Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского
Биология. Химия. Том 10 (76). 2024. № 3. С. 258–273.

УДК 631.445.12

DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-3-258-273

КЛАССИФИКАЦИЯ, СВОЙСТВА И ВИДОВАЯ НАСЫЩЕННОСТЬ ТОРФОВ ДОЛИННЫХ БОЛОТ (НА ПРИМЕРЕ БОЛОТА ИШТАН)

Щуряков Д. С.[1,2]

[1]***Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия***
[2]***Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук, Борок, Россия***
E-mail: shuryakoff@yandex.ru

В статье приводится анализ результатов исследования ботанического состава торфа болота Иштан. Торфяная залежь болота принадлежит к низинному типу лесного (14 образцов, 11,67 %), лесо-топяного (63 образца, 52,5 %) и топяного подтипа (43 образца, 35,83 %). Наиболее представлены следующие группы: травяно-древесная (26 образцов), древесная (23), травяная (22), древесно-травяная (21). Среди зарегистрированных 27 видов торфа наибольшее распространение имеют древесный хвойный, вахтово-древесный, осоковый, вахтово-осоковый, осоково-гипновый низинный виды. Среднее число видов-торфообразователей – 7,71/на образец. Наибольшее среднее значение видовой насыщенности определено для вахтово-осоково-гипнового вида торфа (14). Торфяная залежь болота Иштан сложена не менее 48 видами растений. Основными торфообразователями являются: *Carex cespitosa*, *C. lasiocarpa*, *C. omskiana*, *C. rostrata*, *Equisetum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, пушица, гипновые мхи, а также группы хвойных и лиственных пород деревьев. Торф отличается высокой степенью разложения – 40,47 %. Определено, что наибольшей частотой смены видов торфов характеризуется притеррасная часть долинных болот.
Ключевые слова: низинное болото, торфяная залежь, видовая насыщенность, торфообразование, степень разложения торфа.

ВВЕДЕНИЕ

Болота являются уникальными природными системами, их биосферная роль огромна. Развитие болотных экосистем сопровождается сменой их фитоценотической структуры. Данные преобразования приводят к изменению характеристик и свойств пластов торфяной залежи. Исследование вышеупомянутого явления позволяет проследить историю развития болот, определить особенности их формирования на различных этапах функционирования. Свойства торфяной залежи значительно разнятся от вида болот и нередко изменяются под действием различных физико-географических факторов.

Объектом исследования является Болото Иштан, располагающееся в левобережной пойме р. Обь, в непосредственной близости от с. Иштан и с. Подоба (расположенных на первой надпойменной террасе, к северо-западу и западу от болотного массива соответственно), в южной части Кривошеинского и северной части Шегарского районов Томской области. Вытянуто с севера на юг на 32 км при максимальной ширине 8 км. Болото Иштан в генетическом отношении

представляет собой самый северный сегмент системы Обского болота – одной из крупнейших пойменных болотных систем Западной Сибири – и располагается у подножия высокой террасы в древнем староречье Оби на юге лесной зоны. При этом, формально болото Иштан является отдельным болотным массивом, поэтому в составе Обского болота в публикациях и отраслевых фондовых материалах не рассматривается. Относится к типу низинных пойменных (притеррасных) болот. Площадь составляет около 124 км² (Рис. 1).

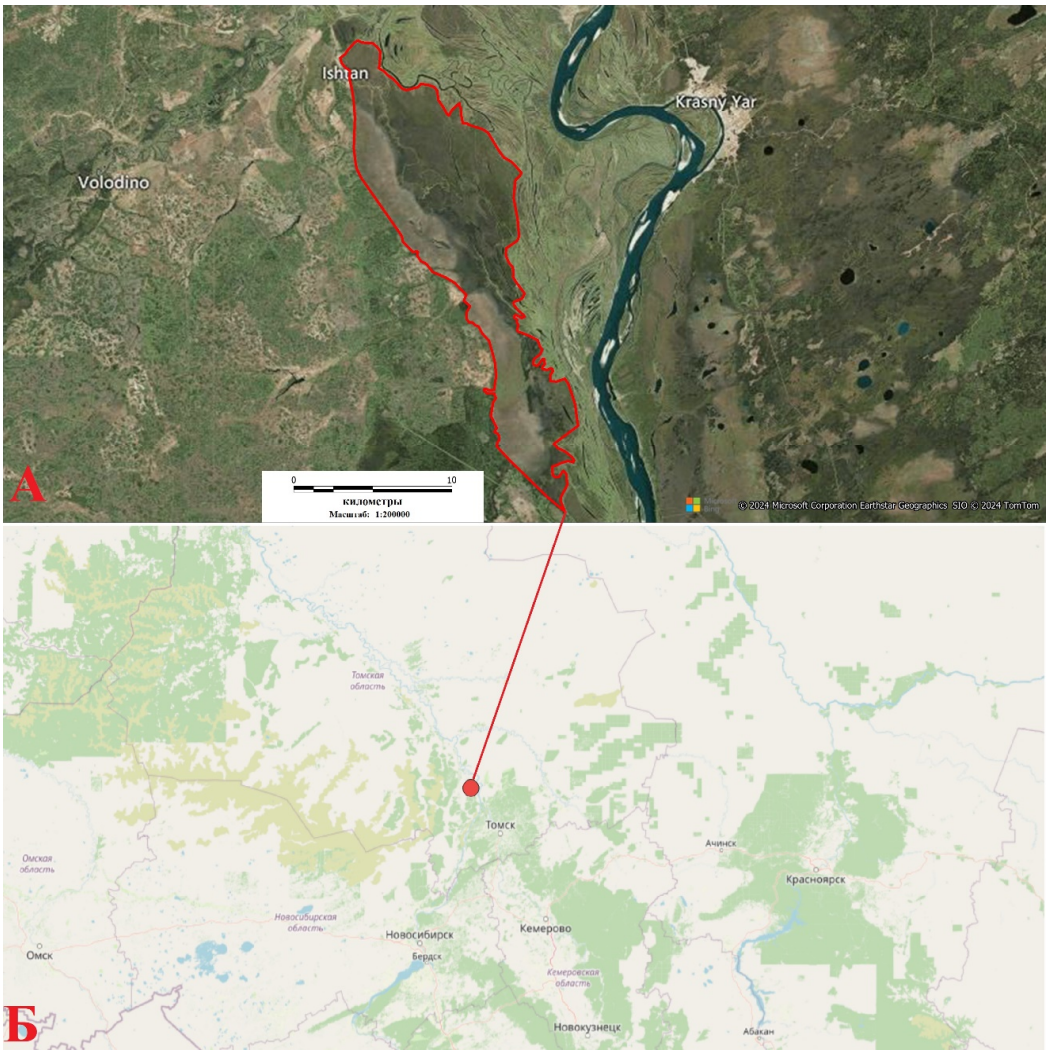

Рис. 1. Карта с географической привязкой болота Иштан на территории Томской области.

А – спутниковый снимок и контуры болота (слой «гибрид» https://www.bing.com/)

Б – Расположение болота Иштан на территории Томской области (www.openstreetmap.org)

Самые географически близкие к нашему исследованию работы связаны с публикациями Савичева О. Г. и соавторов, в которых рассматривались минералого-геохимические особенности торфяной залежи в условиях антропогенной нагрузки Обского болота и химический состав вод объекта [1]. Также, растительность и гидроэкологические процессы Обского болота рассмотрены Лапшиной Е. Д. и соавторами [2]. Значительная часть имеющихся данных о болоте представлена в крупно- и среднемасштабных тематических картах (ландшафты, почвенные гидрологические и климатические ресурсы и пр.), специализированных реестрах и отчетах по состоянию окружающей среды, иными словами, в ресурсах, не посвященных его целенаправленному исследованию.

Согласно ландшафтно-экологическому районированию, исследуемая территория относится к бореально-континентальной ландшафтной группе, широтно-зональному таёжному подтипу [3]. По другой классификации массив относится к подтаежной болотной провинции западносибирских атлантических евтрофных осоково-гипновых болот [4]. Согласно Львову Ю. А., объект относится к Обь-Иртышскому пойменному болотному округу, к Кожевниковскому району низинных гипновых и осоково-гипновых притеррасных болот [5].

Работы, в основе которых лежат результаты исследования ботанического состава торфа, довольно редки в связи с их трудоемкостью и малым числом специалистов, освоивших данную методику. При этом, актуальность исследований с применением данной методики подтверждается отечественными [6–11] и зарубежными публикациями [12, 13] последних лет различных научных направлений.

В анализе современных публикаций по нашей теме стоит упомянуть почвоведческие работы Аветова Н. А. и соавторов, в которой методика определения ботанического состава торфа используется для диагностики и систематизации торфяных почв (на примере болот северотаежной подзоны Западной Сибири) [14, 15]. Заслуживает внимания и работа Шишконаковой и соавторов, в которой данные о ботаническом составе торфа используется для выявления многообразия компонентов почвенно-растительного покрова и направленности сукцессионных процессов на восстанавливающиеся после нарушений болотных землях [16].

Настоящая работа вносит вклад в формирование базы знаний о динамике и структуре пойменных болотных экосистем Западной Сибири. Впервые для исследуемого района Томской области представлены данные о видовой насыщенности и свойствах торфов низинных долинных болот. Приведенная информация может использоваться для дальнейших узкоспециализированных исследований в области био- и педоразнообразия, экологии, ресурсоведения, фармакогнозии и т.д.

Цель исследования – классификация, характеристика отдельных свойств и определение видовой насыщенности торфяной залежи низинного долинного болота Иштан на основе анализа результатов изучения её ботанического состава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Бурение торфяной залежи проведено в различных по экологическим условиям и растительному покрову частях болота, в его северной части, в 3–4 км к юго-востоку

от с. Иштан (рис. 1.). На каждой из площадок, дополнительно проведено геоботаническое описание по традиционным методам [17, 18], дана ландшафтно-экологическая характеристика. Скважинам присвоены названия «И1», «И2» и «И3».

Для характеристики торфяной залежи нами выполнена пробоподготовка и проведён анализ ботанического состава торфа, степени разложения растительных остатков, уровня минерального загрязнения всех 3 скважин (120 образцов): «И1» 45 образцов, «И2» – 40, «И3» – 35. Пробоотбор проходил с шагом в 10 см. Определение ботанического состава торфа из скважины «И1» проводилось на базе группы биогеоценологии и болотоведения НИИ биологии и биофизики НИ ТГУ. Образцы из скважин «И2» и «И3» исследованы на базе Лаборатории болотных экосистем Карельского научного центра РАН. Результаты изучения ботанического состава торфа болота подробно изложены в отдельной публикации [19].

Образцы промывались от гумифицированной части под водой через сито с диаметром отверстий 0,25 мм. В дальнейшем подготовленный образец рассматривался под микроскопом. Определение остатков происходило по специализированным атласам [20, 21]. Оценка степени разложения торфа проводилась макроскопическим (таблица признаков определения степени разложения И. Ф. Ларгина) и микроскопическим методом. За методическую основу классификации торфов болота Иштан мы использовали классификацию, предложенную в 1976 г. советским торфоведом С. Н. Тюремновым [22]. По ней, в название торфа входят только те торфообразователи, доля которых составляет не менее 20 %. В случае, если торф образован не одним, а несколькими торфообразователями в количестве не менее 20% каждый, все они включаются в название торфа в порядке увеличения их доли.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Классификация торфов. Торфяная залежь болота Иштан принадлежит к низинному типу. Многообразие растительных компонентов в торфе позволяет отнести его к комплексным многослойным торфам лесного (14 образцов, 11,67 %), лесо-топяного (63 образца, 52,5 %) и топяного подтипа (43 образца, 35,83 %), где на различных глубинах отмечается преобладание осоковых, вахтовых, древесных, гипновых торфов и их комбинаций (Таблица 1).

Таблица 1

Подтипы торфа болота Иштан

Подтип торфа	Количество пробоотборов			Всего
	И1	И2	И3	
Лесной	2	8	4	14
Лесо-топяной	15	27	21	63
Топяной	28	5	10	43

Согласно вышеописанной классификации определено 12 групп торфов (Таблица 2).

Таблица 2

Группы торфов болота Иштан

Подтип	Группа торфа	Количество пробоотборов			Всего
		И1	И2	И3	
Лесной	Древесная	1	10	12	23
Лесо-топяной	Древесно-травяная	11	10	0	21
	Травяно-древесная	6	13	7	26
	Травяно-мохово-древесная	0	1	2	3
	Древесно-травяно-моховая	0	1	1	2
	Древесно-мохово-травяная	0	0	1	1
	Мохо-травяно-древесная	0	0	1	1
	Мохо-древесная	0	0	1	1
Топяной	Травяная	17	3	2	22
	Травяно-моховая	3	1	6	10
	Мохо-травяная	7	0	2	9
	Моховая	0	1	0	1

Наиболее представлены следующие группы: травяно-древесная (26 образцов), древесная (23), травяная (22), древесно-травяная (21). Данные 4 группы объединяют в себе более 76 % образцов. Две следующие за ними группы отмечаются реже: травяно-моховая (10) и мохо-травяная (9). Остальные группы встречаются единично, их роль в торфосложении незначительна.

Всего в рамках настоящего исследования нами выделено 27 видов торфа (Таблица 3). Самый часто встречаемый вид – древесный хвойный (*Pinus sylvestris* L.+ *Picea obovata* Ledeb.) (27 образцов/22,5 %). Далее по распространению: вахтово-древесный (14/11,67 %), осоковый (11/9,17 %), вахтово-осоковый (8/6,67 %), осоково-гипновый низинный (7/5,83 %).

Единично встречаются комплексные низинные торфа с 3 торфообразователями: древесно-вахтово-осоковый, древесно-хвощево-вахтовый, вахтово-осоково-гипновый, древесно-пушициево-гипновый и др.

Видовая насыщенность торфообразователей. Среднее число видов-торфообразователей – **7,71**/на образец. Наибольшее среднее значение определено для вахтово-осоково-гипнового вида торфа (14). Наименьшее число видов-торфообразователей (3) отмечается в древесных торфах хвойного, соснового, вахтово-древесного, древесно-вахтово-осокового вида. Максимальное число видов-торфообразователей отмечено в образцах хвойного, вахтово-древесного, вахтово-осоково-гипнового торфа.

Таблица 3

Виды торфа болота Иштан

Скважина/Вид торфа	Количество пробоотборов			Всего
	И1	И2	И3	
Березово-хвойный	0	5	1	6
Хвойно-березовый	0	1	0	1
Хвойный	0	8	19	27
Сосновый низинный	2	0	0	2
Древесно-осоковый	3	0	0	3
Древесно-гипновый	0	0	1	1
Вахтово-древесный	4	9	1	14
Осоково-древесный	4	1	0	5
Древесно-вахтово-осоковый	3	0	0	3
Древесно-хвощево-вахтовый	1	0	0	1
Хвощево-вахтовый	1	0	0	1
Осоково-вахтово-древесный	1	4	0	5
Древесно-вахтовый	0	5	0	5
Древесно-пушициево-гипновый	0	1	0	1
Древесно-осоково-гипновый	0	0	1	1
Вахтово-гипно-древесный	0	0	1	1
Гипно-древесный	0	0	1	1
Осоково-гипно-древесный	0	1	1	2
Вахтовый	0	3	0	3
Осоковый	10	0	1	11
Осоково-гипновый низинный	2	0	5	7
Гипно-осоковый	6	0	0	6
Гипновый низинный	1	1	0	2
Гипно-вахтовый	0	1	0	1
Вахтово-осоково-гипновый	0	0	1	1
Вахтово-осоковый	7	0	1	8
Вахтово-гипно-осоковый	0	0	1	1

Основные виды-торфообразователи. Торфяная залежь болота Иштан сложена не менее 48 видами растений (таблица 4).

Основные торфообразователи представлены следующими группами и видами:

I. ***Древесная***:

I-а. Хвойные (*Picea obovata* + *Pinus sylvestris*). Встречаемость в торфах (В) – 88,33 %, средняя доля (ср) – 38,27 %, максимальные значения участия в торфосложении (max) достигают 95 %. Пласты чистого хвойного торфа являются нередким явлением в границах низинных болот.

I-б. Лиственные (Различные березы с незначительной долей других лиственных деревьев и кустарников). В – 35 %, ср – 14,37 %. Зачастую таковые торфа являются

примесью к остаткам хвойных. В редких случаях являются индикаторами смены условий трофности в сторону обедненности.

Таблица 4

Торфообразователи болота Иштан

№	Вид	Встречаемость		Доля в торфе, %		
		число	%	средняя	min	max
1	2	3	4	5	6	7
Основные растения-торфообразователи (отдельные виды и группы)						
1	*Carex cespitosa* L.	30	25	5,17	1	25
2	*Carex lasiocarpa* Ehrh.	107	89,17	23,77	1	95
3	*Carex omskiana* Meinsh.	14	11,67	12,21	1	40
4	*Carex rostrata* Stokes	26	21,67	3,35	1	15
5	*Equisetum palustre* L.	42	35	5,81	1	25
6	*Eriophorum* sp.	38	31,67	3,90	1	25
7	*Menyanthes trifoliata* L.	113	94,17	20,03	1	80
8	Зеленые мхи	91	75,83	14,53	1	75
9	Лиственные деревья	42	35	14,37	1	65
10	Хвойные деревья	106	88,33	38,27	1	95
Другие торфообразователи (сосудистые растения)						
11	*Carex chordorrhiza* Ehrh.	4	3,33	1	1	1
12	*Carex cinerea* Poll.	2	1,67	1	1	1
13	*Carex dioica* L.	1	0,83	1	1	1
14	*Carex globularis* L.	9	7,5	1,89	1	5
15	*Carex limosa* L.	13	10,83	4,08	1	15
16	*Carex vesicaria* L.	4	3,33	1	1	1
17	*Carex juncella* (Fries) Th. Fr.	3	2,5	2,33	1	5
18	*Comarum palustre* L.	1	0,83	1	1	1
19	*Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult.	1	0,83	1	1	1
20	*Poaceae* sp.	4	3,33	1	1	1
21	*Salix* sp.	9	7,5	2,44	1	10
22	*Scheuchzeria palustris* F.Muell.	2	1,67	3	1	5
23	*Thelypteris palustris* Schott	14	11,67	2,43	1	5
24	*Trichophorum* sp.	4	3,33	1	1	1
25	*Typha* sp.	1	0,83	1	1	1
Другие торфообразователи (мхи)						
26	*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr.	2	1,67	1	1	1
27	*Brachithecium mildeanum* (Schimp.) Schimp.	1	0,83	5	5	5

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
28	*Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P.Gaertn., B.Mey. & Scherb.	1	0,83	5	5	5
29	*Bryum* sp.	3	2,5	1	1	1
30	*Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb.	1	0,83	1	1	1
31	*Calliergon* sp.	6	5	1	1	1
32	*Drepanocladus* sp.	38	31,67	2,47	1	10
33	*Drepanocladus vernicosus* (Mitt.) Warnst.	1	0,83	1	1	1
34	*Hielodium blandowii* (F. Weber & D. Mohr) Warnst.	1	0,83	5	5	5
35	*Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske.	9	7,50	5,33	1	15
36	*Meesia* sp.	5	4,17	1.8	1	5
37	*Meesia triquetra* (Jolycl.) Ångstr.	9	7,5	1,44	1	5
38	*Mniaceae* sp.	16	13,33	3,13	1	35
39	*Rhizomnium pseudopunctatum* (Bruch & Schimp.) T.J.Kop.	1	0,83	5	5	5
40	*Sphagnum* секц. *Sphagnum*	1	0,83	1	1	1
41	*Sphagnum centrale* C.E.O.Jensen	1	0,83	1	1	1
42	*Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr.	1	0,83	1	1	1
43	*Sphagnum papillosum* Lindb.	1	0,83	5	5	5
44	*Sphagnum warnstorfii* Russow	3	2,5	4	1	10
45	*Sphagnum* секц. *Acutifolia*	5	4,17	1,8	1	5
46	*Sphagnum* секц. *Cuspidata*	2	1,67	1	1	1
47	*Warnstorfia* sp.	9	7,5	1	1	1

Примечание: столбцы 6 и 7 – показатели участия вида в торфообразовании (процентное соотношение остатков отдельного вида во всем образце): «min» – минимальное значение, «max» – максимальное значение.

II. *Травяная*:

II-а. *Carex cespitosa*. Встречается в 25 % образцов со средней долей в 5,17 %.

II-б. *Carex lasiocarpa.* Важнейший торфообразователь. Число встреч – 89,17 %, ср. доля – 23,77 %, max – 95 %. Нередко самостоятельно или с участием других осок создает пласты чистого осокового торфа.

II-в. *Carex omskiana.* В – 11,67 %, ср. – 12,21 %, max – 40 %.

II-г. *Carex rostrata*. В – 21,67 %, ср. – 3,35 %, max – 15 %.

II-д. *Equisetum palustre*. В – 35 %, ср. – 5,81 %, max – 25 %. Часто отмечается небольшой примесью от 1 до 10 %. Образует уникальные для территории древесно-хвощево-вахтовые и хвощево-вахтовые пласты торфа.

II-е. *Menyanthes trifoliata.* Самый распространённый вид в торфяной залежи болота Иштан. Встречается в 94,17 % образцов торфа при ср. доле 20,03 % и max – 80 %. Образует как чистый вахтовый торф, так и его комбинации с древесными, травяными и моховыми видами.

III. ***Моховая*** – Различные зеленые, преимущественно гипновые мхи (*Calliergon* spp., *Drepanocladus* spp., *Meesia* spp., *Mniaceae* spp., *Warnstorfia* spp.), значительно реже бриевые. Остатки зеленых мхов отмечены в 75,83 % образцов при средней доле 14,53 %. В силу высокой степени разложения, встреченные образцы мохообразных зачастую поддаются определению лишь до рода.

Степень разложения. Средняя степень разложения торфов болота Иштан – 40,47 %. Наибольшие средние значения (50 %) определены для древесно-вахтово-осокового, древесно-хвощево-вахтового, хвощево-вахтового и вахтово-осокового торфа, а наименьшие средние (25 %) – для древесно-осоково-гипнового вида. Последнее связано с его залеганием на минимальной глубине – 0–10 см. Максимальная степень разложения (60 %) отмечается для хвойного и вахтово-осокового торфа. Оба образца залегают на максимальных глубинах и граничат с минеральным глеевым горизонтом, подстилающим торфяную залежь (Таблица 5).

Таблица 5

Степень разложения и показатели видовой насыщенности торфов болота Иштан

Вид торфа	Число видов			Степень разложения		
	min	max	среднее	min	max	среднее
1	2	3	4	5	6	7
Березово-хвойный	5	9	6,67	40	45	40,83
Хвойно-березовый	7	7	7	45	45	45
Хвойный	3	15	7,37	40	60	45,56
Сосновый низинный	3	4	3,5	50	55	52,5
Древесно-осоковый	5	10	7	40	50	46,67
Древесно-гипновый	8	8	8	40	40	40
Вахтово-древесный	3	14	6,43	40	55	46,07
Осоково-древесный	5	7	6	40	50	49
Древесно-вахтово-осоковый	3	6	4,67	50	50	50
Древесно-хвощево-вахтовый	5	5	5	50	50	50
Хвощево-вахтовый	6	6	6	50	50	50
Осоково-вахтово-древесный	4	8	6	45	55	47
Древесно-вахтовый	7	9	7,8	25	40	32

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
Древесно-пушициево-гипновый	9	9	9	35	35	35
Древесно-осоково-гипновый	7	7	7	25	25	25
Вахтово-гипно-древесный	6	6	6	35	35	35
Гипно-древесный	8	8	8	40	40	40
Осоково-гипно-древесный	6	7	6,5	40	45	42,5
Вахтовый	4	9	6	25	30	28,33
Осоковый	4	10	6,82	40	55	48,18
Осоково-гипновый низинный	5	11	8,29	25	50	32,86
Гипно-осоковый	5	11	8	5	50	42,5
Гипновый низинный	6	7	6,5	40	50	45
Гипно-вахтовый	11	11	11	30	30	30
Вахтово-осоково-гипновый	14	14	14	30	30	30
Вахтово-осоковый	4	10	7	35	60	50
Вахтово-гипно-осоковый	10	10	10	35	35	35

Примечание: столбцы 2, 3, 4 – показатели количества видов растений, слагающих определенный вид торфа: «min» – минимальное число, «max» – максимальное число, видов. Столбцы 5, 6, 7 – показатель степени разложения вида торфа: «min» – минимальная степень разложения, «max» – максимальная степень разложения.

Основные направления развития и смены торфов. Всего нами отмечено 61 направление переходов видов торфа, из которых лишь 6 повторилось два и более раза (знаком «=» обозначен переход одного вида торфа в другой):

1. Вахтово-древесный = Осоково-древесный
2. Вахтово-осоковый = Осоковый
3. Осоковый = Гипно-осоковый
4. Гипно-осоковый = осоковый
5. Осоковый = Вахтово-осоковый
6. Осоковый = Древесно-осоковый

Более половины переходов (31) отмечено для притеррасной части, скважины «И1». Здесь смена растительных сообществ происходила наиболее интенсивно: часто в травяные сообщества внедрялись древесные растения, заселялись гипновые и наоборот. По всей видимости, изменения экологических условий, наиболее явными из которых являются увлажнение (обводненность) и трофность проявлялись здесь наиболее показательно.

Отдельное внимание заслуживают закономерности, отражающие переход от евтрофных к мезотрофным условиям и в обратном направлении. Изменения такого рода фиксировались на основе появления в торфах определенной (до 25 %) доли мезотрофных видов. Исходя из этого, применительно к нашей работе, логичнее и

правильнее будет называть низинные торфа с примесью видов-мезотрофов мезоевтрофными (Рис. 2).

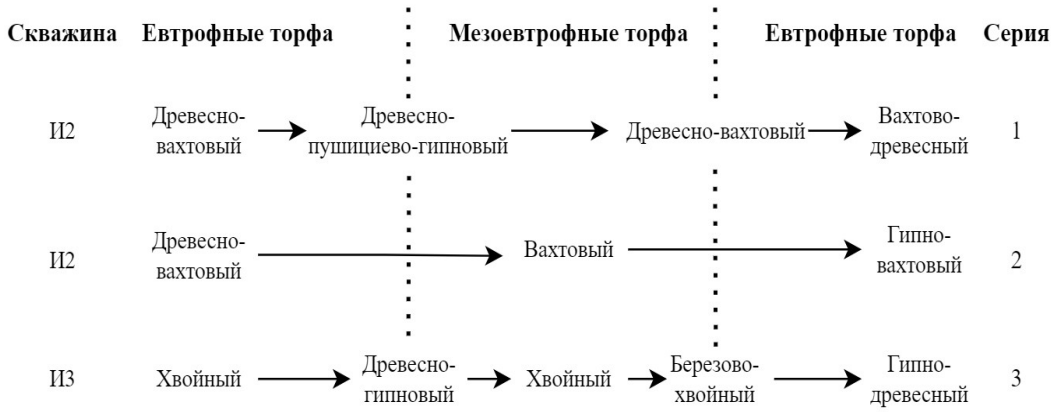

Рис. 2. Основные серии смены торфов с участием мезоевтрофных условий.

Для первой серии растениями-индикаторами мезоевтрофности условий являются остатки пушицы, доля которой доходит до 25 %. Во втором случае индикаторами мезоевтрофности, помимо пушицы, являются части *Sphagnum centrale*. В третьем случае показателями обеднения условий выступают остатки сфагновых: *S. fuscum*, *S. warnstorfii*, *Sphagnum* секции Acutifolia. Мы можем отметить следующую закономерность: появление гипновых мхов свидетельствует об увеличении трофности условий, равно как и снижение их доли индицирует о смене условий в сторону обеднения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Торфяная залежь болота Иштан принадлежит к низинному типу. Многообразие растительных компонентов в торфе позволяет отнести его к комплексным многослойным торфам лесного (14 образцов, 11,67 %), лесо-топяного (63 образца, 52,5 %) и топяного подтипа (43 образца, 35,83 %), где на различных глубинах отмечается преобладание осоковых, вахтовых, древесных, гипновых торфов и их комбинаций. Наиболее представлены следующие группы: травяно-древесная (26 образцов), древесная (23), травяная (22), древесно-травяная (21). Данные 4 группы составляют выше 76% всех представленных групп торфов. Всего в рамках настоящего исследования нами выделено 27 видов торфа.
2. Всего видов-торфообразователей – 48. Основными торфообразователями являются: *Carex cespitosa*, *C. lasiocarpa*, *C. omskiana*, *C. rostrata*, *Equisetum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, пушица, гипновые мхи, а также группы хвойных и лиственных пород деревьев. Среднее число видов-торфообразователей – 7,71/на образец. Наибольшее среднее значение определено для вахтово-осоково-гипнового вида торфа (14). Торфа болота Иштан отличаются высокой степенью разложения (40,47 %).

3. Всего нами отмечено 61 направление переходов видов торфа, из которых лишь 6 повторилось два и более раза. Более половины переходов (31) отмечено для притеррасной части. Постоянная смена видового состава остатков в торфе позволяет заключить о непрерывном развитии растительных сообществ на исследованной территории. В сложении торфяной залежи притеррасной части на скважине «И1» участвует не менее 32 вида растений, для центральной части («И2») и пойменной («И3») – не менее 25.

Перспективы дальнейшего исследования торфяных залежей территории определяются двумя одинаково важными направлениями. Первое из них заключается в качественном улучшении базы знаний об исследованном объекте – дополнительно могут быть установлены, например, физико-химические свойства торфов. Второе направление – расширение географии исследований (например, изучение более южных сегментов Обского болота). Последним шагом может стать обобщение знаний и выявление на основе полученного массива данных глобальных закономерностей развития и функционирования болот территории.

Работа выполнена в рамках госзадания ИБВВ РАН, тема №124032100076-2 "Структура, функционирование и разнообразие первичных продуцентов континентальных вод"

Список литературы

1. Савичев О. Г. Химический состав вод Обского болота (Западная Сибирь) и его пространственные изменения под влиянием сбросов загрязняющих веществ / О. Г. Савичев, Н. В. Гусева, Е. А. Куприянов [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2013. – Т. 323, вып. 1. – С. 168–172.
2. Лапшина Е. Д. Болота Юго-Востока Западной Сибири : Ботаническое разнообразие, история развития и динамика накопления углерода в голоцене : диссертация ... доктора биологических наук : 03.00.05. / Лапшина Е. Д. – Томск, 2004. – 512 с.
3. Ландшафтная карта СССР масштаба 1:2500000, изданная на 16 листах / Отв. ред.: И. С. Гудилин. – М.: Министерство геологии СССР, 1980.
4. Лисс О. Л. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / О. Л. Лисс, Л. И. Абрамова, Н. А. Аветов [и др.] / под ред. В. Б. Куваева. – Тула : Гриф и К, 2001. – 584 с.
5. Львов Ю. А. Болотные ресурсы // Природные ресурсы Томской области / отв. ред. И. М. Гаджиев, А. А. Земцов. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1991. – С. 67–83.
6. Baisheva E. Z. Plant diversity and spatial vegetation structure of the calcareous spring fen in the “Arkaulovskoye Mire” Protected Area (Southern Urals, Russia) / E. Z. Baisheva, A. A. Muldashev, V. B. Martynenko [et al.] // Mires and Peat, 2019. – Vol. 24. – Art. 13. DOI: 10.19189/MaP.2019.OMB.StA.1890.
7. Синюткина А. А. Оценка трансформации торфяной залежи осушенных верховых болот юго-восточной части Западной Сибири / А. А. Синюткина // Геосферные исследования. – 2020. – № 1. – С. 78–87. – DOI 10.17223/25421379/14/6.
8. Логвинова Л. А. Сравнительное фармакогностическое исследование низинных древесно-травяных видов торфа различного происхождения для обоснования их использования в качестве перспективных источников биологически активных гуминовых кислот / Логвинова Л. А. // Химия растительного сырья. – 2022. – №. 1. – С. 277–288.
9. Маслов С. Г. Состав органического вещества и микроэлементов сфагновых торфов северной части месторождения Васюганское и направление их использования / Маслов С. Г., Инишева Л. И., Порохина Е. В. // Химия растительного сырья. – 2023. – №. 2. – С. 311–318.

10. Razjigaeva N. G. The stratigraphy of the blanket peatland and the development of environments on Bolshoi Shantar Island in the Late Glacial–Holocene / N. G. Razjigaeva, T. A. Grebennikova, L. A. Ganzey [et al.] // Russian Journal of Pacific Geology. – 2021. – T. 15, №. 3. – C. 252–267.
11. Kutenkov S. Topology, vegetation and stratigraphy of far eastern Aapa mires (Khabarovsk region, Russia) / Kutenkov S., Chakov V., Kuptsova V. // Land. – 2022. – T. 11, №. 1. – C. 96.
12. Vincze I. Paleoclimate reconstruction and mire development in the Eastern Great Hungarian Plain for the last 20,000 years / I. Vincze, E. Magyari, M. Braun [et al.] // Review of Palaeobotany and Palynology. – 2019. – Vol. 271. – P. 104112. – DOI 10.1016/j.revpalbo.2019.104112.
13. Kalnina L. Ilze Ozola Peat stratigraphy and changes in peat formation during the Holocene in Latvia / Kalnina L., Kuske E. // Quaternary International. – 2015. – Vol. 383. – P. 186–195.
14. Avetov N. A. Soils of Oligomesotrophic and Mesotrophic Bogs in the Boreal Zone of West Siberia: Possibilities of Botanical Diagnostics within the Framework of the Type of Mesotrophic Peat Soils / N. A. Avetov, O. L. Kuznetsov, E. A. Shishkonakova // Eurasian Soil Science. – 2021. – Vol. 54, No. 5. – P. 689–701. – DOI 10.1134/S1064229321030029.
15. Аветов Н. А. Опыт использования классификации и диагностики почв России в систематике торфяных почв биогеоценозов олиготрофных болот северотаежной подзоны Западной Сибири / Н. А. Аветов, О. Л. Кузнецов, Е. А. Шишконакова // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 2019. – № 4. – С. 37–47.
16. Почвенное и биологическое разнообразие территории бывших торфоразработок Шатурской Мещеры в контексте их антропогенной трансформации / Е. А. Шишконакова, Н. А. Аветов, Г. В. Виндекер [и др.] // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2022. – № 111. – С. 30–76. – DOI 10.19047/0136-1694-2022-111-30-76. – EDN AJODYR.
17. Барицкая В. А. Геоботаника и методы геоботанических исследований / В. А. Барицкая, В. В. Чепинога. – Иркутск : Иркутский государственный университет, 2014. – 193 с.
18. Суворов В. В. Ботаника с основами геоботаники : учебник для подготовки бакалавров, обучающихся по направлениям 110400 "Агрономия" и 110500 "Садоводство" / В. В. Суворов, И. Н. Воронова. – 3-е издание, переработанное и дополненное. – М. : АРИС, 2012. – 520 с.
19. Щуряков Д. С. Результаты исследования ботанического состава торфяной залежи болотного массива Иштан / Щуряков Д. С. // Ботаника и ботаники в меняющемся мире: труды Международной научной конференции, посвященной 135-летию кафедры ботаники и 145-летию Томского государственного университета (г. Томск, 14–16 ноября 2023 г.). Томск: Изд-во Том. ун-та, 2023. – С. 323–329.
20. Домбровская А. В. Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе / А. В. Домбровская, М. М. Коренева, С. Н. Тюремнов. – М.–Л. : Госэнергоиздат, 1959. – 137 с.
21. Кац Н. Я. Атлас растительных остатков в торфах / Н. Я. Кац, С. В. Кац, Е. И. Скобеева. – М. : Недра, 1977. – 371 с.
22. Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения / под ред. А. С. Оленин. – М. : Недра, 1976. – 487 с.

CLASSIFICATION, PROPERTIES AND SPECIES SATURATION OF PEATS OF VALLEY SWAMP (A CASE STUDY OF THE ISHTAN SWAMP)

Schuryakov D. S. [1,2]

[1] ***National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia***
[2] ***Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences, Borok, Russia***
E-mail: shuryakoff@yandex.ru

Swamps are unique natural systems with undeniable biosphere importance. The development of swamp ecosystems is accompanied by a change in their phytocenotic structure. These transformations lead to changes in the characteristics and properties of

peat deposits. The study of the above-mentioned phenomenon allows us to trace the history of the development of swamps and determine the features of their formation at various stages of functioning. The properties of a peat deposit vary significantly from the type of swamp and often change under the influence of various physical and geographical factors. The purpose of the study is to classify, characterize some properties and determine the species saturation of the peat deposit of the lowland valley swamp Ishtan. Research based on the results of studying its botanical composition.

We performed sample preparation and analyzed the botanical composition of peat, the degree of decomposition of plant residues, and the level of mineral contamination of all 3 wells (120 samples). For the methodological basis of the classification of the peats we used the classification proposed in 1976 by the peat scientist S. N. Tyuremnov. According to it, the name of peat includes only those peat-forming agents, the proportion of which is at least 20 %.

The peat deposit of the Ishtan swamp belongs to the lowland type. The variety of plant components in peat allows it to be attributed to complex multilayer peats of forest (14 samples, 11.67 %), forest-swamp (63 samples, 52.5 %) and swamp subtype (43 samples, 35.83 %), where the predominance of *Cyperaceae*, *Menyanthes trifoliata*, wood, *Hypnales* peat and their combinations is noted at various depths.

The following groups are most represented: herbal-wood (26 samples), wood (23), herbal (22), wood-herbal (21). These 4 groups account for over 76 % of all peat groups represented. The two following groups are noted less frequently: herbal-moss (10) and moss-herbal (9). The remaining groups occur singly, their role in peat composition is insignificant.

We have identified 27 types of peat. The most common species is the woody coniferous (*Pinus sylvestri*s + *Picea obovata*) ((27 samples/22.5 %). Further in distribution: *Menyanthes trifoliata*-woody (14/11.67 %), *Cyperaceae* (11/9.17 %), *Menyanthes trifoliata-Cyperaceae* (8/6.67 %), *Cyperaceae-Hypnales* lowland (7/5.83 %).

The average number of peat-forming species is 7.71/per sample. The highest average value was determined for the *Menyanthes trifoliata-Cyperaceae-Hypnales* type of peat (14). The peat deposit of the Ishtan swamp is composed of at least 48 species of plants. The main peat-forming agents of lowland valley swamps are the following plants and their groupings:

I. Woody:

I-a. Conifers (*Picea obovata* + *Pinus sylvestris*). The occurrence in peat (C) is 88.33 %, the highest average proportion (avg.) is 38.27 %, the maximum values of the proportion in peat composition (max) reach 95 %.

I-b. Deciduous (Various *Betula* sp. with a small proportion of other deciduous trees and shrubs). B – 35 %, avg. – 14.37 %. Often, such peat is an admixture to the remains of conifers. They are also indicators of a change in trophic conditions towards depletion in rare cases.

II. Herbal:

II-a. *Carex cespitosa*. It occurs in 25 % of samples with an average fraction of 5.17 %.

II-b. *Carex lasiocarpa*. The most important peat-forming agent. The occurrence is 89.17 %, the average proportion is 23.77 %, max is 95 %. Often, independently or with the other sedges creates layers of pure sedge peat.

II-c. *Carex omskiana*. B – 11.67 %, avg. – 12.21 %, max – 40 %.

II-d. *Carex rostrata*. B – 21.67 %, avg. – 3.35 %, max – 15 %.

II-e. *Equisetum palustre*. B – 35 %, avg. – 5.81 %, max – 25 %. It is often marked by a small impurity from 1 to 10 %. It forms woody-*Equisetum-Menyanthes trifoliata* and *Equisetum-Menyanthes trifoliata* peat layers unique for the territory.

II-f. *Menyanthes trifoliata*. The most common species in the peat deposits of the Ishtan swamp. It is found in 94.17 % of peat samples with an average fraction of 20.03 % and a max of 80 %. It forms both pure shift peat and its combinations with woody, herbal and moss species.

III. Mosses (*Bryum* spp., *Calliergon* spp., *Drepanocladus* spp., *Meesia* spp., *Mniaceae* spp., *Warnstorfia* spp.) Remains of mosses were noted in 75.83 % of samples with an average fraction of 14.53 %. Due to the high degree of decomposition, residues can often be determined only up to the genus.

The average degree of peat decomposition of the Ishtan swamp is 40.47 %. The highest average values (50 %) were determined for woody-*Menyanthes trifoliata-Cyperaceae*, woody-*Equisetum-Menyanthes trifoliata*, *Equisetum-Menyanthes trifoliata* and *Menyanthes trifoliata-Cyperaceae* peat, and the lowest average (25 %) – for woody-*Cyperaceae-Hypnales* species. The latter is due to its occurrence at a minimum depth of 0–10 cm. The maximum degree of decomposition (60 %) is noted for coniferous and *Menyanthes trifoliata-Cyperaceae* peat. Both samples lie at maximum depths and border on the mineral gley horizon underlying the peat deposit. We noted 61 directions of transitions of peat species, of which only 6 were repeated two or more times.

The prospects for further exploration of the peat deposits of the territory are determined by two equally important directions. The first of them is the qualitative improvement of the knowledge base about the studied object – the physico-chemical properties of peat can be established in addition. The second direction is the expansion of the geography of research (for example, the study of more southern segments of the Ob swamp). The last step may be the generalization of knowledge and the identification of global patterns of development and functioning of the marshes of the territory on the basis of the obtained data array.

***Keywords*:** lowland swamp, peat deposit, species saturation, peat formation, degree of peat decomposition.

References

1. Savichev O. G. Guseva N. V., Kuprijanov E. A. [et al.] Himicheskij sostav vod Obskogo bolota (Zapadnaja Sibir') i ego prostranstvennye izmenenija pod vlijaniem sbrosov zagrjaznjajushhih veshhestv, *Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta*, **323**, **31**, 168 (2013).
2. Lapshina E. D. *Bogs in the southeast of West Siberia: Botanical diversity, development history and accumulation dynamics of carbon in the Holocene*, Doctoral (Biol.) Dissertation, 512 (Tomsk: TGU, 2004).
3. *Landshaftnaya karta SSSR masshtaba 1:2500000*, izdannaya na 16 listax, Otv. red.: I. S. Gudilin, (M.: Ministerstvo geologii SSSR, 1980).

4. Liss O. L., Abramova L. I., Avetov N. A. [et al.]. *Bog Systems of Western Siberia and Their Significance for Nature Conservation*, 584 (Tula : Grif i Ko, 2001).
5. L'vov Yu. A. Bolotnye resursy, *Prirodnye resursy Tomskoi oblasti*, 67 (Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otdelenie, 1991).
6. Baisheva E. Z., Muldashev A. A., Martynenko V. B. [et al.] Plant diversity and spatial vegetation structure of the calcareous spring fen in the "Arkaulovskoye Mire" Protected Area (Southern Urals, Russia), *Mires and Peat*, **24**, Art. 13. (2019). DOI: 10.19189/MaP.2019.OMB.StA.1890.
7. Sinyutkina A. A. Estimation of the raised bogs peat deposit transformation of West Siberia south-eastern part, *Geosphere Research*, **1**, 78 (2020).– DOI 10.17223/25421379/14/6.
8. Logvinova L. A., Zykova M. V., Krivoshchekov S. V., Drygunova L. A., Perederina I. A., Golubina O. A., Perminova I. V., Konstantinov A. I., Belousov M. V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, **1**, 277 (2022). (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20220110663.
9. Maslov S. G., Inisheva L. I., Porokhina E. V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2, 311 (2023) (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230211764.
10. Razjigaeva N. G., Grebennikova T. A., Ganzey L. A. [et al.] The stratigraphy of the blanket peatland and the development of environments on Bolshoi Shantar Island in the Late Glacial–Holocene, *Russian Journal of Pacific Geology*, **15**, 3, 252 (2021).
11. Kutenkov S., Chakov V., Kuptsova V. Topology, vegetation and stratigraphy of far eastern Aapa mires (Khabarovsk region, Russia), *Land*, **11**, **1**, 96. (2022).
12. Vincze I., Magyari E., Braun M. [et al.] Paleoclimate reconstruction and mire development in the Eastern Great Hungarian Plain for the last 20,000 years, *Review of Palaeobotany and Palynology*, **271**, 104112. (2019). DOI 10.1016/j.revpalbo.2019.104112.
13. Kalnina L., Kuske E., Ilze Ozola Peat stratigraphy and changes in peat formation during the Holocene in Latvia, *Quaternary International*, **383**, 186 (2015).
14. Avetov N. A., Kuznetsov O. L., Shishkonakova E. A. Soils of Oligomesotrophic and Mesotrophic Bogs in the Boreal Zone of West Siberia: Possibilities of Botanical Diagnostics within the Framework of the Type of Mesotrophic Peat Soils, *Eurasian Soil Science*, **54**, **5**, 689 (2021). DOI 10.1134/S1064229321030029.
15. Avetov N. A., Kuznetsov O. L., Shishkonakova E. A. Experience in the use of Russian soil classification and diagnosis in the systematics of peat soils of oligotrophic bogs in the north taiga subzone of West Siberia, *Moscow Univ. Soil Sci. Bull.*, **74**, 169 (2019). DOI: 10.3103/S0147687419040021.
16. Shishkonakova E. A., Avetov N. A., Vindeker G. V., Tolpysheva T. Yu., Garaeva N. R. Soil- and biodiversity of the former peat mines in Shaturskaya Meshchera in the context of their anthropogenic transformation, *Dokuchaev Soil Bulletin*, **111**, 30 (2022). DOI: 10.19047/0136-1694-2022-111-30-76.
17. Bariczkaya V. A., Chepinoga V. V. *Geobotanika i metody` geobotanicheskix issledovanij*, 193 (Irkutsk : Irkutskij gosudarstvenny`j universitet, 2014).
18. Suvorov V. V., Voronova I. N. *Botanika s osnovami geobotaniki : uchebnik dlya podgotovki bakalavrov, obuchayushhixsya po napravleniyam* 110400 "Agronomiya" i 110500 "Sadovodstvo", 3-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe, 520 (M. : ARIS, 2012).
19. Schuryakov D. S. *The results of study of botanical composition of peat deposit of the Ishtan swamp massif*, Botanika i botaniki v menyayushhemsya mire: trudy` Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvyashhennoj 135-letiyu kafedry` botaniki i 145-letiyu Tomskogo gosudarstvennogo universiteta (Tomsk, 14–16 of November 2023), 323 (Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta, 2023).
20. Dombrovskaya A. V., Koreneva M. M., Tyuremnov S. N. *Atlas rastitel`ny`x ostatkov, vstrechaemy`x v torfe*, 137 (M.–L. : Gosenergoizdat, 1959).
21. Kats N. Ya., Kats S. V., Skobeyeva Ye. I. *Atlas rastitel'nykh ostatkov v torfakh*, 371 (M. : Nedra, 1977).
22. Tyuremnov S. N. *Torfyanyye mestorozhdeniya,* 488 (M.: Nedra Publ., 1976).