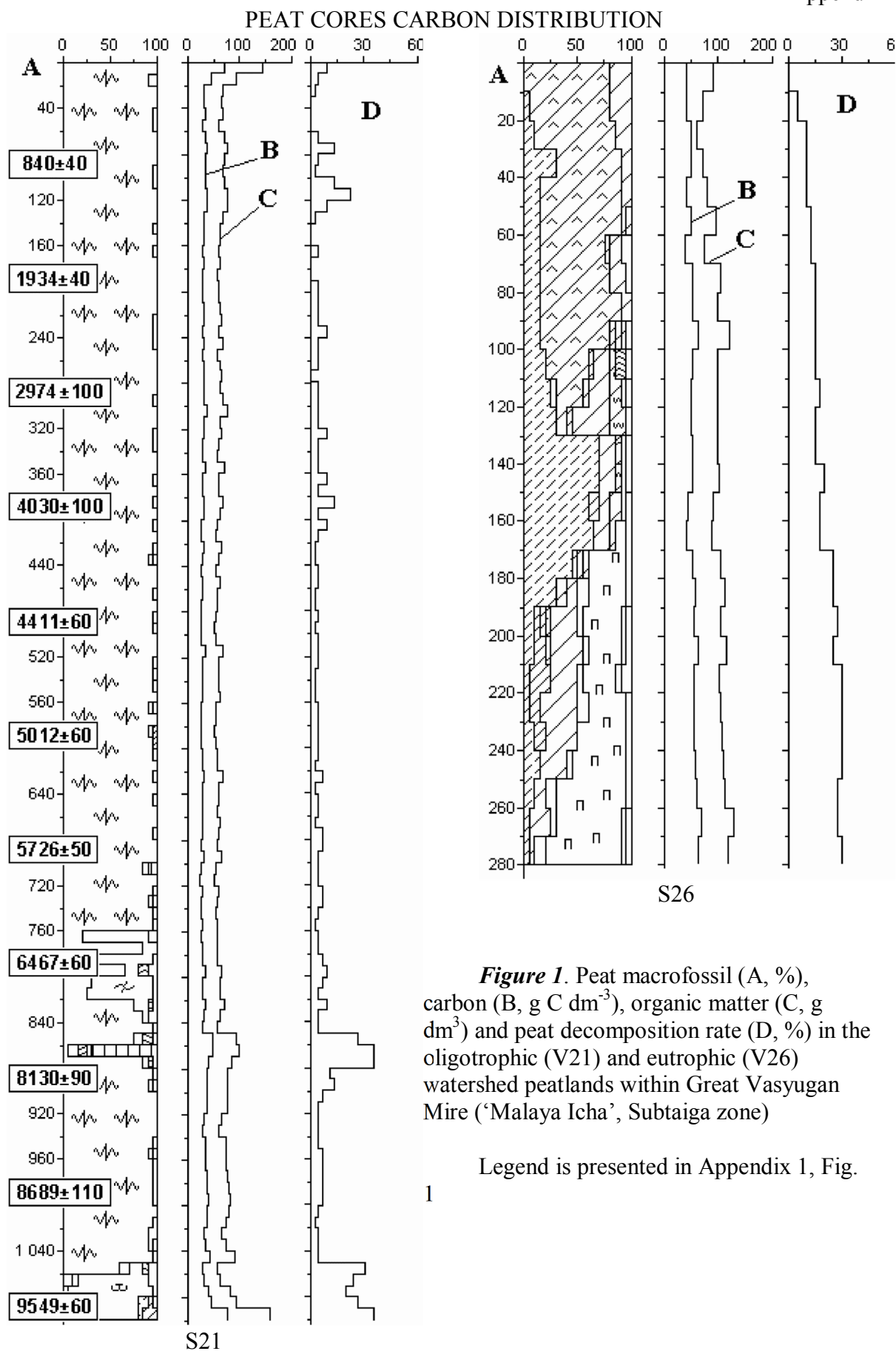


Figure 7. Peat core of the "Savkino" bog (Nizhnevartovsk, Middle taiga zone)



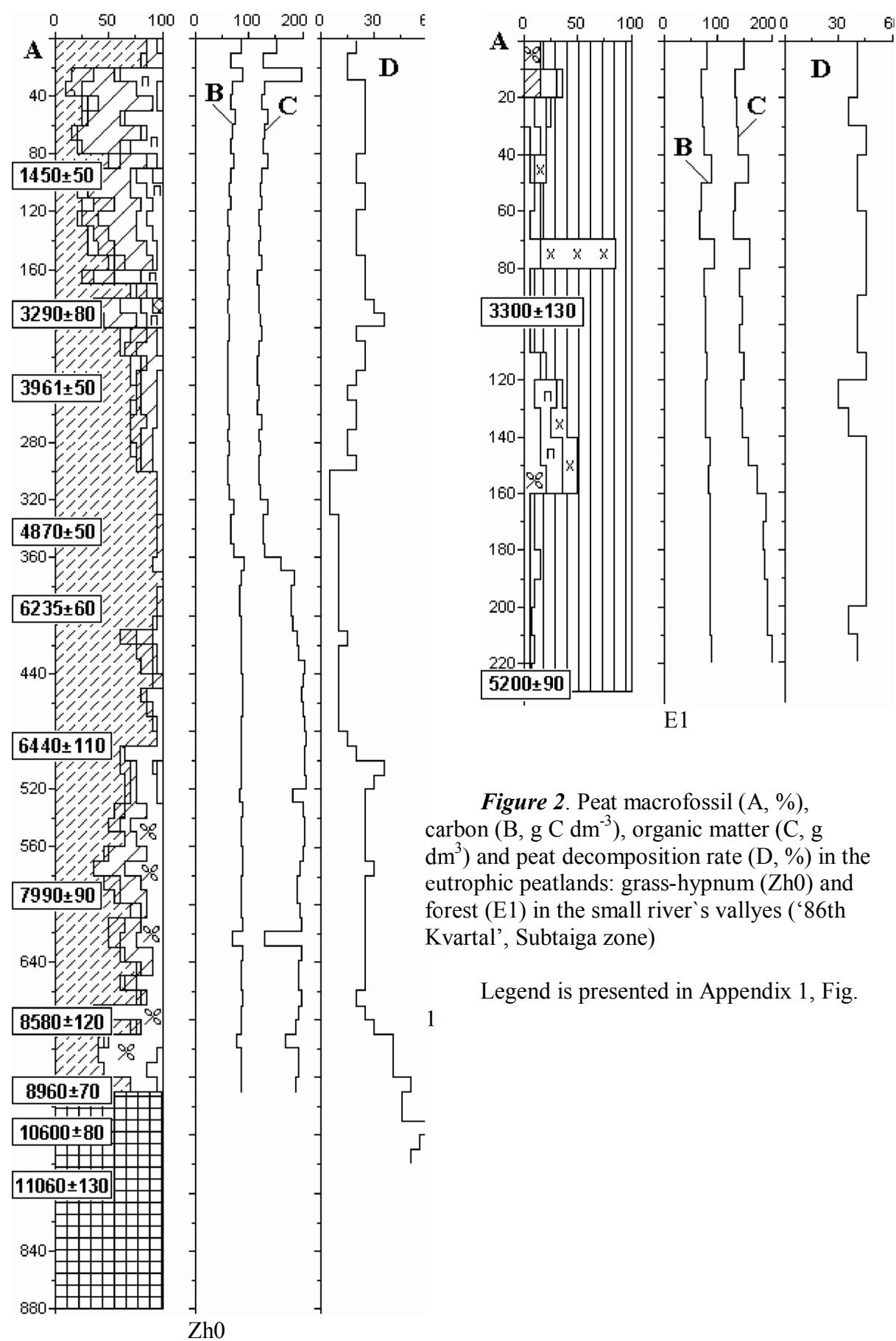


Figure 2. Peat macrofossil (A, %), carbon (B, g C dm⁻³), organic matter (C, g dm⁻³) and peat decomposition rate (D, %) in the eutrophic peatlands: grass-hypnum (Zh0) and forest (E1) in the small river's valleys ('86th Kvartal', Subtaiga zone)

Legend is presented in Appendix 1, Fig.

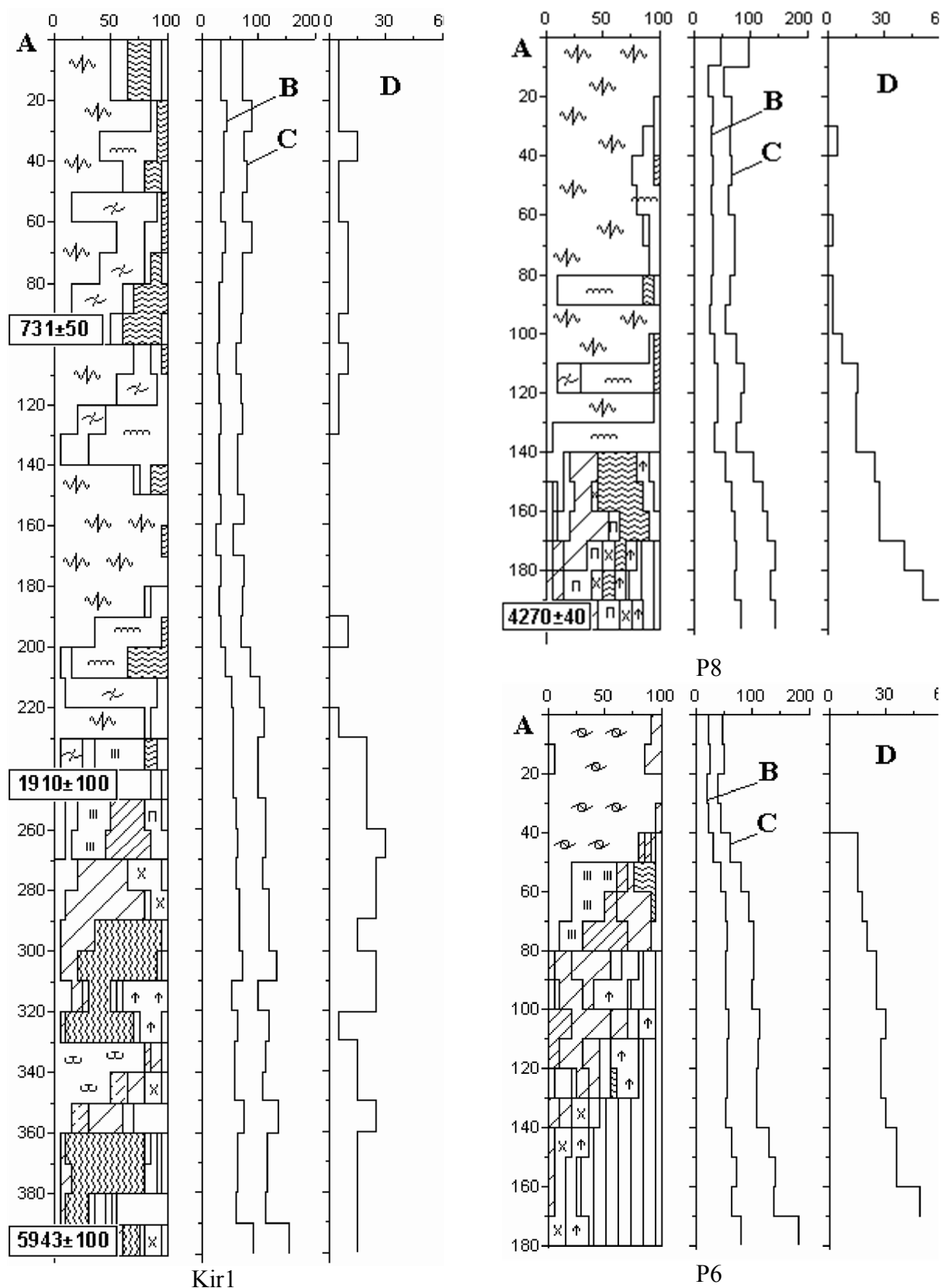


Figure 3. Peat macrofossil (A, %), carbon (B, g C dm⁻³), organic matter (C, g dm³) and peat decomposition rate (D, %) in the peatlands of the mixed composition ('86th Kvartal', Plotnikovo, Subtaiga zone)

Legend is presented in Appendix 1, Fig. 1