

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БОЛОТ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

© 2024 г. Д. В. Зацаринная^{1, 2, *}, Е. М. Волкова^{1, **}

¹ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
пр. Ленина, 92, Тула, 300012, Россия

²ГУК ТО «Тульское музейное объединение» (Тульский областной краеведческий музей)
ул. Советская, 68, Тула 300000, Россия

*e-mail: visloguzova@mail.ru

**e-mail: convallaria@mail.ru

Поступила в редакцию 29.12.2023 г.
Получена после доработки 24.04.2024 г.
Принята к публикации 14.05.2024 г.

На Среднерусской возвышенности, несмотря на низкую заболоченность, болота формируются на разных элементах рельефа, имеют различия в водно-минеральном питании и структуре растительности. Горизонтальная структура растительного покрова болотных экосистем, а также их ценозитическое разнообразие остаются малоизученными. Однако эти признаки имеют значение для типологии болот, а также могут быть использованы при организации мониторинга болотных экосистем. Основной целью данного исследования стало выявление особенностей горизонтальной структуры растительности и визуализация фитоценозитического разнообразия разных типов болот с использованием картографического метода. Объектами явились 14 модельных болот, расположенных на разных элементах рельефа в северной части Среднерусской возвышенности.

Проведенные исследования позволили выявить ценозитическое разнообразие наиболее распространенных и специфичных типов болот на изучаемой территории. Для каждого модельного болота были составлены геоботанические карты. На картах выделена 31 картируемая единица, 29 из них в ранге ассоциаций, 1 – в ранге формации и 1 – безранговое сообщество. Выявленные синтаксоны относятся к древесному, древесно-моховому, кустарниковому, гидрофильно-травяному и гидрофильно-моховому типам растительности, что составляет 63% ценозитического разнообразия болот Среднерусской возвышенности. Структура растительности болотных массивов часто является гетерогенной гетеротрофной, сочетая как эвтрофные, так и мезо- и олиготрофные сообщества, реже является гомогенной.

Наибольшим количеством выделенных таксонов и сложной горизонтальной структурой растительности отличаются водораздельные болота в карстово-суффозионных депрессиях. Менее разнообразна растительность болот, сформированных в суффозионных депрессиях на террасах и склонах водоразделов, перекрытых зандровыми и моренными отложениями. В этой группе представлены уникальные для региона сосново-сфагновые болота, находящиеся на южной границе распространения. Такие болота характеризуются гомогенной олиготрофной или гетерогенной гомотрофной олиготрофной структурой растительности.

Пойменные и балочные болота характеризуются гомогенной эвтрофной структурой растительности, гетерогенность обеспечивается за счет изменения режима увлажнения либо является следствием антропогенного воздействия.

Ключевые слова: растительность болот, типы болот, крупномасштабное картографирование, Среднерусская возвышенность

DOI: 10.31857/S0006813624060038, EDN: PZXSNO

Изучение растительности болот всегда было одним из приоритетных направлений болотоведения. Результаты таких исследований известны для разных регионов России (Yurkovskaia, 1992; Napreenko, 2002; Lapshina, 2004; Kuznetsov, 2006; Goncharova, 2007; Ivchenko, 2019), включая территории лесостепной зоны (P'avchenko, 1953, 1958; Khmelev, 1973, 1978, 2000; Bakin, 2009; Volkova, 2018; Zatsarinnaia, 2015). Для Среднерусской возвышенности, расположенной на границе широколиственно-лесной и лесостепной природных зон, проведено обобщение имеющихся сведений, что, наряду с материалами полевых исследований авторов, позволило выявить разнообразие растительности болот этого региона (Volkova, 2022, 2023a, b; Zatsarinnaia et al., 2012). Наличие синтаксонов, сформированных в разных условиях водно-минерального питания, и особенности их расположения на болотах послужили основой при разработке классификационной схемы типов болот для Среднерусской возвышенности (Volkova, 2018; Volkova, Zatsarinnaia, 2023). Тем не менее синтаксономическое разнообразие в пределах болотных массивов, сформированных в разных геолого-гидрологических условиях, остается малоизученным. Выявление специфики горизонтальной структуры растительности разных типов болот позволит отразить ценотическое разнообразие болот одного из слабозаболоченных регионов (заболоченность Среднерусской возвышенности – 0.5%), а также послужит основой для организации мониторинговых исследований на болотных экосистемах региона.

Цель данного исследования – выявление особенностей горизонтальной структуры растительности, отражающей фитоценотическое разнообразие 12 типов болот, характерных для северной части Среднерусской возвышенности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Согласно разработанной геоморфолого-фитоценотической классификации болот в пределах северной части Среднерусской возвышенности выделено 35 типов (Volkova, 2018; Volkova, Zatsarinnaia, 2023). В данной работе в качестве модельных выбраны болота 12 типов и 3-х вариантов, что в достаточной степени отражает разнообразие и подчеркивает специфику болотных экосистем данного региона.

Для модельных болот (рис. 1), сформированных на разных элементах рельефа, составлены

геоботанические карты. В качестве топографической основы использовали карты масштаба 1 : 100000, а также снимки сверхвысокого разрешения с геопортала Google Планета Земля (англ. Google Earth), благодаря которым были уточнены размеры и конфигурация болотных массивов. Следует отметить, что малые размеры исследуемых болот не позволили детально выявить структуру их растительного покрова по таким снимкам. В связи с этим картирование растительного покрова всех объектов проводили с помощью площадной глазомерной съемки в полевых условиях (Polevaia..., 1972). Основой легенды стала классификация растительности болот Среднерусской возвышенности, проведенная с применением эколого-фитоценотического подхода (Volkova, 2018).

Необходимо отметить, что основной картируемой единицей являлись сообщества в ранге ассоциаций. Однако если выделение ассоциации было проблематичным, то картируемыми единицами являлись формации. Редко встречающееся в исследуемом регионе сообщество с *Andromeda polifolia*¹ имеет статус безрангового (б/с). На исследованных болотах практически не представлены хорошо развитые комплексы сообществ, все зарекартированные выделы являются простыми.

При выделении типов горизонтальной структуры болотных массивов руководствовались подходами, изложенными в работе Е. М. Волковой (Volkova, 2018). Если растительность болота представлена сообществом одной ассоциации, то структура является гомогенной и в зависимости от минерализации питающих вод может быть эвтрофной, мезотрофной и олиготрофной. Если растительность картируемого болота образована разными растительными сообществами, то формируется гетерогенная структура. При этом разные ценозы могут развиваться как при сходном режиме водно-минерального питания (т.е. растительность образована сообществами одного типа трофности), так и при разной минерализации питающих вод. В последнем случае комбинация растительных сообществ, сформированных при разной трофности биотопов, может отличаться, что позволяет выделять следующие типы горизонтальной структуры: эвтрофно-мезотрофную, мезо-олиготрофную, эвтрофно-мезо-олиготрофную и эвтрофно-олиготрофную.

¹Названия сосудистых растений даны по С. К. Черепанову (Czerapanov, 1995), мхов – по М. С. Игнатову с соавторами (Ignatov et al., 2006).

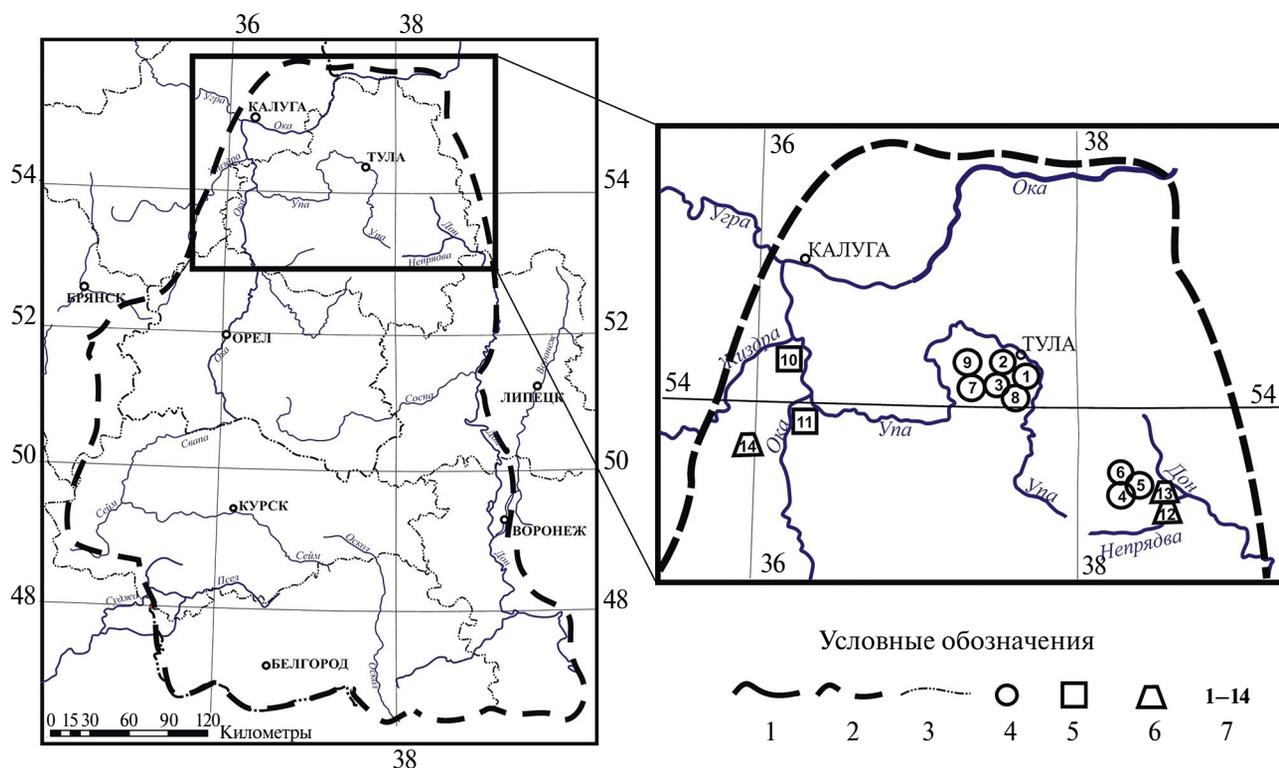


Рис. 1. Схема района исследований. Условные обозначения: 1 – реки; 2 – граница Среднерусской возвышенности; 3 – границы административных областей; 4 – водораздельные болота; 5 – террасные болота; 6 – пойменные болота; 7 – номера модельных болот (см. в тексте).

Fig. 1. Scheme of research area. Symbols: 1 – rivers; 2 – border of the Middle Russian Upland; 3 – borders of administrative regions; 4 – watershed mires; 5 – terraced mires; 6 – floodplain mires; 7 – numbers of model mires (see the text).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для характеристики структуры растительного покрова модельных болот северной части Среднерусской возвышенности применяли картографический метод. Легенда карт построена с учетом классификационной схемы растительности модельных болот. При этом растительные сообщества были отнесены, в соответствии с условиями водно-минерального питания, к эвтрофной, мезотрофной и олиготрофной группам (см. табл. 1).

Для визуализации особенностей горизонтальной структуры растительности картируемые сообщества разных групп отличаются по цвету заливки. Условные знаки, номера которых представлены в табл. 1 и дублируются в скобках после упоминания в тексте картируемой единицы, отображены на рис. 2 и относятся ко всем представленным в статье картосхемам.

Анализ полученных карт растительности модельных болот показал, что в северной части

Среднерусской возвышенности наиболее разнообразным растительным покровом характеризуются болота, относящиеся к классу типов “Водораздельные болота в карстово-суффозионных депрессиях” (см. рис. 1, № 1–9) (Volkova, 2018; Volkova, Zatsarinnaia, 2023). Из наиболее характерных для указанной территории болот можно выделить 8 типов, 5 из которых (черноольховый, березово-сфагновый, вейниковый, дернистоосоковый, ивовый) принадлежат к эвтрофной, а три типа (березово-сфагновые, очеретниково-сфагновые и кустарничково-сфагновые) – к олиготрофной группе типов.

Среди класса типов “Террасные и склоновые водораздельные болота на зандровых и моренных отложениях в суффозионных депрессиях” наиболее редким для исследуемого региона является тип сосново-сфагновых болот (см. рис. 1. № 10, 11), относящийся к олиготрофной группе и представленный двумя вариантами. Редкость болот этого типа наилучшим образом отражает специфичность

Таблица 1. Легенда для крупномасштабных карт растительности модельных болот северной части Среднерусской возвышенности**Table 1.** Legend for large-scale vegetation maps of model mires in the northern part of the Middle-Russian Upland

Экологическая группа Ecological group	Формация и ассоциации, номер контура на карте растительности Formation and associations, contour number in vegetation map
Эвтрофная растительность Eutrophic vegetation	Формация / Formation <i>Alneta glutinosae</i> асс. / ass. <i>Alnus glutinosa</i> – <i>Athyrium filix-femina</i> + <i>Thelypteris palustris</i> – 1 асс. / ass. <i>Alnus glutinosa</i> – <i>Urtica dioica</i> – 2
	Формация / Formation <i>Betuleta pubescentis</i> – 3 асс. / ass. <i>Betula pubescens</i> – <i>Scirpus sylvaticus</i> – 4 асс. / ass. <i>Betula pubescens</i> – <i>Carex vesicaria</i> – 5 асс. / ass. <i>Betula pubescens</i> – <i>Menyanthes trifoliata</i> – 6 асс. / ass. <i>Betula pubescens</i> – <i>Calla palustris</i> – 7 асс. / ass. <i>Betula pubescens</i> – <i>Phragmites australis</i> – 8
	Формация / Formation <i>Betuleto-Sphagneta</i> асс. / ass. <i>Betula pubescens</i> – <i>Menyanthes trifoliata</i> – <i>Sphagnum riparium</i> – 9 асс. / ass. <i>Betula pubescens</i> – <i>Sphagnum centrale</i> – 10
	Формация / Formation <i>Salicieta</i> асс. <i>Salix cinerea</i> – <i>Calla palustris</i> – 11
	Формация / Formation <i>Phragmiteta australis</i> асс. / ass. <i>Phragmites australis</i> – 12
	Формация / Formation <i>Scirpeta sylvatici</i> асс. / ass. <i>Scirpus sylvaticus</i> – 13
	Формация / Formation <i>Filipenduleta ulmariae</i> асс. / ass. <i>Filipendula ulmaria</i> – 14
	Формация / Formation <i>Calleta palustris</i> асс. / ass. <i>Calla palustris</i> – 15
	Формация / Formation <i>Comareta palustris</i> асс. / ass. <i>Comarum palustre</i> – 16
	Формация / Formation <i>Calamagrostideta canescentis</i> асс. / ass. <i>Calamagrostis canescens</i> – 17
Формация / Formation <i>Equiseteta fluviatilis</i> асс. / ass. <i>Equisetum fluviatile</i> – 18	
Формация / Formation <i>Cariceta cespitosae</i> асс. / ass. <i>Carex cespitosa</i> – 19	
Формация / Formation <i>Cariceta acutae</i> асс. / ass. <i>Carex acuta</i> – 20	
Мезотрофная растительность Mesotrophic vegetation	Формация / Formation <i>Betuleto-Sphagneta</i> асс. / ass. <i>Betula pubescens</i> – <i>Menyanthes trifoliata</i> + <i>Calla palustris</i> – <i>Sphagnum angustifolium</i> + + <i>S. fallax</i> – 21 асс. / ass. <i>Betula pubescens</i> – <i>Carex lasiocarpa</i> – <i>S. fallax</i> – 22
	Формация / Formation <i>Sphagneta teretis</i> асс. / ass. <i>Comarum palustre</i> – <i>Sphagnum teres</i> – 23
	Формация / Formation <i>Sphagneta angustifolii</i> асс. / ass. <i>Comarum palustre</i> – <i>Sphagnum angustifolium</i> – 24 асс. / ass. <i>Molinia caerulea</i> – <i>Sphagnum angustifolium</i> – 25 асс. / ass. <i>Phragmites australis</i> – <i>Sphagnum angustifolium</i> + <i>S. fallax</i> – 26
Олиготрофная растительность Oligotrophic vegetation	Формация / Formation <i>Betuleto-Sphagneta</i> асс. / ass. <i>Betula pubescens</i> – <i>Eriophorum vaginatum</i> – <i>S. angustifolium</i> – 27
	Формация / Formation <i>Pineto-Sphagneta</i> асс. / ass. <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> – <i>Ledum palustre</i> + <i>Eriophorum vaginatum</i> – <i>Sphagnum angustifolium</i> – 28
	Формация / Formation <i>Sphagneta angustifolii</i> асс. / ass. <i>Carex rostrata</i> – <i>Sphagnum angustifolium</i> + <i>S. fallax</i> – 29 асс. / ass. <i>Rhynchospora alba</i> – <i>Sphagnum angustifolium</i> + <i>S. fallax</i> – 30 б/с / unranked <i>Andromeda polifolia</i> – <i>Sphagnum magellanicum</i> + <i>Sphagnum angustifolium</i> – 31
Участки открытой воды / Areas of open water – 32	

экологических условий территории и существенно обогащает фитоценотическое разнообразие болот северной части Среднерусской возвышенности.

Типичными примерами болот, относящихся к классу типов “Пойменные и балочные”, являются три типа, два из которых (березовые и таволговые) относятся к подтипу пойменных болот (см. рис. 1, № 12–14). Черноольховый тип является наиболее часто встречающимся среди балочных болот.

Для каждого типа болот составлены карты растительности, что позволило выявить специфические особенности горизонтальной структуры растительности разных классов типов болот. Ниже

приведены характеристика и карты растительности модельных болот.

Класс типов – Водораздельные болота в карстово-суффозионных депрессиях

Группа типов – Эвтрофные болота

Тип – черноольховые болота. Растительность болот этого типа изучена на примере болота Черноольховое (0.03 га) из комплекса у пос. Озерный (рис. 2а). Растительный покров сформирован на сплавине мощностью до 1.5 м, сложенной травяным и травяно-сфагновым низинными торфами

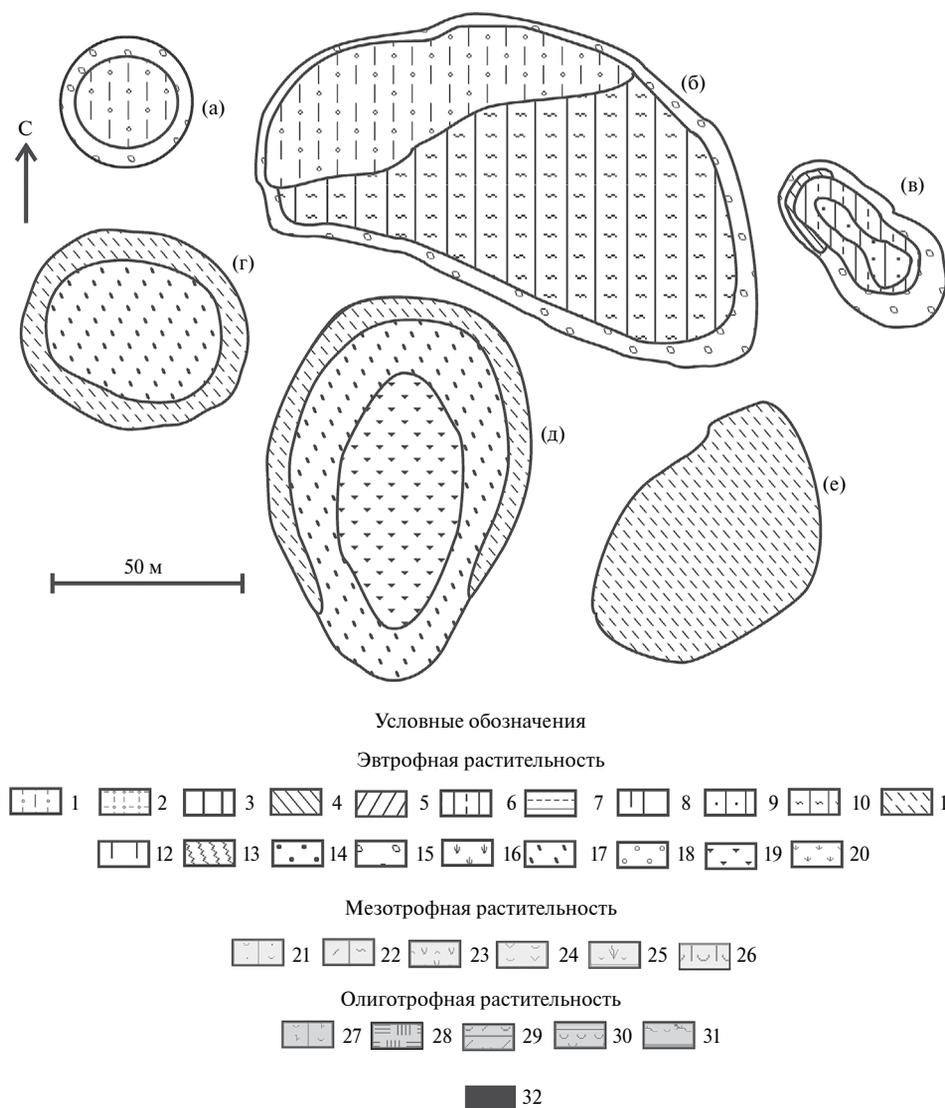


Рис. 2. Картограммы растительности водораздельных болот в карстово-суффозионных депрессиях, эвтрофная группа типов.

Fig. 2. Vegetation maps of watershed mires in karst-suffusion depressions, eutrophic group of types.

с участием листового опада (Volkova, Moiseeva, 2006). В центре болота сформировано сообщество асс. *Alnus glutinosa*–*Athyrium filix-femina* + *Thelypteris palustris* (1)². Древостой образован *Alnus glutinosa* высотой 15 м с примесью *Betula pubescens*. Сомкнутость древостоя составляет 0.5–0.6, его состав 6Ол4Б. Общее проективное покрытие травяного яруса варьирует от 40 до 65%. В нем доминируют *Athyrium filix-femina* и *Thelypteris palustris*, часто встречаются *Menyanthes trifoliata*, *Solanum dulcamara*, *Galium uliginosum*, *Lysimachia thyrsoflora*, *Lycopus europaeus*. Среди мхов изредка отмечены *Sphagnum squarrosum*, *S. riparium*, а также *Calliergon cordifolium* и *Plagiomnium ellipticum*. Микрорельеф характеризуется выровненностью с редкими невысокими приствольными повышениями. Узкая окраинная часть болота занята сообществом асс. *Calla palustris* (15). Как видно, растительность болота представлена сообществами двух ассоциаций, что позволяет охарактеризовать ее структуру как гетерогенную гомотрофную эвтрофную.

Тип – березово-сфагновые болота. Растительный покров болота Источек (0.2 га) (рис. 2б), расположенного у дер. Ясная Поляна, сформирован на сплошной торфяной залежи, образованной низинными торфами (Volkova et al., 2019). Питание болота происходит за счет грунтового стока и делювиального смыва со склонов, что обеспечивает отличия условий по увлажнению и минеральному питанию между центральной и окраинной частями. Так, растительный покров в центральной части представлен асс. *Betula pubescens*–*Sphagnum centrale* (субасс. *tyricum*) (10). Сомкнутость древостоя (10Б) составляет 0.6. Проективное покрытие травяного яруса не превышает 30%. На приствольных кочках березы доминируют *Sphagnum centrale*, отмечены *S. wulfianum*, а также *S. girgensohnii* и *S. subsecundum*, в межкочечных понижениях – *S. squarrosum*. По западной и северо-западной окрайкам в условиях повышенного увлажнения, связанного с уклоном поверхности, сформированы сообщества асс. *Alnus glutinosa*–*Athyrium filix-femina*+*Thelypteris palustris* (субасс. *Alnus glutinosa*–*Athyrium filix-femina*) (1). В узкой лагговой части вдоль южного края болота представлена асс. *Calla palustris* (15). Таким образом, структура растительности является гетерогенной и образована разными эвтрофными

сообществами, что сходно с описанной выше (гетерогенная гомотрофная эвтрофная).

Наиболее часто встречающимся вариантом этого типа являются *березово-вахтово-сфагновые болота* (рис. 2в). Примером является болото, входящее в комплекс карстовых болот у пос. Озерный. Болото сформировано в небольшой по площади (около 0.12 га), но глубокой (7–8 м) карстовой котловине. Торфяная залежь сплавинная, ее мощность варьирует от 30–40 см на окрайках до 2 м в центральной части болота, где она образована травяным и травяно-сфагновым низинными видами торфа (Volkova, Moiseeva, 2006). Растительный покров болота неоднороден. К обводненным окрайкам, характеризующимся богатым водно-минеральным питанием за счет смыва с минеральных склонов, приурочены травяные сообщества асс. *Calla palustris* (15). С продвижением к центру сплавины сообщества сменяются березово-травяными фитоценозами асс. *Betula pubescens*–*Scirpus sylvaticus* (4) и асс. *Betula pubescens*–*Calla palustris* (7), а в центре сплавины образованы березово-травяно-сфагновые сообщества асс. *Betula pubescens*–*Menyanthes trifoliata*–*Sphagnum riparium* (9). Таким образом, в структуре растительного покрова болота можно выделить три пояса: травяная окрайка, березово-травяная промежуточная часть и березово-травяно-сфагновый центр. Такое распределение растительных сообществ отражает неоднородность экологических условий, изменяющихся от окраинных частей болота к центру. Структура растительности болота, несмотря на обеднение питающих вод в центральной части, сохраняется гетерогенной гомотрофной эвтрофной.

Болота следующих трех типов, как правило, образуются в небольших пологих суффозионных понижениях. Торфяные отложения маломощные (не более 50 см) и образованы низинными торфами. Модельные объекты расположены на юго-востоке Тульской области, в понижениях на водоразделе среди агроценозов.

Тип – вейниковые болота. Модельное болото Вейниковое расположено в 3.5 км к СВ от дер. Березовка на водоразделе между реками Непрядва и Дон. Растительность гетерогенна и представлена сообществами эвтрофных ассоциаций *Calamagrostis canescens* (17) в основной части болота и *Salix cinerea*–*Calla palustris* (11), занимающей узкую окрайку на границе с минеральным берегом (рис. 2г). Проективное покрытие вейника

² Здесь и далее указан номер картируемой единицы, которая отражена в легенде в табл. 1 и соответствует условным обозначениям на рис. 2.

в центральной части болота составляет 65–70%. В этой части болота уровень болотных вод (УБВ) снижается до –25 см в летний период.

Тип – дернистоосоковые болота. Болото Осоковое расположено рядом с предыдущим модельным объектом. Структура растительности также является гетерогенной гомотрофной (рис. 2д), поскольку по крайкам сформированы сообщества асс. *Salix cinerea* – *Calla palustris* (11), которые сменяются сообществами асс. *Calamagrostis canescens* (17). В центральной части болота сформировано сообщество асс. *Carex cespitosa* (19). Травяной ярус характеризуется высоким проективным покрытием (85–90%) с преобладанием осоки дернистой (70%). В составе сообществ отмечены *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Epilobium palustre*, *Scutellaria galericulata*, *Lemna minor*, *Caltha palustris*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Scirpus sylvaticus*. Среди кустарников встречается *Salix cinerea*. Микро-рельеф центральной части болота кочковатый. Осоковые кочки высотой до 50–60 см занимают около 70–80% площади болота. Межкочечные понижения обводнены, УБВ = +30 см. К концу вегетационного сезона УБВ может понижаться до +10–(+15) см.

Тип – ивовые болота. Примером является болото у дер. Кашеевка, характеризующееся гомогенной эвтрофной растительностью (рис. 2е), представленной сообществами лишь одной асс. *Salix cinerea* – *Calla palustris* (11). Питание таких болот происходит за счет делювиальных вод и верховодки, поэтому гидрологический режим характеризуется сезонным снижением УБВ: в весеннее время происходит значительное подтопление и УБВ повышается до +40 см, в августе происходит снижение до –15 см.

Таким образом, из рассмотренных пяти типов водораздельных болот в карстово-суффозионных депрессиях, относящихся к эвтрофной группе, наибольшим разнообразием растительности отличается болото, относящееся к березово-вахтосфагновому варианту (березово-сфагновый тип), что обусловлено изменением водно-минерального питания в разных частях сплавины. В целом, болота рассматриваемой группы характеризуются гетерогенной структурой растительности, представленной несколькими эвтрофными синтаксонами. Гомогенная структура, когда весь массив занят одним сообществом, встречается редко и представлена только на мелкозалежных болотах в суффозионных понижениях.

Группа типов – Олиготрофные болота

Тип – березово-сфагновые болота. Данный тип рассмотрен на примере болота Большое из комплекса болот у дер. Кочаки (рис. 3а). Данное болото состоит из нескольких участков с различным генезисом. В растительном покрове большую часть занимают фитоценозы, требовательные к богатому питанию. На крайках, характеризующихся сплошной торфяной залежью, сложенной низинными торфами, сформированы ивовые асс. *Salix cinerea*–*Calla palustris* (11), сабельниковое асс. *Comarum palustre* (16), тростниковое асс. *Phragmites australis* (12) сообщества. С продвижением к центру они сменяются березово-тростниковыми ценозами асс. *Betula pubescens*–*Phragmites australis* (8), по приствольным кочкам которых произрастают *Sphagnum angustifolium*, *S. squarrosum*, редко *Sphagnum russowii*, общее проективное покрытие которых не превышает 10%. Формула древостоя – 10Б, сомкнутость – 0.4–0.5. Среди кустарников доминирует *Salix cinerea*, которая иногда может формировать заросли.

В “генетическом” центре болота на сплавине (мощность – не более 1.5 м) сформировано сообщество асс. *Betula pubescens*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum angustifolium* (27). Рельеф этой части болота кочковатый. Кочки занимают 40–50% и образованы приствольными повышениями березы и пушицей. Древостой представлен березой пушистой (сомкнутость – 0.6–0.7, высота – 18–20 м). Покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 55–65%. Доминирует *Eriophorum vaginatum*, а в межкочьях – *Menyanthes trifoliata*. Редко встречается *Oxycoccus palustris*. Моховой покров (ОПП – 75–85%) формируют *Sphagnum angustifolium*, *S. fallax*, встречаются *S. divinum* (Hassel et al., 2018), *S. balticum* и *S. centrale*. Как видно, растительный покров болота представлен олиготрофным сообществом в центре сплавины и разнообразными эвтрофными ценозами, которые окружают центр и занимают основную часть болота до минеральных берегов. Это означает, что только в центральной части сплавины корнеобитаемый горизонт не подпитывается делювиальным и грунтовым стоком, а переходит на атмосферное питание. Такая структура растительности является гетерогенной гетеротрофной эвтрофно-олиготрофной (см. рис. 3а).

Тип – очеретниково-сфагновые болота. К данному типу относится болото Главное из комплекса

у пос. Озерный (рис. 3б), которое характеризуется более разнообразной растительностью по сравнению с предыдущими модельными объектами. На окрайках болота сформированы различные эвтрофные ценозы асс. *Calla palustris* (15) и асс. *Filipendula ulmaria* (14), а также ивово-травяные сообщества асс. *Salix cinerea*–*Calla palustris* (11). По мере продвижения к центру сплавины они сменяются березово-вахтовыми асс. *Betula pubescens*–*Menyanthes trifoliata* (6), а затем березово-вахтово-сфагновыми асс. *Betula pubescens*–*Menyanthes trifoliata*–*Sphagnum riparium* (9) ценозами (см. рис. 3б) (Zatsarinna et al., 2012).

При движении от окрайки болота к центру сплавины происходит смена эвтрофных сообществ мезотрофным (см. рис. 3б), которое представлено асс. *Betula pubescens*–*Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax* (22). В центральной части сплавины оно сменяется олиготрофным ценозом асс. *Rhynchospora*

alba–*Sphagnum angustifolium* + *S. fallax* (30), которое характеризуется выраженным микрорельефом, представленным чередованием редких кочек и ковров. Высота кочек составляет 20–30 см, диаметр – 1.5–2 м. Для кочек характерно разрастание кустарничков *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*. В моховом ярусе на вершинах кочек произрастает *Sphagnum divinum*, на склонах – *S. angustifolium* и *S. fallax*. Большая часть кочек облесена молодой березой (высота – до 2 м). Необходимо отметить, что с начала наблюдений в 2003 г. зарастание центральной части березой заметно увеличилось. На коврах произрастают *Rhynchospora alba*, *Carex rostrata*, *Oxycoccus palustris*, *Scheuchzeria palustris*, *Drosera anglica*, *D. rotundifolia*. В моховом ярусе преобладают *Sphagnum fallax* и *S. angustifolium* (Zatsarinna et al., 2012). Как видно, в растительном покрове болота Главное представлены как эвтрофные, так и мезо- и олиготрофные

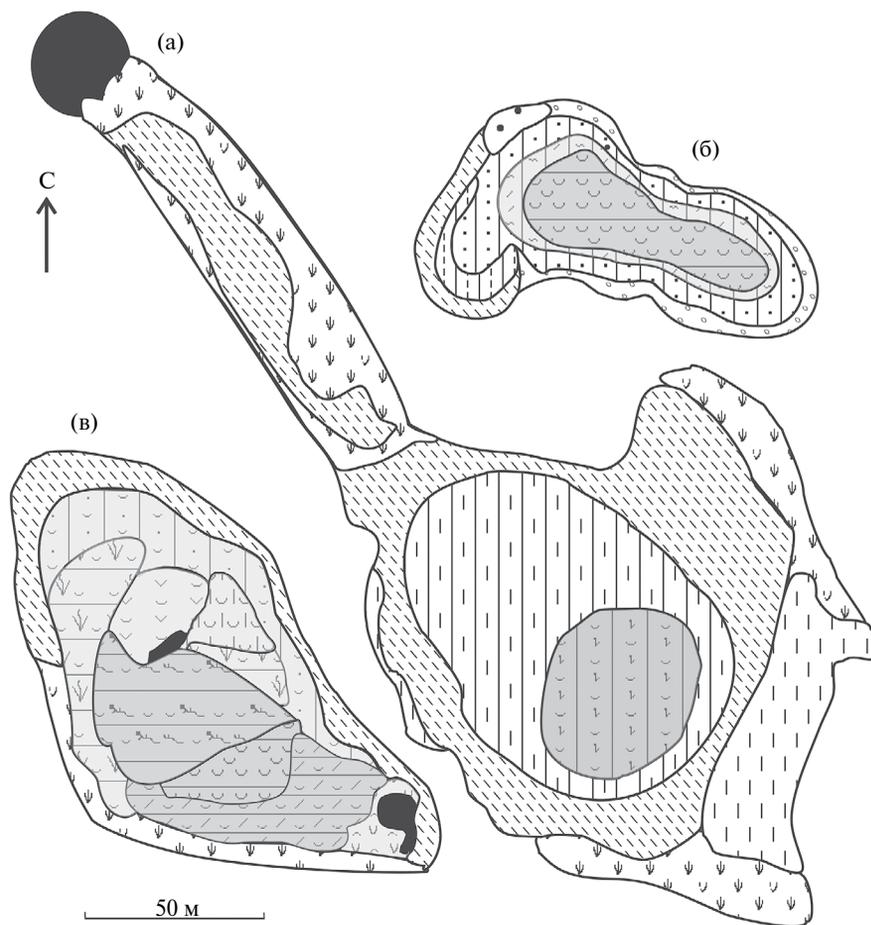


Рис. 3. Картограммы растительности водораздельных болот в карстово-суффозионных депрессиях, олиготрофная группа типов.

Fig. 3. Vegetation maps of watershed mires in karst-suffusion depressions, oligotrophic group of types.

сообщества, что позволяет рассматривать структуру растительности как гетерогенную гетеротрофную эвтрофно-мезо-олиготрофную.

Тип – кустарничково-сфагновые болота. Наиболее сложная горизонтальная структура растительности характерна для болота Кочаки-2 (расположено у дер. Кочаки), образованного в провале глубиной более 7 м и занимающего площадь 1.2 га (см. рис. 3в). Растительность по северо-западной окрайке болота представлена эвтрофным ивово-травяным сообществом асс. *Salix cinerea*–*Calla palustris* (11), а в южной части окрайки образованы травяные сообщества асс. *Comagum palustre* (16).

Основная часть болота, располагающаяся на сплаvine мощностью 1.5–2 м, представлена несколькими мезотрофными и олиготрофными сообществами. К мезотрофным относятся асс. *Betula pubescens*–*Menyanthes trifoliata* + *Calla palustris*–*Sphagnum angustifolium* + *S. fallax* (21) и асс. *Phragmites australis*–*Sphagnum angustifolium* + *S. fallax* (26). Кроме того, на этом болоте отмечен редкий фитоценоз асс. *Molinia caerulea*–*Sphagnum angustifolium* (25), где покрытие молинии составляет 30–45%. Для небольших микроповышений характерны кустарнички *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*, в моховом покрове – *Sphagnum divinum*, *S. fallax* и *S. angustifolium*. На обширных межкочьях (коврах) помимо доминанта произрастают *Rhynchospora alba*, *Carex rostrata*, *Eriophorum angustifolium*, *Drosera rotundifolia*, а также *Sphagnum fallax*.

Олиготрофные ценозы расположены в центре сплавины и представлены асс. *Carex rostrata*–*Sphagnum angustifolium* + *S. fallax* (субасс. *typicum*) (29), асс. *Rhynchospora alba*–*Sphagnum angustifolium* + *S. fallax* (30), а также безранговым сообществом *Andromeda polifolia*–*Sphagnum magellanicum*+*S. angustifolium*, которое формируется на плоских кочках (31) (*S. magellanicum* в данном сообществе и прочих синтаксонах с его участием понимается авторами в объеме *S. divinum*).

Небольшие озерки в центре болота подвержены зарастанию сплавиной, которую формируют травяно-сфагновые фитоценозы асс. *Comagum palustre*–*Sphagnum angustifolium* (24) и асс. *Comagum palustre*–*Sphagnum teres* (23). Зарастание озер происходит достаточно быстро. Так, в 2004 г. на болоте было отмечено 4 озерка (Volkova, Burdukina, 2006). В настоящее время осталось 2, причем за последние годы на одном из них зеркало

открытой воды сократилось в 3 раза в результате зарастания сообществом асс. *Comagum palustre*–*Sphagnum angustifolium* (24). Таким образом, растительный покров данного болота является наиболее разнообразным, что отражено на картосхеме (см. рис. 3в). Структура растительности данного болота является гетерогенной гетеротрофной эвтрофно-мезо-олиготрофной.

Анализ картосхем растительности олиготрофной группы водораздельных болот в карстово-суффозионных депрессиях свидетельствует об их высоком фитоценотическом разнообразии (от 6 до 10 картируемых единиц), что объясняется различиями в экологических условиях (структура торфяной залежи, особенности водно-минерального питания). В растительности таких болот наблюдается чередование сообществ, образованных в разных условиях водно-минерального питания, что обеспечивает формирование гетерогенной гетеротрофной эвтрофно-олиготрофной или эвтрофно-мезо-олиготрофной структуры.

Класс типов – Террасные и склоновые водораздельные болота на зандровых и моренных отложениях в суффозионных депрессиях

Группа типов – Олиготрофные болота

Болота данной группы типов являются уникальными элементами ландшафтов Среднерусской возвышенности, рефугиумами редких видов и сообществ, поскольку слабоминерализованное питание и подстилающие породы в виде зандровых песков способствуют быстрому переходу болот к мезо- и олиготрофному этапам развития.

Тип – сосново-сфагновые болота. Наиболее ярким примером типа является болото Клюква площадью около 1 га, относящееся к сосново-кустарничково-пушицево-сфагновому варианту (рис. 4а). Оно сформировано в понижении глубиной 260 см на склоне водораздела долины р. Ока близ дер. Кураково. Центральную часть болота занимает асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre* + *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum angustifolium* (28) с участием *Oxycoccus palustris*, *Sphagnum divinum* на грядах. С северо-восточной части к данному комплексу фитоценозов примыкает сообщество асс. *Betula pubescens*–*Eriophorum vaginatum*–*S. angustifolium* (27), граничащее с минеральным берегом болота.

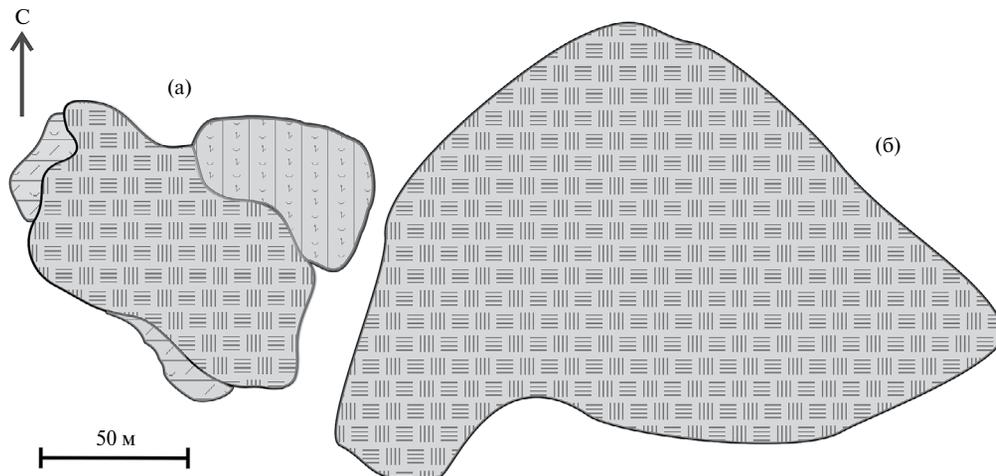


Рис. 4. Картограммы растительности террасных и склоновых водораздельных болот на зандровых и моренных отложениях в суффозионных депрессиях.

Fig. 4. Vegetation maps of mires formed in suffusion depressions on terraces and slopes of watersheds overlain by sandstone and moraine deposits.

В западной и южной частях болота сформирована осоково-сфагновая топь асс. *Carex rostrata*–*Sphagnum angustifolium* + *S. fallax* (29). Как видно, растительность болота представлена олиготрофными сообществами. Это позволяет рассматривать горизонтальную структуру растительности как гетерогенную гомотрофную олиготрофную, что является следствием бедного водно-минерального питания.

Другим примером болот этого типа является болото у дер. Варушицы, относящееся к сосново-пушицево-сфагновому варианту (рис. 4б). Оно сформировано в пологом понижении глубиной 55 см на террасе р. Ока. Растительность гомогенная олиготрофная и представлена только сообществами асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre* + *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum angustifolium* (28) – субасс. *Pinus sylvestris*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum angustifolium*.

Рассмотренные варианты сосново-сфагновых террасных болот характеризуются растительностью, которая представлена одним или несколькими олиготрофными ценозами, что обусловлено бедностью питающих вод в области распространения зандровых отложений. Важно отметить, что олиготрофные сообщества являются редкими в регионе, а следовательно, сосново-сфагновые типы болот представляют собой уникальные элементы ландшафта Среднерусской возвышенности.

Класс типов – Пойменные и балочные болота

Подкласс – Пойменные болота

Группа типов – Эвтрофные болота

Тип – березовые болота. Большеберезовское болото расположено в пойме р. Непрядва (правый приток р. Дон) у дер. Большая Березовка и занимает площадь около 5 га. Оно образовалось в старичном понижении (Zatsarinnaia et al., 2022). Низинная торфяная залежь образована тростниковым торфом и имеет максимальную мощность 2 м (Volkova et al., 2019). Современный растительный покров этого болота является вторичным (производным) после мелиоративных мероприятий и торфоразработок, проводимых в 70-е гг. XX в. (рис. 5а).

В центральной (выработанной после торфоразработок) части сформированы разнообразные фитоценозы, относящиеся к формации *Betuleta pubescentis* (3). Травяной ярус здесь чрезвычайно разнороден, что обусловлено бессистемным расположением участков, возникших при зарастании выработок разной глубины, поэтому выделить доминирующую ассоциацию не представляется возможным и единственной картируемой единицей может быть формация. Такой березняк окружен ивово-травяными фитоценозами асс. *Salix cinerea*–*Calla palustris* (11), которые формируются на мелкозалежных участках в условиях повышенной трофности и переменного увлажнения (УБВ может

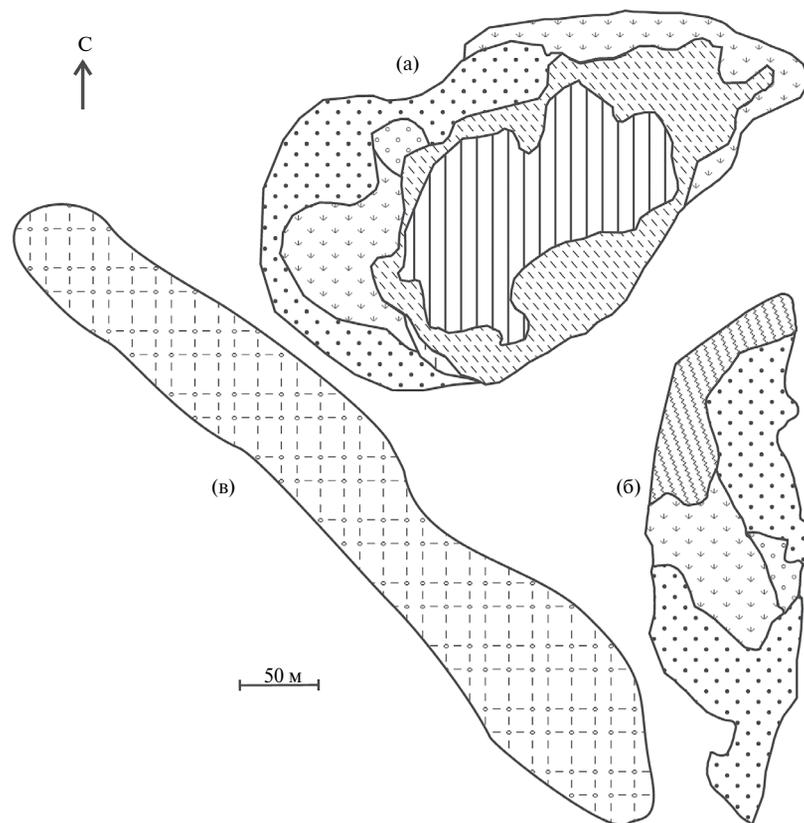


Рис. 5. Картограммы растительности пойменных и балочных болот.

Fig. 5. Vegetation maps of floodplain and ravine mires.

колебаться от +15 до –20 см). В западной и восточной частях болота ивово-травяные сообщества сменяются осоковыми ценозами асс. *Carex acuta* (20) (представлено безранговым сообществом *Carex acutiformis*), а также тростниковыми асс. *Phragmites australis* (12) и хвощовыми асс. *Equisetum fluviatile* (18) фитоценозами. Все они маркируют относительно высокое положение УБВ, который редко опускается ниже –5...–7 см. На границе с минеральными почвами на северной и западной окрайке болота сформировано сообщество, относящееся к асс. *Filipendula ulmaria* (14). Здесь мощность торфяных отложений минимальна.

Таким образом, разнообразие растительности описанного выше болота во многом обуславливается антропогенным воздействием. Структура растительности гетерогенная гомотрофная эвтрофная.

Тип – таволговые болота. Болото Подкосьюмово (у дер. Большая Березовка) занимает площадь около 2.5 га (Zatsarinna et al., 2022). Торфяная залежь имеет мощность 1.2 м (Volkova et al.,

2022). Растительный покров болота не нарушен и представлен сообществами, относящимися к 4 ассоциациям (рис. 5б). Центральная, наиболее обводненная часть болота, занята асс. *Carex acuta* (20) и небольшим по площади сообществом асс. *Equisetum fluviatile* (18). Уровень болотных вод большую часть вегетационного сезона составляет +15 см. Окраинные части сформированы сообществами асс. *Scirpus sylvaticus* (13) и асс. *Filipendula ulmaria* (14).

Подкласс – балочные болота

Группа типов – Эвтрофные болота

Тип – черноольховые болота. Болото у дер. Холм (рис. 5в) расположено на границе Тульской и Калужской областей и сформировано в балке глубиной 280 см, относящейся к верховьям р. Изболь (приток Оки). Растительный покров гомогенный, представлен эвтрофными сообществами асс. *Alnus glutinosa*–*Urtica dioica* (2), что свидетельствует о богатом водно-минеральном питании, сочетающем грунтовый и делювиальный сток.

Как видно, растительность пойменных и балочных болот формируется в условиях богатого водно-минерального питания. Имеющееся разнообразие фитоценозов обусловлено различиями в режиме увлажнения, а также хозяйственной деятельностью человека. Это позволяет рассматривать горизонтальную структуру растительности как гетерогенную гомотрофную, представленную только эвтрофными сообществами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили выявить ценотическое разнообразие наиболее распространенных и специфичных типов болот северной части Среднерусской возвышенности. На картах растительности 14-ти модельных объектов показана 31 картируемая единица, 29 из них в ранге ассоциации, 1 – в ранге формации, 1 – безранговое сообщество. Выявленные синтаксоны относятся к древесному, древесно-моховому, кустарниковому, гидрофильно-травяному и гидрофильно-моховому типам болотной растительности, что составляет 63% ценотического разнообразия болот всей Среднерусской возвышенности (Volkova, 2018; Volkova, Zatsarinnaia, 2023).

Наибольшим количеством выделенных синтаксонов отличаются водораздельные болота в карстово-суффозионных депрессиях. Менее разнообразна растительность болот, сформированных на террасах речных долин, а также в поймах и балках.

Болота в карстово-суффозионных понижениях на водоразделах характеризуются наиболее сложной горизонтальной структурой растительности, что обусловлено изменением водно-минерального питания в направлении “окрайка – центр”. Структура растительности почти всегда является гетерогенной и часто – гетеротрофной, сочетая как эвтрофные, так и мезо- и олиготрофные сообщества. На картосхемах небольших по площади болот представлено от 1 до 10 картируемых единиц.

Среди болот, относящихся к группе типов “Террасные и склоновые водораздельные болота на зандровых и моренных отложениях в суффозионных депрессиях”, уникальными являются олиготрофные сосново-сфагновые болота. Особенности водно-минерального питания определяют формирование олиготрофной растительности с гомогенной или гетерогенной гомотрофной

структурой, не встречающейся на других болотах региона.

Пойменные и балочные болота представлены только эвтрофной группой типов. Часто структура растительности таких болот является гомогенной эвтрофной, гетерогенность обеспечивается за счет изменения режима увлажнения либо является следствием антропогенного воздействия.

Таким образом, несмотря на низкую заболоченность северной части Среднерусской возвышенности (менее 0.1%), на данной территории сформированы разные типы болот. Формирование болот на разных элементах рельефа определяет специфику водно-минерального питания, что влияет на ценотическое разнообразие и структуру растительности. Горизонтальная структура растительности является важным признаком при выделении типов болот и специфична для разных классов типов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 23-24-10054 “Оценка роли разных типов болот Среднерусской возвышенности в углеродном обмене с атмосферой как основа для создания карбонового полигона (на примере Тульской области)” и соглашения с комитетом Тульской области по науке и инноватике № 10 от 11.04.2023 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Bakin] Бакин О.В. 2009. Фиторазнообразие и охрана болотных экосистем на юге лесной зоны востока Европейской части России: Автореф. дис.... канд. биол. наук. Казань. 24 с.
- [Czerepanov] Черепанов С.К. 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. 992 с.
- [Goncharova] Гончарова Н.Н. 2007. Флора и растительность болот юго-запада республики Коми: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар. 17 с.
- Hassel K., Kyrkjeeide M.O., Yousefi N., Prestø T., Stenøien H.K., Shaw J.A., Flatberg K.I. 2018. *Sphagnum divinum* (sp. nov.) and *S. medium* Limpr. and their relationship to *S. magellanicum* Brid. Journal of Bryology, 40(3): 197–222.
<https://doi.org/10.1080/03736687.2018.1474424>
- Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. et al. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. — Arctoa. 15: 1–130.
- [Ivchenko] Ивченко Т.Г. 2019. Растительность болот Южно-Уральского региона (в пределах Челябинской области): Автореф. дис. ... док. биол. наук. СПб. 41 с.

- [Khmelev] Хмелёв К.Ф. 1973. Характеристика фитоценозов гипновых и сфагновых болот Центрального Черноземья. — Бюл. МОИП отд. Биол. 5: 130–134.
- [Khmelev] Хмелёв К.Ф. 1978. Динамика растительного покрова болот Центрального Черноземья. — Генезис и динамика болот. Вып. 1. М. С. 183–189.
- [Khmelev] Хмелёв К.Ф. 2000. Травяные болота лесостепной и степной зон Европейской части России. — Биоразнообразии и экологические особенности природы Русской лесостепи. Воронеж. С. 111–115.
- [Kuznetsov] Кузнецов О.Л. 2006. Структура и динамика растительного покрова болотных экосистем Карелии: Дис. ... докт. биол. наук. Петрозаводск. 322 с.
- [Lapshina] Лапшина Е.Д. 2004. Болота юго-востока Западной Сибири. Дис. ... докт. биол. наук. Томск. 512 с.
- [Nargreenko] Напреенко М.Г. 2002. Флора и растительность верховых болот Калининградской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград. 24 с.
- [P'avchenko] Пьявченко Н.И. 1953. Зоринские болота Курской области. — Тр. Ин-та леса АН СССР. Т. 13. С. 158–175.
- [P'avchenko] Пьявченко Н.И. 1958. Торфяники Русской лесостепи. М. 191 с.
- [Polevaaya...] Полевая геоботаника. 1972. Т. 4. Л. 180 с.
- [Volkova] Волкова Е.М. 2018. Болота Среднерусской возвышенности: генезис, структурно-функциональные особенности и природоохранное значение: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб. 46 с.
- [Volkova] Волкова Е.М. 2022. Древесная, древесно-моховая и кустарниковая растительность болот Среднерусской возвышенности. — Разнообразие растительного мира. 2(13): 5–29.
- [Volkova] Волкова Е.М. 2023а. Гидрофильно-моховая растительность болот Среднерусской возвышенности. — Разнообразие растительного мира. 2(17): 6–24.
- [Volkova] Волкова Е.М. 2023б. Гидрофильно-травяная (Humido-herbetion) растительность болот Среднерусской возвышенности. — Разнообразие растительного мира. 4(19): 4–9.
<https://doi.org/10.22281/2686-9713-2023-4-45-65>
- [Volkova, Burdykina] Волкова Е.М., Бурдыкина Е.С. 2006. Возникновение, развитие и современное состояние карстовых болот у д. Кочаки (Щекинский район, Тульская область). — Природа Тульской области (сб. науч. трудов). Вып. 1. Тула. С. 88–105.
- [Volkova et al.] Волкова Е.М., Калинина М.М., Дорогова А.В. 2019. Особенности генезиса водораздельных и пойменных болот Тульской области. — Изв. Тульского гос. ун-та. Естественные науки. 4: 118–131.
- [Volkova et al.] Волкова Е.М., Леонова О.А., Мионов В.В. 2022. Палеоэкологические условия и аккумуляция углерода в генезисе пойменного болота Среднерусской возвышенности. — Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 6: 70–91.
- [Volkova, Moiseeva] Волкова Е.М., Моисеева Е.В. 2006. О развитии сплавинных карстовых болот у пос. Озерный (Ленинский район, Тульская область). — Природа Тульской области (сб. науч. трудов). Вып. 1. Тула. С. 106–114.
- [Volkova, Zatsarinnaya] Волкова Е.М., Зацаринная Д.В. 2023. Типология и распространение болот на Среднерусской возвышенности. — Разнообразие растительного мира. 3(18): 30–43.
<https://doi.org/10.22281/2686-9713-2023-3-30-43>
- [Yurkovskaya] Юрковская Т.К. 1992. География и картография растительности болот Европейской России и сопредельных территорий. СПб. 256 с.
- [Zatsarinnaya] Зацаринная Д.В. 2015. Экологические особенности и растительность карстовых болот зоны широколиственных лесов (на примере Тульской области). Дис. ... канд. биол. наук. М. 173 с.
- [Zatsarinnaya et al.] Зацаринная Д.В., Волкова Е.М., Леонова О.А. 2022. Разнообразие растительности пойменных болот юго-восточной части Тульской области — Известия Тульского гос. ун-та. Естественные науки. 1: 28–36.
<https://doi.org/10.24412/2071-6176-2022-1-28-37>
- [Zatsarinnaya et al.] Зацаринная Д.В., Волкова Е.М., Сирин А.А. 2012. Растительность и факторы среды карстовых болот зоны широколиственных лесов: методические подходы. — Бот. журн. 97(4): 524–537.

PHYTOCENOTIC DIVERSITY OF DIFFERENT TYPES OF MIRES IN NORTHERN PART OF THE MIDDLE-RUSSIAN UPLAND

D. V. Zatsarinnya^{1, 2, *}, E. M. Volkova^{1, *}

¹Tula State University
Lenin Ave., 92, Tula, 300012, Russia

²Tula Museum Association (Tula Regional Museum of Local Lore)
Sovetskaya Str., 68, Tula, 300000, Russia

*e-mail: visloguzova@mail.ru

**e-mail: convallaria@mail.ru

On Middle-Russian Upland, despite its low paludification, mires are formed on different elements of the relief, differ in their water-mineral regime and vegetation structure. Horizontal structure of the vegetation cover of mire ecosystems, as well as their cenotic diversity, remain poorly studied. However, these features are important for the typology of mires and can also be used in the organization of monitoring of mire ecosystems. The main purpose of this study is to identify the features of the horizontal structure of vegetation and to visualize the phytocenotic diversity of different types of mires using the cartographic method. The objects were 14 model mires located on different relief elements in the northern part of the Middle-Russian Upland.

The conducted studies have revealed the cenotic diversity of the most common and specific types of mires in the northern part of the Middle-Russian Upland. Geobotanical maps were compiled for each mire. The maps of the model mires show 31 mapped units at the rank of association (29), formation (1) and unranked community (1). The identified syntaxons belong to woody, woody-moss, shrubby, hydrophilic-grass and hydrophilic-moss types of mire vegetation, which accounts for 63% of the cenotic diversity of the mires of the Middle-Russian Upland. The vegetation structure is often heterogeneous and heterotrophic, combining both eutrophic and meso- and oligotrophic communities, less often it is homogeneous.

The watershed mires in karst-suffusion depressions are characterized by the largest number of distinguished taxa of vegetation and a complex horizontal structure of vegetation. The vegetation of mires formed in suffusion depressions on terraces and slopes of watersheds overlain by sandstone and moraine deposits is less diverse. Among these mires, pine-sphagnum ones are unique to the region because they are located at the southern limit of their distribution. Such mires are characterized by a homogeneous oligotrophic or heterogeneous homotrophic oligotrophic vegetation structure.

The floodplain and ravine mires are represented only by an eutrophic group of types. Often the vegetation structure of such mires is homogeneous eutrophic, heterogeneity is ensured by changing the moisture regime or is a result of anthropogenic impact.

Keywords: mire vegetation, types of mires, large-scale mapping, Middle-Russian Upland

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was supported by the grant of Russian Scientific Foundation № 23-24-10054 “The mires of the north-eastern part of the Central Russian Upland: diversity and role in the deposition of greenhouse gases (on the example of the Tula Region)” and the agreements with the Government of the Tula Region.

REFERENCES

- Bakin O.V. 2009. Fitoraznoobrazie i okhrana bolotny`khe ekosistem na yuge lesnoi zony vostoka Evropeiskoi chasti Rossii [Phytodiversity and protection of mire ecosystems on the south of forest zone of east of European part of Russia]: Abstr. ... Diss. kand.Biol. Sci. Kazan'. 24 p. (In Russ.).
- Czerepanov S.K. 1995. Sosudistye rasteniia Rossii i sopedel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR). St. Petersburg. 992 p. (In Russ.).
- Goncharova N.N. 2007. Flora i rastitel'nost' bolot iugo-zapada respubliki Komi [Flora and vegetation of the mires of the south-west of the Komi Republic]: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Syktyvkar. 17 p. (In Russ.).
- Hassel K., Kyrkjeeide M.O., Yousefi N., Prestø T., Ste-noien H.K., Shaw J.A., Flatberg K.I. 2018. Sphagnum divinum (sp. nov.) and S. medium Limpr. and their relationship to S. magellanicum Brid. Journal of Bryology. 40(3): 197–222.
<https://doi.org/10.1080/03736687.2018.1474424>
- Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. et al. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. — Arctoa. 15: 1–130.

- Ivchenko T.G. 2019. Rastitel'nost' bolot Iuzhno-Ural'skogo regiona (v predelakh Cheliabinskoi oblasti) [Vegetation of the mires of the South Ural region (within the Chelyabinsk region)]: Avtoref. dis. ... dok. biol. nauk. St. Petersburg, 41 p. (In Russ.).
- Khmelev K.F. 1973. Kharakteristika fitotsenozov gipnovykh i sfagnovykh bolot Tsentral'nogo Chernozem'ia [Characteristics of phytocenoses of hypno and sphagnum mires of the Central Chernozem region]. — Biul. MOIP otd. Biol. 5: 130–134 (In Russ.).
- Khmelev K.F. 1978. Dinamika rastitel'nogo pokrova bolot Tsentral'nogo Chernozem'ia [Dynamics of vegetation cover of mires of the Central Chernozem region]. — Genezis i dinamika bolot. Vyp. 1. Moscow. P. 183–189 (In Russ.).
- Khmelev K.F. 2000. Travianyie bolota lesostepnoy i stepnoy zon Evropeiskoy chasti Rossii [Grassy mires of the forest-steppe and steppe zones of the European part of Russia]. — Bioraznoobrazie i ekologicheskie osobennosti prirody Russkoy lesostepi. Voronezh. P. 111–115 (In Russ.).
- Kuznetsov O.L. 2006. Struktura i dymanika rastitel'nogo pokrova bolotnykh ekosistem Karelii: [Structure and dynamics of vegetation of mire ecosystems of Karelia]. Diss. ... Doct. Biol. Sci. Petrozavodsk. 322 p. (In Russ.).
- Lapshina E.D. 2004. Bolota yugo-vostoka zapadnoi Sibiri: [The mires of south-eastern Siberia] Diss. ... Doct. Biol. Sci. Tomsk. 512 p. (In Russ.).
- Naprenko M.G. 2002. Flora i rastitel'nost' verkhovykh bolot Kaliningradskoi oblasti [Flora and vegetation of the upland mires of the Kaliningrad region]: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Kalinigrad. 24 p. (In Russ.).
- P'ivchenko N.I. 1953. Zorinskie bolota Kurskoy oblasti [The Zorinsky mires of the Kursk region]. — Tr. In-ta lesa AN SSSR. 13: 158–175 (In Russ.).
- P'ivchenko N.I. 1958. Torfianiki Russkoy lesostepi [Peat bogs of the Russian forest-steppe]. Moscow. 191 p. (In Russ.).
- Polevaya geobotanika [Field geobotany]. 1972. Vol. 4. Leningrad. 180 p. (In Russ.).
- Volkova E.M. 2018. Bolota Srednerusskoy vozvyshennosti: genesis, strukturno-funkcional'nye osobennosti i prirodohrannoe znachenie [Mires of Middle-Russian Upland: genesis, structural and functional features, environmental significance]. Abstr. ... Diss. Doct. Biol. Sci. St. Petersburg. 46 p. (In Russ.).
- Volkova E.M. 2022. Drevesnaya, drevesno-mokhovaya i kustarnikovaya rastitel'nost' bolot Srednerusskoy vozvyshennosti [Woody, tree-moss and shrub vegetation of bogs of the Central Russian Upland]. — Raznoobrazie rastitel'nogo mira. 2(13): 5–29 (In Russ.).
- Volkova E.M. 2023a. Gidrofil'no-mohovaya rastitel'nost' bolot Srednerusskoy vozvyshennosti [Hydrophilic-moss vegetation of bogs of the Central Russian Upland]. — Raznoobrazie rastitel'nogo mira. 2(17): 44–58 (In Russ.).
- Volkova E.M. 2023b. Gidrofil'no-travianaya (Humido-herbetion) rastitel'nost' bolot Srednerusskoi vozvyshennosti [The hydrophilous-herb (humido-herbetion) vegetation of mires of the Middle-Russian Upland]. — Raznoobrazie rastitel'nogo mira. 4(19): 4–9 (In Russ.). <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2023-4-45-65>
- Volkova E.M., Burdykina E.S. 2006. Vozniknovenie, razvitiye i sovremennoe sostoianie karstovykh bolot u d. Kochaki (Shchekinskii raion, Tul'skaia oblast') [The emergence, development and current state of karst mires near the village of Kochaki (Shchekinsky district, Tula region)]. — Priroda Tul'skoy oblasti (sb. nauch. trudov). Tula. Vyp. 1. P. 88–105 (In Russ.).
- Volkova E.M., Kalinina M.M., Dorogova A.V. 2019. Osobennosti genezisa vodorazdel'nykh i poimennykh bolot Tul'skoi oblasti [The features of genesis of the watershed and floodplain mires on territory of Tula region]. — Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki. 4: 118–131 (In Russ.).
- Volkova E.M., Leonova O.A., Mironov V.V. 2022. Paleoekologicheskie usloviya i akkumulyatsiya ugleroda v genezise poymennogo bolota Srednerusskoy vozvyshennosti [Paleoecological conditions and carbon accumulation in genesis of inundated mire of Mid-Russian Upland]. — Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 6: 70–91 (In Russ.).
- Volkova E.M., Moiseeva E.V. 2006. O razvitiie splavinnykh karstovykh bolot u pos. Ozernyy (Leninskiy raion, Tul'skaya oblast') [On the development of the floating karst mires near the village. Ozernyy (Leninsky district, Tula region)]. — Priroda Tul'skoy oblasti (sb. nauch. trudov). Tula. Vyp. 1. P. 106–114 (In Russ.).
- Volkova E.M., Zatsarinnaya D.V. 2023. Tipologiya i rasprostraneniye bolot na Srednerusskoy vozvyshennosti [The typology and distribution of mires on the Middle-Russian Upland]. — Raznoobrazie rastitel'nogo mira. 3(18): 30–43 (In Russ.). <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2023-3-30-43>
- Yurkovskaya T.K. 1992. Geografiya i kartografiya rastitel'nosti bolot Evropeiskoy Rossii i sopredel'nykh territoriy [Geography and cartography of the vegetation of mires of European Russia and adjacent territories]. St. Petersburg. 256 p. (In Russ.).
- Zatsarinnaya D.V. 2015. Ekologicheskie osobennosti i rastitel'nost' karstovykh bolot zony shirokolistvennykh lesov (na primere Tul'skoy oblasti) [Ecological features and vegetation of karst mires of deciduous forest zone (on the example of Tula region)] Diss. ... Kand. Biol. Sci. Moscow. 173 p. (In Russ.).
- Zatsarinnaya D.V., Volkova E.M., Leonova O.A. 2022. Raznoobrazie rastitel'nosti poimennykh bolot iugo-vostochnoy chasti Tul'skoy oblasti [The vegetation diversity of inundated mires in south-eastern part of Tula region]. — Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki. 1: 28–36 (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2071-6176-2022-1-28-37>
- Zatsarinnaya D.V., Volkova E.M., Sirin A.A. 2012. Vegetation and environmental factors of karst mires in broad-leaved forest zone: methodical approaches. — Bot. Zhurn. 97(4): 524–537 (In Russ.).