

ISSN 1561-8331 (Print)
ISSN 2524-2342 (Online)

ТЭХНІЧНАЯ ХІМІЯ І ХІМІЧНАЯ ТЭХНАЛОГІЯ
TECHNICAL CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING

УДК 553.97
<https://doi.org/10.29235/1561-8331-2020-56-2-212-219>

Поступила в редакцию 29.10.2019
Received 29.10.2019

**И. И. Лиштван, В. М. Дударчик, В. М. Крайко,
Е. В. Ануфриева, Н. А. Булгакова**

Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

ПЕРЕРАБОТКА СЫРЬЯ ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЛАВНОЕ

Аннотация. Произведена оценка ресурсов и качественного состава сырья торфяного месторождения Славное, зарезервированного государством для биотермохимической переработки. На основании проведенного комплекса исследований органоминерального, группового и ботанического составов, технологических характеристик и запасов торфа месторождения Славное обоснованы возможные направления комплексного использования сырья. В качестве основных видов продукции глубокой комплексной переработки исследованного торфа предложены: активированный уголь, нефтесорбент и концентрированное микроудобрение.

Ключевые слова: торфяное месторождение, торф, Славное, групповой состав, ботанический состав, комплексная переработка, активированный уголь, нефтесорбент

Для цитирования. Переработка сырья торфяного месторождения Славное / И. И. Лиштван [и др.] // Вестн. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. хим. наук. – 2020. – Т. 56, № 2. – С. 212–219. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2020-56-2-212-219>

I. I. Lishtvan, V. M. Dudarchik, V. M. Kraiko, E. V. Anufrieva, N. A. Bulgakova

Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

PROCESSING RAW MATERIALS OF SLAVNOE PEAT DEPOSIT

Abstract. The estimation of the resources and qualitative content of the raw materials of Slavnoe peat deposit, which is reserved by the government for biotermochemical proceeding, has been conducted. The potential directions of the complex use of raw materials are grounded based on the conducted complex of the research of organic and mineral, group and botanical contents, technological characteristics and the peat funds of Slavnoe deposit. Activated carbon, oil sorbent and concentrated microfertilizer are suggested as the main types of the products of the deep complex processing of the peat studied.

Keywords: peat deposit, peat, Slavnoe, group content, botanical content, complex proceeding, activated carbon, oil sorbent

For citation. Lishtvan I. I., Dudarchik V. M., Kraiko V. M., Anufrieva E. V., Bulgakova N. A. Processing raw materials of Slavnoe peat deposit // *Vestsi Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical series*, 2020, vol. 56, no. 2, pp. 212–219 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2020-56-2-212-219>

Введение. Научные исследования, проведенные по углубленному изучению состава и свойств торфа, способствовали выработке новых подходов к использованию этого природного ресурса помимо традиционных, включающих топливное, сельскохозяйственное и природоохранное направления [1]. Выявленные при этом свойства органического материала торфа, его неограниченная способность к модификации и направленным превращениям свидетельствуют о больших возможностях получения на этой основе продуктов с заданными свойствами различного назначения. За предыдущие годы накоплен опыт по различным направлениям модификации торфа с помощью термических, химических и биологических процессов переработки. Были созданы опытные производства по выпуску разнообразной продукции, включающие широкий класс орга-

нических, органоминеральных и комплексных удобрений, мелиоративных и удобрительных смесей, биологически активных препаратов для растениеводства и животноводства, ветеринарии и кормопроизводства, сорбционных материалов, включая активированные угли, воска и целый ряд других продуктов [2–4].

Научно-исследовательские работы по совершенствованию и улучшению потребительских качеств отдельных востребованных потребителем продуктов глубокой переработки торфа продолжаются и поныне. Комплексная переработка предусматривает разнокачественность используемого сырья. Приоритетным является производство нового для республики материала – активированных углей, многих продуктов на гуминовой основе. Однако не все сырье по разработанным критериям качества будет для этого пригодно. Часть сырья, непригодная для производства активированных углей, будет использована для получения другого вида продукции. Одним из основных препятствий для более широкого внедрения технологий глубокой комплексной переработки торфа в практику является отсутствие сведений о сырьевых ресурсах и в особенности перспективы их существенного расширения.

В связи с этим основной задачей данной работы является оценка возможности расширения сырьевой базы, пригодной для получения ряда новых продуктов глубокой комплексной переработки торфа, добываемого из месторождений, разрешенных к добыче для биотермохимической переработки, согласно перечня из Приложения к Указу Президента Республики Беларусь от 12.11.2007 № 563 [5]. В данный перечень входит 14 торфяных месторождений с запасами ценных видов торфа, в отношении которых установлен режим особой охраны. Нами была произведена оценка ресурсов, особенностей размещения и качественного состава торфяного сырья для целей комплексной биотермохимической переработки наиболее перспективного и самого крупного по площади и запасам месторождения Славное.

Результаты и их обсуждение. По фондовым материалам разведки прежних лет оценена геологическая изученность запасов торфа на месторождении Славное Толочинского района Витебской области [6]. Общая площадь месторождения в нулевых границах торфа с учетом мелкозалежных крайковых участков в Минской области и внутренних участков с заболоченными почвами, а также слившихся с основным торфяным месторождением более мелких залежей торфа составляет около 4800 га. Объем торфяной залежи месторождения Славное составил 87,86 млн м³ при средней глубине залежи 2,94 м и максимальной 7,7 м. Запас торфа при 40 %-ной влажности оценивается в 10,03 млн т.

По данным представительного изучения торфяной залежи установлено, что наиболее распространенными видами торфа на месторождении Славное являются: магелланикум- и фускумторф невысокой степени разложения, составляющие соответственно 46,2 и 13,3 % объема торфяной залежи. Виды торфа высокой степени разложения (пушицевый и пушицево-сфагновый) занимают соответственно 14,1 и 12,6 % объема залежи. Комплексный верховой торф присутствует в меньшем объеме – 3,6 % общих запасов. Остальные виды торфа участвуют в сложении залежи в минимальном объеме (менее 2 %) и не представляют интереса для переработки.

Стратиграфия торфа на месторождении Славное типична для крупных торфяных месторождений верхового типа средней полосы. У основания разрезов залегает торф повышенной и высокой степени разложения, выше по разрезам он сменяется торфами пониженной (15–25 %) и низкой (менее 10 %) степени разложения. Торф малой степени разложения до 10 % имеет среднюю мощность 1,52 м, объем 43,27 млн м³ и запас 4,09 млн т (или 41 % общих запасов). Торф средней и высокой степени разложения, залегающий в средней и нижней частях залежи, имеет объем 44,59 млн м³ и запас 5,94 млн т (59 % общих запасов).

Выявлены наиболее представительные категории торфяного сырья месторождения Славное: В-1-(1-2) с объемом 41676 тыс. м³ (48 % от общего объема торфа на месторождении) или 3968 тыс. т, В-2-(1-2) с объемом 22481 тыс. м³ (25 % от общего объема торфа) или 2743 тыс. т и В-3-(1-2) объемом 19495 тыс. м³ (22 % от общего объема) или 2851 тыс. т при влажности 40 % [7].

В результате анализа всех имеющихся геологоразведочных материалов намечены пункты отбора и глубины залегания наиболее репрезентативных слоев торфа месторождения Славное, из ко-

торых в августе 2018 г. выполнен отбор технологических образцов для углубленных химико-технологических исследований с целью оценки возможных направлений комплексного использования, включая в первую очередь получение наукоемкой продукции с высокой добавочной стоимостью, которой и являются активированные угли.

Сведения о геоботанической характеристике технологических образцов приведены в табл. 1. Как видно из табл. 1, образцы битуминозного торфа месторождения Славное имеют степень разложения от 15 до 40 %, представлены широкой вариабельностью, включающей, помимо пушицево-сфагнового, также сосново-пушицевый, магелланикум- (образец 4) и, как исключение, фускум-торф (образец 11). Образцы малоразложившегося торфа имели степень разложения в пределах 10–20 % и относились к магелланикум-торфу. Зольность этой группы составляла от 0,9 до 1,5 %.

Таблица 1. Геоботаническая характеристика технологических проб торфа месторождения Славное в зависимости от глубины залежи

Table 1. Geobotanical characteristics of the technological peat samples of Slavnoe peat deposit depending on the depth of the deposit

Номер пробы	Номер пункта отбора	Глубина отбора, м	Степень разложения, %	Вид торфа	Зольность, %
1	66–12	1,0–1,5	40	Сосново- пушицевый	1,5
2	65–17	0,3–0,8	15	Магелланикум	4,1
3	65–17	1,2–1,7	35	Пушицево-сфагновый	1,6
4	65–21	1,2–2,0	25	Магелланикум	1,2
5	64–30	0,5–1,2	20	Магелланикум	1,5
6	63–40	1,2–2,0	25	Комплексный верховой	1,1
7	44–153	0,5–1,0	20	Магелланикум	1,5
8	44–153	1,8–2,3	30	Пушицево-сфагновый	1,3
9	44–152	2,0–2,5	35	Пушицево-сфагновый	1,2
10	39–208	0,5–1,0	10	Магелланикум	2,1
11	39–208	1,5–2,0	15	Фускум	0,9
12	39–208	3,5–4,0	30	Пушицево-сфагновый	1,0

Одним из определяющих показателей качества торфа, как сырья для направлений глубокого и наукоемкого использования с высокой добавочной стоимостью, является показатель зольности. Исследованные образцы имеют средний показатель зольности < 2 %, что указывает на высокое качество сырья и возможность его использования для производства активированных углей, гуминовых препаратов, сорбционных материалов и др.

Учитывая, что верховой торф является уникальным сырьем для получения целого ряда ценных продуктов и материалов [4], а в зависимости от видовой принадлежности и уровня гумификации имеет различные физико-химические свойства и химический состав, всесторонняя оценка ресурсов и обобщение имеющегося опыта по его использованию и переработке представляется важной задачей.

Групповой состав торфа является наиболее полной его характеристикой, которая дает представление о содержании в нем основных групп органических соединений: битумов, легко- и трудногидролизуемых веществ, гуминовых веществ и «лигнина» (негидролизуемого остатка). Результаты определения группового состава по методу Инсторфа [8] представлены в табл. 2. Как видно из полученных данных, в зависимости от вида торфа и степени разложения содержание битумов колеблется от 4,0 до 8,1 %. Наибольший выход битумов установлен для сосново-пушицевого торфа со степенью разложения 40 % и составил 8,1 %. Высокими были эти показатели у пушицево-сфагнового торфа со степенью разложения 35 % и составили 7,0–7,3 %. Для такого же торфа со степенью разложения 30 % количество битумов уменьшается до 6 %. Самое низкое содержание битумов отмечается у магелланикум-торфа с 10 %-ной степенью разложения – 4 %.

Углеводный комплекс торфа представлен легко- и трудногидролизруемыми веществами. Содержание легкогидролизруемых веществ исследуемых образцов торфа колеблется от 20,1 до 39,3 % органической массы (табл. 2). С увеличением степени разложения торфа содержание этих веществ уменьшается. Так, максимальное количество легкогидролизруемых веществ (39,3 %) определено в магелланикум-торфе со степенью разложения – 10 %, а минимальное – 20,1 %, в образце сосново-пушицевого торфа со степенью разложения 40 %. Содержание редуцирующих веществ также снижается с ростом степени разложения торфа.

Таблица 2. Групповой состав органической массы торфа месторождения Славное

Table 2. Group content of the organic peat mass of Slavnoe deposit

Номер пробы	Битумы	Легкогидролизруемые вещества		Трудногидролизруемые вещества	Гуминовые вещества		Негидролизруемый остаток
		всего	РВ		ГК	ФК	
% на органическую массу торфа							
1	8,1	20,1	11,8	7,8	50,5	37,2	13,3
3	7,3	25,1	15,6	8,1	51,1	36,6	14,5
4	5,7	26,2	14,1	10,1	48,4	34,0	14,4
6	4,8	31,2	18,6	12,9	39,5	27,5	12,0
8	6,1	26,9	16,0	13,1	41,9	28,8	13,1
9	7,0	25,6	16,1	9,0	47,3	34,6	12,7
10	4,0	39,3	29,6	22,1	26,8	18,4	8,4
12	6,2	26,8	19,7	10,3	46,9	33,7	13,2

Содержание целлюлозы (трудногидролизруемых веществ) в торфе, определяемое по методу Инсторфа, является условным, так как после извлечения гуминовых веществ получают заниженные результаты из-за частичного ее растворения при щелочной обработке [8]. В исследованных образцах количество трудногидролизруемых веществ колеблется в пределах 7,8–22,1 % на органическую массу торфа.

Как видно из полученных данных исследуемых образцов торфа со степенью разложения 25–40 %, содержание гуминовых веществ колеблется в пределах 39,5–51,1 %, а для торфа со степенью разложения 10 % определено количество гуминовых веществ 26,8 %. Характерно, что гуминовые кислоты на фоне фульвокислот преобладают во всех исследованных образцах. Их содержание составляет от 18,4 до 37,2 %, фульвокислот – от 8,4 до 14,5 % органической массы торфа. Как видно из данных табл. 2, негидролизруемый остаток (лигнин) в исследуемых образцах меняется в пределах 7,8–13,5 %.

Таким образом, полученные данные по содержанию основных органических компонентов в образцах торфа месторождения Славное показывают четкую зависимость битуминозности торфа от его степени разложения. Также наблюдается зависимость между возрастанием степени разложения торфа и снижением содержания в нем углеводных компонентов, что связано с более интенсивным микробиологическим и биохимическим разрушением углеводов при относительном увеличении битумов и гуминовых веществ и незначительном изменении содержания лигнина.

Был определен элементный состав органического вещества отобранных образцов торфа. Полученные результаты измерений приведены в табл. 3. Из десяти исследованных образцов только в трех обнаружены следы серы, не превышающие 0,06 ат. %. Содержание азота колеблется для разных образцов в пределах 0,4–0,6 ат. %, углерода 30–35, кислорода 16–21 и водорода 44–50 ат. %.

Основные критерии, определяющие пригодность торфа для направлений его практического использования, были сформированы в процессе отработки технологий получения из него различных материалов. За длительную историю развития науки о торфе были разработаны новые более совершенные, отвечающие запросам времени потребительские материалы и совершенствовались

Т а б л и ц а 3. Элементный состав органической части образцов торфа месторождения Славное

Table 3. Element content of the organic part of the peat samples of Slavnoe deposit

Номер образца	N, ат. %	C, ат. %	S, ат. %	H, ат. %	O (по разности), ат. %	Отношение C/H, ат. %
1	0,60	37,19	0,06	43,71	18,44	0,851
3	0,59	33,78	0,02	49,30	16,31	0,685
4	0,54	33,74	0,03	45,66	20,03	0,739
5	0,61	34,69	Не обнаружено	47,06	17,65	0,737
6	0,63	30,95	Не обнаружено	50,12	18,30	0,618
8	0,52	33,80	Не обнаружено	48,64	17,05	0,690
9	0,52	33,52	Не обнаружено	49,70	16,26	0,674
10	0,39	34,64	Не обнаружено	49,21	20,96	0,704
11	0,53	30,89	Не обнаружено	49,73	18,84	0,621

традиционные, что вносило определенные коррективы, возможно, исключения для особых видов продукции, однако основные критерии и требования к торфу, как сырью, были сформированы достаточно давно.

В технических требованиях к торфу, как сырью для получения различной номенклатуры продуктов, в качестве основных показателей, определяющих его пригодность, принимают общетехнические свойства (зольность, влажность, степень разложения, ботанический состав), содержание отдельных компонентов его органического вещества (битумы, гуминовые кислоты, углеводный комплекс), химический состав золы (содержание оксидов кальция, железа, алюминия, серы), емкость поглощения, насыпную плотность. Допускаемые пределы таких основных показателей, как зольность и степень разложения, для одних и тех же видов продукции варьируют довольно значительно [4]. В ряде случаев эти пределы не имеют достаточного обоснования и принимаются в зависимости от качества имеющегося сырья.

На основе анализа всех имеющихся архивных материалов по ресурсам торфа на месторождении Славное, по результатам проведенных исследований образцов торфа и основных критериев, определяющих пригодность торфа для различных направлений его практического использования, был составлен предварительный номенклатурный перечень продукции глубокой комплексной переработки торфа из сырья торфяного месторождения Славное (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Номенклатурный перечень продукции глубокой комплексной переработки торфа из сырья торфяного месторождения Славное

Table 4. Nomenclature list of the production of deep complex processing of peat from the raw materials of Slavnoe deposit

Индекс категорией торфяного сырья	Запасы			Рекомендуемые виды продукции	Опытные образцы выбранных видов продукции	Средние показатели		
	масса ($W = 40\%$), тыс. т	площадь, тыс. м ³	% от общих запасов			степень разложения	зольность, не более	влажность
В-1-(1-2)	3968	41 676	41,5	Продукты гидролиза, удобрения, сорбционные материалы, комплексные гранулированные удобрения, топливо, удобрения, мелиоранты почв, активированные угли, воск и сопутствующие продукты, гуминовые* препараты	Нефлесорбенты	16	2	94,4
В-2-(1-2)	2743	22 481	28,5		Микроудобрения комплексные гуминовые	27	2	92,8
В-3-(1-2)	2851	19 495	30		Активированные угли	37	2	91,5

* Гуминовые биологические активные препараты – консерванты кормов, регуляторы роста растений, препараты фунгицидного и бактерицидного действия.

Таким образом, на основании проведенного комплекса исследований органо-минерального, компонентного и ботанического составов, технологических характеристик и запасов торфяного месторождения Славное были выбраны три наиболее представительные и характерные группы сырья, включающие малоразложившийся торф со средней степенью разложения 16 %, имеющий запасы порядка 4000 тыс. т, что составляет порядка 41,5 % общих запасов месторождения, торф средней степени разложения (средний показатель 27 %) с запасами порядка 2750 тыс. т (общие запасы порядка 28,5 %) и торф высокой степени разложения (R выше 35 %) с запасами свыше 2850 тыс. т, что составляет порядка 30 % запасов.

В качестве образцов продукции глубокой комплексной переработки исследованного торфа месторождения Славное были выбраны: активированный уголь на основе торфа (категория торфяного сырья В-3-(1-2); нефтесорбент (категория торфяного сырья В-1-(1-2); концентрированное микроудобрение Элегу́м (категория торфяного сырья - В-2-(1-2) и В-3-(1-2).

Своеобразие физических и химических свойств торфа, преобладающее содержание в его составе органических полифункциональных кислородсодержащих соединений, высокая реакционная способность последних, пластичность и хорошая формуемость торфа, делают его одним из наиболее перспективных видов сырья для производства углеродных адсорбентов с разнообразными физико-химическими свойствами.

Загрязнение природной среды нефтью и продуктами ее переработки – одна из сложных и многоплановых проблем охраны окружающей среды. Ни один другой загрязнитель, как бы опасен он ни был, не может сравниться с нефтью по широте распространения, числу источников загрязнения, величине нагрузок на все компоненты природной среды. Комплекс проведенных сравнительных исследований [9] показал, что малоразложившийся торф, образованный на основе сфагновых мхов на залежах верхового типа с бедным минеральным питанием, отличается высокой сохранностью неразложившейся растительной ткани мхов и небольшой примеси других растительных остатков. Эта особенность строения сфагнума – наличие во всех вегетативных органах водоносных гиалиновых клеток, которые, будучи эластичными и пустотелыми, хорошо поглощают как обычную влагу, так и жидкие загрязнители из окружающей среды, что, в конечном итоге, обеспечивает ее высокие поглощательные свойства по отношению как к воде, так и к нефтепродуктам.

Из малоразложившегося торфа (степень разложения 10 %, сырье категории В-1-(1-2) получен нефтепоглощающий сорбент, нефтеемкость которого составила 6,2 г/г, что даже выше получаемых в промышленных условиях (обычно 4–5 г/г). По методике, опубликованной в [10], получен образец жидкого комплексного гуминового удобрения с бором и цинком. Достоинством указанных микроудобрений является широкий диапазон использования в различных почвенно-климатических условиях, одновременное наличие как ростстимулирующих и протекторных веществ гуминовой природы, так и набора микроэлементов. Норма расхода – 1–2 л/га в зависимости от вида удобрения. Повышение продуктивности возделываемых культур, обусловленное применением удобрений, сопровождается улучшением качества и биологической полноценности растениеводческой продукции, повышением содержания до оптимального уровня микроэлементов. Область применения – сельское хозяйство, растениеводство открытого и защищенного грунта.

Заключение. Выполнена оценка ресурсов, особенностей размещения и качественного состава торфяного сырья для целей комплексной биотермохимической переработки наиболее перспективного и самого крупного по площади и запасам торфяного месторождения верхового типа Славное. Выявлены наиболее представительные категории торфяного сырья этого месторождения.

С целью оценки возможных направлений комплексного использования торфяного сырья выполнен отбор технологических образцов для углубленных химико-технологических исследований. Определены общетехнические характеристики, групповой и элементный составы торфа. На основе полученных результатов составлен номенклатурный перечень продукции глубокой комплексной переработки торфа из сырья торфяного месторождения Славное. С учетом таких

показателей, как наукоемкость (высокая добавочная стоимость), потребительский спрос и качество имеющегося на месторождении сырья, определены три вида продукции для изготовления опытных партий и оценки их качественных показателей, которые в наибольшей степени охватывают имеющееся сырье на уже выбранном месторождении Славное по категориям использования, включающие активированный уголь, нефтепоглощающий сорбент и образец микроудобрения комплексного гуминового Элегум (микроэлементы цинк и бор).

Список использованных источников

1. Торфяные месторождения Республики Беларусь, пригодные для комплексного освоения на ближайшую и отдаленную перспективу / Л. С. Лис [и др.]; под ред. И. И. Лиштвана. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 115 с.
2. Томсон, А. Э. Торф и продукты его переработки / А. Э. Томсон, Г. В. Наумова. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 328 с.
3. Мелиоранты для восстановления плодородия нарушенных земель и деградированных почв / Г. А. Соколов и др.] // Природопользование. – 2003. – Вып. 9. – С. 172–175.
4. Кашинская, Т. Я. Получение препаратов различного назначения на основе торфа / Т. Я. Кашинская, А. П. Гаврильчик, Н. В. Шевченко // Природопользование. – 2010. – Вып. 17. – С. 210–213.
5. Об установлении ограничений на пользование недрами на отдельных участках. Указ Президента Республики Беларусь от 12.11.2007 г. № 563 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь от 13.11.2007 г. №1/9083.
6. Торфяной фонд Белорусской ССР: кадастровый справочник: в 6 кн. – Минск, 1979.
7. Ресурсы и качественный состав торфяного сырья на месторождениях, зарезервированных для термохимической переработки / И. И. Лиштван [и др.] // Природопользование. – 2019. – № 1. – С. 188–204.
8. Лиштван, И. И. Основные свойства торфа и методы их определения / И. И. Лиштван, Н. Т. Король. – Минск: Наука и техника, 1975. – 320 с.
9. Сорбционные материалы на основе торфа в процессах очистки нефтесодержащих сточных вод / А. Э. Томсон [и др.] // Природопользование. – 2001. – Вып. 7. – С. 113–116.
10. Жидкое комплексное гуминовое микроудобрение : пат. 16753 Респ. Беларусь / Т. Я. Кашинская, А. П. Гаврильчик, Г. А. Соколов, М. В. Рак, В. В. Лапа, Е. А. Саванец; дата публ.: 28.02.2013.

References

1. Lis L. S., Gavril'chik A. P., Kuncевич V. B., Navosha Yu. Yu., Mul'tan S. T., Makarenko T. I., Kalilec L. P., Piskunova T. A., Shevchenko N. V. *Peat deposits of the Republic of Belarus suitable for integrated development for the near and distant future*. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2013. 115 p. (in Russian).
2. Tomson A. E., Naumova G. V. *Peat and its proceeding products*. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2009. 328 p. (in Russian).
3. Sokolov G. A., Gavril'chik N. S., Simakina I. V., Bratishko R. F., Vas'ko L. P., Sosnovskaya E. N. *Meliorants for the fertility restoration of disturbed lands and degraded soils. Prirodopolzovaniye = Nature management*, 2003, no. 9, pp. 172–175 (in Russian).
4. Kashinskaya T. Ya., Gavrilchik A. P., Shevchenko N. V. *Obtaining peat-based preparations of different function. Prirodopolzovaniye = Nature management*, 2010, no. 17, pp. 210–213 (in Russian).
5. On the establishment of restrictions on the use of subsoil in certain areas. Decree of the President of the Republic of Belarus on November 12, 2007 № 563. *Natsionalnyy reestr pravovyih aktov Respubliki Belarus*, [National Register of Legal Acts of the Republic of Belarus], November 13, 2007, № 1/9083 (in Russian).
6. *Peat Fund of the Belorussian SSR: cadastral reference book. 6 Book*. Minsk, 1979 (in Russian).
7. Lishtvan I. I., Kurzo B. V., Gaydukevich O. M., Navosha Yu. Yu. *Resources and qualitative composition of peat raw material in the reserved deposits for the thermobiochemical processing of peat. Prirodopolzovaniye = Nature management*, 2019, no. 1, pp. 188–204 (in Russian).
8. Lishtvan I. I., Korol N. T. *The main properties of peat and methods for their determination*. Minsk, Nauka I tehnika Publ., 1975. 320 p. (in Russian).
9. Tomson A. E., Sokolova T. V., Pekhtereva V. S., Parmon S. V., Cynkalova L. Yu. *Sorption materials based on peat in the processes of oily sewage purifying. Prirodopolzovaniye = Nature management*, 2001, no. 7, pp. 113–116 (in Russian).
10. Kashinskaya T. Ya., Gavrilchik A. P., Sokolov G. A., Rak M. V., Lapa V. V., Savanec E. A. *Liquid complex humic microfertilizer*. Patent Republic of Belarus no 16753. Publ. date 28.02.2013 (in Russian).

Информация об авторах

Лиштван Иван Иванович – академик, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотрудник. Институт природопользования, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220114, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nature@ecology.basnet.by

Information about the authors

Ivan I. Lishtvan – Academician, D. Sc. (Engineering), Professor, Chief Researcher. Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skorina Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nature@ecology.basnet.by

Дударчык Владимир Михайлович – канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник. Институт природопользования, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220114, Минск, Республика Беларусь). E-mail: dudwm@tut.by

Крайко Валентина Михайловна – канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник. Институт природопользования, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220114, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vvkraiko@gmail.com

Ануфриева Елена Владимировна – науч. сотрудник. Институт природопользования, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220114, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Lenaanufrieva5@rambler.ru

Булгакова Нина Ануфриевна – науч. сотрудник. Институт природопользования, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220114, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nature@ecology.basnet.by

Uladimir M. Dudarchyk – Ph. D. (Engineering), Senior Researcher. Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skorina Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dudwm@tut.by

Valiantsina M. Kraiko – Ph. D. (Engineering), Senior Researcher. Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skorina Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vvkraiko@gmail.com

Alena V. Anufryieva – Researcher. Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skorina Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Lenaanufrieva5@rambler.ru

Nina A. Bulgakova – Researcher. Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skorina Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nature@ecology.basnet.by