

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ БАЗЫ ДАННЫХ И КОДИРОВАНИЯ КАТЕГОРИЙ ТОРФА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВЕННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ТОРФЯНОГО СЫРЬЯ

О.С. Егошина¹, Б.М. Александров¹

¹ Уральский государственный горный университет,
Екатеринбург, Россия, e-mail: olga.egoshina@m.ursmu.ru

Аннотация: Автоматизированная система управления запасами – это перспективное решение, которое поможет оптимизировать процессы работы с информацией и повысить общую эффективность деятельности современного торфодобывающего предприятия. Управление свойствами готовой торфяной продукции должно осуществляться, начиная с выбора исходного сырья. Для автоматизации обработки данных о содержании торфа различных категорий в границах месторождения, а также о составе химических элементов и соединений в конкретных категориях, предложен способ, основанный на представлении данных в цифровом виде. С целью комплексной оценки и наглядного представления исходной геологической информации о торфе как сырье для производства определенного вида продукции создается информационная база данных. Такая база данных является важным исходным информационным ресурсом, позволяющим выделить категории сырья для дальнейшего использования в различных видах продукции: удобрениях, сорбентах на основе торфа, торфяных брикетах, в качестве подстилки в животноводстве и т.д. Базу данных по каждой категории предлагается дополнить QR-кодом для шифрования имеющейся информации о веществе. Одним из главных преимуществ использования QR-кодов является возможность компактного хранения больших объемов данных, что позволяет включить сведения о свойствах вещества и об особенностях его формирования. Для определения конкретного вида продукции, для которой будет использоваться торф нужной категории, все необходимые качественные характеристики собираются в одну базу данных.

Ключевые слова: комплексная оценка, торф, QR-код, категории торфяного сырья, физико-технические свойства, цифровая база данных, информационные технологии, горно-геологические информационные системы.

Для цитирования: Егошина О. С., Александров Б. М. Комплексная оценка запасов торфяного месторождения на основе цифровой базы данных и кодирования категорий торфа с учетом требований к качественным характеристикам торфяного сырья // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 1-1. – С. 134–144. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_11_0_134.

Integrated assessment of peat deposit using digital database and coding peat categories with regard to quality requirements

O.S. Egoshina¹, B.M. Aleksandrov¹

¹ Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia, e-mail: olga.egoshina@m.ursmu.ru

Abstract: Computer-aided reserves management is a promising solution that will help optimize information management processes and increase the overall efficiency of a modern mining enterprise. The properties of the finished peat product should be managed starting with the feed-stock selection. To automate the processing of data on the content of peat of various categories within the boundaries of the deposit, as well as on the composition of chemical elements and compounds in specific categories, a method based on the presentation of data in digital form is proposed. An information database is being created for the purpose of a comprehensive assessment and visual representation of the initial geological information about peat as a raw material for the production of a certain type of product. Such a database is an important source of information that allows you to identify categories of raw materials for further use in various types of products: fertilizers, peat-based sorbents, peat briquettes, as litter in animal husbandry, etc. The article proposes using a QR code to encrypt available information about a substance. One of the main advantages of using QR codes is the ability to compactly store large amounts of data, which allows you to include information about the properties of a substance and the features of its formation. The optimal choice of directions for using a peat deposit directly depends on the quality characteristics of peat raw materials collected in one database.

Key words: comprehensive assessment, peat, QR code, peat categories, physical and technical properties, digital database, information technology, mining and geological information systems.

For citation: Egoshina O. S., Aleksandrov B. M. Integrated assessment of peat deposit using digital database and coding peat categories with regard to quality requirements. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2025;(1-1):134-144. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_11_0_134.

Введение

Задача создания цифровой базы данных по категориям торфяного сырья на конкретном месторождении обусловлена разнообразием месторождений обусловлена разнообразием общетехнических, водно-физических, теплофизических, химических, физико-химических и других свойств, элементного состава, группового состава органической и зольной частей. Наглядное представление этих данных способствует оперативному определению направлений использования торфа различных категорий для производства необходимого вида продукции.

Устойчивое развитие территорий возможно при наличии полной, объектив-

ной и актуальной информации о состоянии объектов пользования недрами, расположенными на такой территории [1, 2].

Современные базы данных зачастую отражают лишь пространственные характеристики: информацию о географическом местоположении, о временной и пространственной протяженности [3].

В настоящее время, когда технологии играют ключевую роль во всех отраслях, возникает необходимость внедрения инновационных подходов к оценке запасов торфяного месторождения. Для эффективной добычи торфа необходимо внедрение специализированных программных решений, которые обеспечивают

автоматизированный сбор и обработку данных. Применение геоинформационных систем (ГИС) и создание базы данных позволяет визуализировать распределение запасов и интегрировать данные о различных характеристиках, таких как состав органической и зольной частей, плотность, зольность, влажность, что облегчает анализ и принятие решений. Знание этих характеристик необходимо не только для выбора нужной категории торфа для производства продукции, но и с экологической точки зрения. Например, содержание зольной части поможет оценить степень вреда, который наносит окружающей среде сжигание топлива.

Масштабность отмеченной задачи обусловлена не только возросшей востребованностью к использованию IT-технологий во всех отраслях, но и уникальной возможностью управления свойствами готовой торфяной продукции, начиная с выбора исходного сырья.

Еще одним инструментом к повышению скорости использования базы данных и принятия решений станет QR-код, который также может быть использован при маркировке продукции на основе торфа. Изначально данный вид кода разрабатывался японским инженером Ма-сахирос Хара для автомобильной промышленности. QR-код (Quick Response Code) стал революционным решением для быстрого и эффективного хранения информации. С момента своего появления он был предназначен для обеспечения высокой скорости считывания данных, что было особенно важно в условиях производственного процесса.

С течением времени QR-коды обрели популярность за пределами автомобильной индустрии. Они начали активно использоваться в различных сферах — от маркетинга до логистики и даже в медицинских учреждениях [4–7]. Простота сканирования с помощью мобильных устройств сделала их удобными для ко-

нечного пользователя. Сегодня QR-коды стали неотъемлемой частью повседневной жизни, продолжают эволюционировать, адаптируясь к современным технологиям.

QR-коды могут значительно облегчить процесс отслеживания и контроля продукции на основе торфа. Например, маркировка торфяных изделий с помощью QR-кода позволит конечному пользователю получить доступ к информации о составе, происхождении и технологическом процессе производства. Это улучшит прозрачность и доверие к продукту, что особенно важно в условиях растущей конкуренции на рынке.

Кроме того, использование QR-кодов упростит взаимодействие между производителями и потребителями.

Еще одним положительным аспектом внедрения QR-кодов является снижение бумажной документации. В современных условиях, когда устойчивое развитие и экология становятся важными приоритетами, цифровые решения помогут существенно сократить количество бумажных этикеток и упаковки.

Цель работы

Оптимизация процессов оценки и анализа категорий торфяного сырья с использованием IT-технологий для повышения эффективности управления запасами при комплексной разработке месторождения.

Материалы исследования

Для достижения поставленной цели использовался комплексный подход к оценке запасов. Проведенный анализ как отечественного, так и зарубежного опыта выделил ключевые аспекты, влияющие на эффективность извлечения и переработки торфа. Особое внимание при этом уделялось физико-химическим свойствам торфа, его структурным особенностям и ботаническому составу, наприя-

мую влияющему не только на выбор, но и на качество конечного продукта.

Распределение категорий торфа в границах месторождения напрямую влияет на стратегию добычи и устойчивое управление природными ресурсами. Подсчет запасов проводится как по стратиграфическим участкам, так и по месторождению в целом [8]. Построение стратиграфического профиля торфяных месторождений с использованием ЭВМ было предложено в 1984 г. [9]. Цифровизация геологической информации делает процесс более эффективным и точным, что подтверждается проведенными исследованиями в ведущих технических университетах Прибалтики (J. Krūmins, M. Klavins, I. Silamikele, 2015) [10]. При этом, как показано в работе М.К. Митра и соавторов [11], толщина и распределение торфа зависят от геоморфологических особенностей региона. Эти результаты позволяют более глубоко понять закономерности формирования торфяных пластов, однако стоит отметить, что без четкой классификации типов торфа сложно определить его полную ценность и использование в различных отраслях. Перспективные направления исследований должны включать не только количественную оценку запасов, но и качественную характеристику, что позволит более рационально использовать торфяные ресурсы и минимизировать экологические риски.

В ходе проведенных исследований было установлено, что торф обладает разнообразными физико-химическими характеристиками, которые варьируются в зависимости от условий формирования и служат основой для определения его категории.

Основные параметры, такие как влажность, зольность, кислотность и органическое содержание, являются ключевыми для оценки его качества и пригодности в различных сферах применения —

от энергетики до сельского хозяйства [12].

Генетическая классификация должна стать основой комплексной переработки торфа, способствовать оптимизации производственных процессов и повышению эффективности использования данного природного ресурса.

Система оцифровки геологической информации представляет собой уникальный подход, позволяющий глубже понять и анализировать разнообразие торфяных ресурсов. Эффективное представление данных в числовом формате нескольких уровней, где каждый код отражает вид торфа, необходимо для более точного определения специфики каждой категории. Первый уровень определяет тип торфа — низинный, верховой и переходный (1,0000 — низинный тип; 2,0000 — переходный тип; 3,0000 — верховой тип). Второй уровень содержит подтипы, такие как лесной (1,1000), лесо-топяной (1,2000) и т.д. На третьем уровне фиксируются группы торфа, например, древесные (1,1100), древесно-травяные (1,2200), что имеет важное значение для экологии и хозяйственной деятельности. Четвертый уровень, посвященный конкретным видам, усиливает детальность данной системы, позволяя специалистам более точно идентифицировать ресурсы: например, 1,1101 — ольховый вид торфа, 1,3620 — сфагновый низинный вид. Такая структура кодирования не только облегчает процесс классификации, но и способствует эффективному взаимодействию между различными потребителями, работающими с торфяными ресурсами.

Кроме численного обозначения вида торфа, выделяется категория торфяного сырья, имеющая следующий вид: В-0-1. Буква — это сокращение типа торфа, первая цифра — класс торфа по степени разложения, вторая цифра — группа торфа по зольности. В категории торфя-

ного сырья объединяются виды торфа, близкие по химическому содержанию компонентов и физическим свойствам. Сокращение количества категорий сырья достигается за счет объединения первой и второй групп по зольности для торфа с зольностью менее 10% и объединения второго и третьего класса по степени разложения. Это помогает избежать излишней дифференциации оценки. За счет этого из 40 видов торфа формируется 17 категорий торфяного сырья.

Результаты

Сформированная база данных включает 40 видов торфа. На базу данных в 2024 г. был получен патент [13].

По каждому виду торфа представлена информация, включающая: числовой код вида торфа, QR-код, вид торфа. В базу данных также включены свойства торфа, такие как степень разложения (R), зольность (Ac) и кислотность (pH), что делает данные более доступными для исследователей и практиков. Указание теплоты сгорания (Q), а также физических свойств, таких как относительная влажность (W) влагосодержание (w), среднее влагосодержание (w_{cp}), плотность (ρ), плотность средняя (ρ_{cp} , kg/m^3), плотность беспористой сухой массы торфа ($\rho_{тв}$) и средняя плотность беспористой сухой массы торфа ($\rho_{тв\,cp}$) позволит быстро оценить топливные характеристики.

Кроме того, элементный состав торфа, включая содержание углерода, водорода, азота, серы и кислорода влияет на его оценку в качестве биомассы. Содержание органических компонентов — битумов (B), гуминовых ($ГК$) и фульвокислот ($ФК$), водорастворимых ($ВР$) и легкогидролизуемых компонентов ($ЛГ$), редуцирующих веществ ($РВ$), целлюлозы ($Ц$) и лигнина ($Л$) — дает представление о возможности использования торфа в химической промышленности,

для производства удобрений и других видов продукции. Изучение зольной части (процентное содержание в абсолютно сухом веществе торфа SiO_2 , CaO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , P_2O_5 , SO_3) и содержания в сухом торфе цинка, меди, молибдена, кобальта, и марганца позволяет определить минеральное содержание, что также важно для многих отраслей.

Все эти показатели позволяют проводить комплексную оценку запасов и определять направления использования торфа в зависимости от его свойств и содержания отдельных компонентов. Кодировка видов торфа ускоряет процесс подготовки на этапе камеральной обработки исходной геологической информации, для последующего использования ЭВМ в комплексной оценке запасов торфа на месторождениях с учетом генетической принадлежности.

Для примера в таблице представлен фрагмент базы данных для низинного торфа, имеющего код 1,2206 (категория Н-2-(1-2)). Используя видовую принадлежность торфа, можно проанализировать изменение плотности и содержания компонентов твердой фазы.

Полученную базу данных по всем категориям торфа можно использовать применительно к конкретному месторождению. Для этого изначально по результатам опробования определяются категории торфа и их пространственное распределение, а затем создается база, куда включаются физико-технические свойства только тех категорий, которые характерны для данного торфяного месторождения. Преимущество созданной базы данных заключаются в том, что ее можно интегрировать в современные горно-геологические информационные системы и создавать 3D-модели, отражающие распределение торфа с различными свойствами в пределах месторождения. Таким образом, полученная на основе базы данных модель будет отра-

жать не только геологическую классификацию, но и другие важные характеристики торфяного сырья.

В качестве примера распределения торфа с различной степенью зольности на рисунке представлен поперечный разрез торфяного месторождения «Ольчское».

Данные разрезы, выполненные с учетом нужных для производимой продукции характеристик, и модель торфяного месторождения с пунктами опробования необходимы, в первую очередь, для оценки распространения по площади участка выделяемых категорий торфяного сырья.


Исходя из востребованности той или иной продукции, используя базу данных и модель распределения определенных компонентов в границах месторождения, можно разработать стратегию добычи торфа с нужными для производства свойствами.

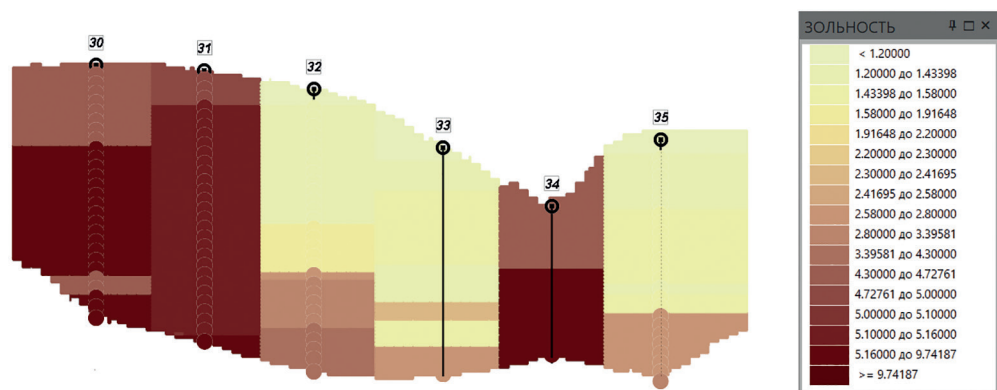
Так, известно, что гуминовые вещества торфа являются хорошими сорбентами, способными эффективно задерживать тяжелые металлы и органические загрязнители. Эта способность делает торф важным инструментом в процессе очистки сточных вод, особенно от свинца, что имеет особенно большое значение для обогатительных фабрик, где выбросы тяжелых металлов могут привести к серьезным экологическим проблемам. Высокое содержание гуминовых соединений в торфе позволяет эффективно связывать и выводить такие токсичные элементы из водных ресурсов.

Для производства брикетов важной характеристикой торфа является его теплотворная способность. Высокая теплота сгорания позволяет использовать торф как альтернативный источник энергии, что особенно актуально в условиях растущих цен на традиционные источники [14]. Зольность торфа также играет

Древесно-осоковый вид торфа с его QR-кодом и физико-техническими свойствами

Woody-sedge type of peat with QR code, physical and technical properties

QR-код 	1,2206	
Вид торфа	древесно-осоковый	
Общетехнические свойства	R, %	39±7
	A ^c , %	8,0±3,0
	pH	5,0±0,6
	Q, МДж/кг	23,57±0,92
Физические свойства	W, %	89,0±1,5
	w, кг/кг	6,5–14,8
	w _{ср} , кг/кг	10,5
	ρ, кг/м ³	1011–1074
	ρ _{ср} , кг/м ³	1039
	ρ _{тв} , кг/м ³	1475–1564
	ρ _{тв ср} , кг/м ³	1518
Элементный состав абсолютно сухого вещества, %	C	58,7±1,4
	H	5,8±0,4
	N	2,6±0,4
	S	0,6±0,7
	O	32,3±1,6
Групповой состав органической массы абсолютно сухого вещества, %	Б	4,7±1,8
	ВР, ЛГ	23,3±4,5
	РВ	11,8±2,8
	ГК	42,1±5,6
	ФК	15,1±3,6
	Ц	1,7±0,7
	Л	12,4±2,7
Состав зольной части торфа абсолютно сухого вещества, %	SiO ₂	1,4±1,1
	CaO	2,6±1,2
	Fe ₂ O ₃	1,1±0,7
	Al ₂ O ₃	0,5±0,5
	P ₂ O ₅	0,1±0,03
	SO ₃	0,4±0,3
Содержание микроэлементов в сухом торфе, мг/кг	Zn	0,7–58,8
	Cu	0,5–32,5
	Mo	0,2–3,5
	Co	0,2–4,2
	Mn	17,0–1142,0



Поперечный разрез торфяного месторождения «Ольчешское» по зольности (%)
 Cross-section of the Olcheskoe peat deposit by ash content (%)

ключевую роль: низкая зольность свидетельствует о высоком качестве исходного материала и его потенциале с точки зрения экологии и устойчивого развития. Наиболее подходящим для топлива является торф низинного и переходного типов, лесного и лесо-топяного подтипов, категорий Н-3-(2-3), П-3-(1-2) и П-(2-3)-(1-2). Торф этих категорий содержит также большое количество гуминовых кислот (41–50% от абсолютно сухого вещества органической массы) и характеризуется высокой теплотой сгорания — 22–24 МДж/кг.

Для использования торфа как компонента удобрений большую роль играют высокомолекулярные гумусные вещества, содержащиеся в хорошо разложившемся торфе, так как они способствуют удержанию влаги и питательных элементов, что особенно важно в условиях недостатка осадков.

Гуминовые кислоты, составные части гумуса обладают способностью связываться с минералами и микроэлементами, делая их доступными для растений. Они принимают участие в регуляции процессов обмена веществ, что способствует улучшению роста и развития растений. Фульвокислоты, в свою очередь, активизируют метаболизм растений и повышают их устойчивость.

Также стоит отметить, что торф, благодаря своей природе, имеет кислую реакцию, что может быть особенно полезно для подкисления щелочных почв. Такой эффект позволяет расширять спектр культур, которые можно успешно выращивать в данных условиях.

Выбор направлений использования торфяного месторождения требует тщательной аналитической работы, направленной на оценку запасов, их распределения и качества. Важными характеристиками, которые необходимо учитывать, являются тип и вид торфа, степень его разложения, содержание влаги и зольность, что непосредственно влияет на его функциональные возможности [15, 16]. Технологические новшества и прогрессивные методы обработки торфа открывают новые горизонты для его эффективного и устойчивого применения, способствуя развитию возобновляемых источников энергии [17, 18].

При этом на выбор направления использования торфа влияние оказывают:

- Физико-химические свойства торфа, ботанический состав, определяющие вид торфа, его категорию, объем запасов.
- Востребованность торфа в отраслях конкретного региона.
- Выгодность вариантов использования торфяных ресурсов с экономиче-

ской точки зрения и технологичности производства.

Работа с базой данных — один из этапов общесистемного подхода к процессу оценки запасов и принятия решений по производству определенного вида продукции. Внедрение информационных технологий в процесс добычи торфа затрагивает все этапы:

1. Данные детальной разведки.
 - Анализ физико-химических свойств торфа по пунктам опробования.
 - Определение группового состава торфа по пунктам опробования.

2. Обработка данных.
 - Оценка запасов и определение категорий торфяного сырья, содержания отдельных компонентов по данным детальной разведки с помощью электронных таблиц Microsoft Excel с использованием базы данных.

- Составление и анализ 3D-модели торфяного месторождения с помощью горно-геологических информационных систем (ГГИС).

- Оценка направлений использования торфа различных категорий.

3. Подготовка к добыче и добыча сырья.

- Обоснование стратегии и способа добычи торфа.

- Составление плана селективной выборки категорий торфа по годам в зависимости от направлений использования.

- Визуализация процесса добычи с помощью ГГИС.

- Принятие решений по природоохранным мероприятиям в процессе добычи и после освоения торфяного месторождения.

- Добыча сырья.

Спектр использования торфа постоянно расширяется, открывая новые горизонты для исследований [19, 20]. Современные технологии переработки торфа позволяют создавать высокоэффектив-

ные сорбенты, способные очищать воду и воздух от вредных веществ, а также восстанавливать экосистемы, подвергшиеся загрязнению [21]. Наноматериалы, полученные из торфа, находят применение в различных областях, от медицины до электроники, демонстрируя уникальные характеристики и функциональные свойства.

Выводы

В результате проведенного исследования была осуществлена привязка генетической классификации видов торфа к их характеристикам, что открыло новые горизонты для комплексного анализа. Разработанная база данных, охватывающая 40 видов торфа, служит основой для детального изучения физико-химических свойств и потенциального применения в промышленных процессах. Данный подход способствует не только оптимизации процессов использования торфа, но и повышению уровня его устойчивого менеджмента, что является важным шагом к экологически чистым технологиям.

Наличие QR-кода обеспечивает мгновенный доступ к информации о виде торфа, позволяя использовать его в различных сферах — от экологии до сельского хозяйства. В настоящее время торф становится не только источником экологически чистого сырья, но и важным элементом в борьбе за сохранение окружающей среды и обеспечение продовольственной безопасности.

Внедрение новых технологий и методов оценки запасов торфа предоставляет уникальные возможности для управления природными ресурсами, обеспечивает их рациональное использование. Система представления данных в числовом виде делает возможным проведение количественных исследований и оптимизацию использования торфа для современных нужд.

При оценке запасов также учитывается роль торфяного месторождения в цепи взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов природной среды. С помощью комплексной оценки запасов торфа и ГГИС-технологий появляется возможность решения широкого спектра задач при комплексном освоении торфяных ресурсов.

Торф, как уникальный природный материал, не только служит важным источником энергии, но и играет значительную роль в углеродном цикле, влияя на климатические процессы и биоразнообразие экосистем. Поэтому комплексная оценка запасов торфа — это не только научная задача, но и практическая необходимость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gard M., Hasterok D., Halpin J. A. Global wholerock geochemical database compilation // *Earth System Science Data*. 2019, vol. 11, no. 4, pp. 1553–1566. DOI: 10.5194/essd-11-1553-2019.
2. Konovalov V., Yershova T., Bedrina S. Mining and hydraulic engineering structures as commercialized facilities // *E3S Web of Conferences*. 2020, vol. 177, article 06003. DOI: 10.1051/e3s-conf/202017706003.
3. Кравченко В. Г. Содержание и значение, роль пространственных данных // *Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»*. — 2023. — № 1. — С. 83–88.
4. Adjiski V., Serafimovski D., Despodov Z., Mijalkovski S. Proposed prototype model of QR code integration in underground mining industry using smartphones // *Podzemni Radovi*. 2018, vol. 32, pp. 33–46. DOI: DOI: 10.5937/PodRad1832033A.
5. Vongpradhip S. Use multiplexing to increase information in QR code / *Computer Science & Education: 8th International Conference*. 2013. DOI: 10.1109/ICCSE.2013.6553938
6. Okazaki S., Navarro A., Campo S. Cross-media integration of QR code. A preliminary exploration // *Journal of Electronic Commerce Research*. 2013, vol. 14, no. 2, pp. 137–148. URL: http://www.jecr.org/sites/default/files/14_02_p1.pdf.
7. Law C., So S. QR codes in education // *Journal of Educational Technology Development and Exchange*. 2010, vol. 3, no. 1, pp. 85–100.
8. Панов В. В., Токарев С. В., Женихов Ю. Н. Методические особенности разведки месторождений торфа в соответствии с целями их использования // *Труды Инсторфа*. — 2018. — № 18(71). — С. 8–28.
9. Александров Б. М. Построение стратиграфических профилей торфяных месторождений на ЭВМ // *Известия вузов. Горный журнал*. — 1984. — № 2. — С. 17–21.
10. Krumins J., Klavins M., Silamikele I. Peat, its characteristics and wise use: peat studies in Latvia. LAP Lambert Academic Publishing. 2015, 240 p.
11. Maitra M. K., Islam M. A., Mamun M. A. Thickness, distribution and quality assessment of gopalganj-madaripur peat deposits: A case study of potential economic opportunities in mid-eastern low-lying bangladesh // *International Journal of Geosciences*. 2014, vol. 5, no. 5, pp. 943–955. DOI: 10.4236/ijg.2014.59081.
12. Инишева Л. И., Достовалова М. С., Инишев Н. Г. Болотные ресурсы горного Алтая и подходы к их рациональному использованию // *Мелиорация и водное хозяйство*. — 2022. — № 5. — С. 11–16.
13. Лебзин М. С., Егошина О. С., Александров Б. М. Исходная база данных для комплексной оценки запасов торфа по категориям сырья с учетом QR-кодов и оцифровывания генетической классификации видов торфа. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024622055, 16.05.2024. Заявка № 2024621744 от 06.05.2024.
14. Тимофеева С. С., Исламова С. И., Ермолаев Д. В. Композиционное топливо на основе торфа и древесных отходов // *Труды Академэнерго*. — 2019. — № 4 (57). — С. 122–132.
15. Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения. — М., 1976. — 487 с.
16. Македонов А. В., Вальц И. Э. Геологические и геохимические условия современного торфонакопления (на примере торфяников Северо-Запада Русской платформы) / *Состояние и*

задачи советской литологии: сборник докладов VIII Всесоюзного литологического совещания. Т. 3. — М.: Недра, 1970. — С. 161–167.

17. *Кашинская Т. Я., Гаврильчик А. П., Агейчик И. В.* К вопросу о выборе экологосовместимых технологий освоения торфяных месторождений. — Минск: Институт природопользования НАН Беларуси, 2011.

18. *Александров Б. М., Егошина О. С.* Использование IT-технологий в раскрытии генезиса образования вещества на примере торфа // *Известия высших учебных заведений. Горный журнал.* — 2023. — № 6. — С. 91–99.

19. *Томсон А. Э., Наумова Г. В.* Торф и продукты его переработки. — Минск: Беларуская навука, 2009. — 328 с.

20. *Лиштва И. И., Лис Л. С.* Этапы становления и развития науки о торфе, торфяных месторождениях и сапропелях // *Труды Инсторфа.* — 2019. — № 19(72). — С. 3–17.

21. *Валиев Н. Г., Лебзин М. С., Усманов А. И., Завьялов С. С.* Использование торфа в качестве сорбента тяжелых металлов // *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле.* — 2023. — № 3. — С. 137–146. **ИДБ**

REFERENCES

1. Gard M., Hasterok D., Halpin J. A. Global wholerock geochemical database compilation. *Earth System Science Data*. 2019, vol. 11, no. 4, pp. 1553–1566. DOI: 10.5194/essd-11-1553-2019.

2. Konovalov V., Yershova T., Bedrina S. Mining and hydraulic engineering structures as commercialized facilities. *E3S Web of Conferences*. 2020, vol. 177, article 06003. DOI: 10.1051/e3s-conf/202017706003.

3. Kravchenko V. G. The content and meaning, the role of spatial data. *International Journal of Applied Sciences and Technology Integral*. 2023, no. 1, pp. 83–88. [In Russ].

4. Adjiski V., Serafimovski D., Despodov Z., Mijalkovski S. Proposed prototype model of QR code integration in underground mining industry using smartphones. *Podzemni Radovi*. 2018, vol. 32, pp. 33–46. DOI: DOI: 10.5937/PodRad1832033A.

5. Vongpradhip S. Use multiplexing to increase information in QR code. *Computer Science & Education: 8th International Conference*. 2013. DOI: 10.1109/ICCSE.2013.6553938

6. Okazaki S., Navarro A., Campo S. Cross-media integration of QR code. A preliminary exploration. *Journal of Electronic Commerce Research*. 2013, vol. 14, no. 2, pp. 137–148. URL: http://www.jecr.org/sites/default/files/14_02_p1.pdf.

7. Law C., So S. QR codes in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*. 2010, vol. 3, no. 1, pp. 85–100.

8. Panov V. V., Tokarev S. V., Zhenikhov Iu. N. Methodical features of exploration of peat deposits in accordance with the purposes of their use. *Trudy Instorfa*. 2018, no. 18(71), pp. 8–28. [In Russ].

9. Aleksandrov B. M. Building stratigraphic profiles of peatlands at a computer. *Minerals and Mining Engineering*. 1984, no. 2, pp. 17–21. [In Russ].

10. Krumins J., Klavins M., Silamikele I. *Peat, its characteristics and wise use: peat studies in Latvia*. LAP Lambert Academic Publishing. 2015, 240 p.

11. Maitra M. K., Islam M. A., Mamun M. A. Thickness, distribution and quality assessment of gopalganj-madaripur peat deposits: A case study of potential economic opportunities in mid-eastern low-lying bangladesh. *International Journal of Geosciences*. 2014, vol. 5, no. 5, pp. 943–955. DOI: 10.4236/ijg.2014.59081.

12. Inisheva L. I., Dostovalova M. S., Inishev N. G. Swamp resources of the Altai Mountains and approaches to their rational use. *Melioration and water management*. 2022, no. 5, pp. 11–16. [In Russ].

13. *Lebzin M. S., Egoshina O. S., Aleksandrov B. M. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh No. 2024622055* [Certificate of state registration of the database 2024622055], 16.05.2024. [In Russ].

14. Timofeeva S. S., Islamova S. I., Ermolaev D. V. Composite fuel based on peat and wood waste. *Transactions of Academenergo*. 2019, no. 4 (57), pp. 122–132. [In Russ].

15. *Tyuremnov S. N. Torfyanye mestorozhdeniya* [Peatlands], Moscow, 1976, 487 p.

16. *Makedonov A. V., Valts I. E. Geological and geochemical conditions of the present peat accumulation (by the example of peatlands of the north-west of the Russian Platform). Sostoyanie i zadachi*

sovetskoy litologii: sbornik dokladov VIII Vsesoyuznogo litologicheskogo soveshchaniya, Т. 3 [Condition and objectives of the soviet lithology: Proceedings of the 8th All-Union lithological conference. Vol. 3], Moscow, Nedra, 1970, pp. 161–167. [In Russ].

17. Kashinskaya T. Ya., Gavril'chik A. P., Ageychik I. V. *K voprosu o vybore ekologosovmestimyykh tekhnologiy osvoeniya torfyanykh mestorozhdeniy* [On the issue of choosing environmentally compatible technologies for the development of peat deposits], Minsk, 2011.

18. Aleksandrov B. M., Egoshina O. S. Using IT-technologies when researching into the genesis of substance formation by the example of peat. *Minerals and Mining Engineering*. 2023, no. 6, pp. 91–99. [In Russ].

19. Tomson A. E., Naumova G. V. *Torf i produkty ego pererabotki* [Peat and its products of processing], Minsk, Belaruskaya navuka, 2009, 328 p.

20. Lishtvan I. I., Lis L. S. Stages of formation and the development of peat, peat deposits and sapropel science. *Trudy Instorfa*. 2019, no. 19(72), pp. 3–17. [In Russ].

21. Valiev N. G., Lebzin M. S., Usmanov A. I., Zavyalov S. S. The use of peat as a sorbent of heavy metals. *News of the Tula state university. Sciences of Earth*. 2023, no. 3, pp. 137–146. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Егошина Ольга Сергеевна¹ – старший преподаватель,

e-mail: olga.egoshina@m.ursmu.ru,

ORCID ID: 0009-0001-1077-1373,

Александров Борис Михайлович¹ – д-р техн. наук,

профессор, e-mail: boris.aleksandrov@m.ursmu.ru,

¹ Уральский государственный горный университет.

Для контактов: Егошина О.С., e-mail: olga.egoshina@m.ursmu.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

O.S. Egoshina¹, Senior Lecturer,

e-mail: olga.egoshina@m.ursmu.ru,

ORCID ID: 0009-0001-1077-1373,

B.M. Aleksandrov¹, Dr. Sci. (Eng.), Professor,

e-mail: boris.aleksandrov@m.ursmu.ru,

¹ Ural State Mining University, 620144, Ekaterinburg, Russia.

Corresponding author: O.S. Egoshina, e-mail: olga.egoshina@m.ursmu.ru.

Получена редакцией 16.07.2024; получена после рецензии 25.10.2024; принята к печати 10.12.2024.

Received by the editors 16.07.2024; received after the review 25.10.2024; accepted for printing 10.12.2024.

