

## АНАЛИЗ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ВЫЕМКИ ОРГАНОГЕННОГО ГРУНТА

*Соловьев И.В., Михайлов А.В.*

*Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург*

**Ключевые слова:** органогенный грунт, селективный метод, выемочно-транспортное оборудование, рабочий орган, копающий грейфер.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается вопрос выбора средств механизации для проведения добычи слаборазложившегося торфяного сырья селективным методом выемки. Для выбора типа рабочего органа и его основных конструктивных параметров применяется системный подход. Применение системного подхода в задаче определения типа рабочего органа технологического модуля для реализации селективного метода добычи позволяет решить ее с декомпозицией на отдельные технологические операции. В рамках исследования установлено, что гидравлический двухчелостной вильчатый грейфер является рациональным вариантом рабочего органа для реализации селективной выемки с учетом критериев рационального выбора: осуществление выемки должно производиться с минимальным нарушением структурных характеристик материала, существует возможность выполнения сосредоточенных работ с образованием неглубоких выемок, обладать универсальностью и многофункциональностью. Выявление частных критериев эффективной работы оборудования позволит выбрать рациональные конструктивные характеристики выбранного типа рабочего органа.

## ANALYSIS OF THE CHOICE OF EQUIPMENT FOR SURFACE EXCAVATION OF ORGANOGENIC SOIL

*Soloviev I.V., Mikhailov A.V.*

*Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg*

**Keywords:** selective method, peat raw materials, acrothelm, fibrous material, excavation and transport equipment, working body, grappling equipment.

**Abstract.** This article discusses the issue of choosing the means of mechanization for the extraction of poorly decomposed peat raw materials by the selective method of excavation. A systematic approach is used to select the type of working body and its main design parameters. The application of a systematic approach to the problem of determining the type of working body of a technological module for the implementation of a selective extraction method can be solved with decomposition into separate technological operations. As part of the study, it was found that a hydraulic double-jawed fork grab is a rational variant of the working body for the implementation of selective excavation, considering the criteria of rational choice: the excavation should be carried out with minimal disruption of the structural characteristics of the material, it is possible to perform concentrated work with the formation of shallow recesses, have versatility and versatility. Identification of particular criteria for the effective operation of the equipment will allow to choose rational design characteristics of the selected type of working body.

**Введение.** В настоящее время слаборазложившееся волокнистое торфяное сырье из верхнего слоя залежи находит применение в ряде отраслей промышленности, благодаря особым физико-механическим и химическим свойствам: высокой влагоемкости, теплоемкости, адсорбционным свойствам и низкому уровню рН и др.

В работе [1] представлена технология выемки слаборазложившегося поверхностного слоя органогенного грунта (торфа) селективным методом, который является реализацией карьерного способа и не требует операций по осушению месторождения. Техногенное воздействие на экосистему разрабатываемого месторождения минимально (по сравнению с традиционными способами разработки торфяных месторождений).

При реализации данного метода происходит вертикальная выемка сырья поверхностного слоя залежи на глубину до полуметра. Эскавация сырья производится по систематической сетке с образованием лагун [2].

В работе [3] проведено обоснование структуры выемочного оборудования для реализации селективного метода. Исходя из принципов формирования структуры средств механизации для добычи торфяного сырья карьерным способом, оборудование для добычных работ синтезировано в модуль для решения задачи выемки сырья с учетом физико-механических свойств грунта. Технологический модуль укомплектован универсальным тяговым устройством, транспортным средством и гидроманипулятором с закрепленным на нем рабочим органом, который является основным выемочно-погрузочным устройством. Работа модуля ведется с быстровозводимых мостовых сооружений.

Специфика работы технологических машин и условия их эксплуатации являются определяющими факторами при выборе принципиальных характеристик и конструктивных особенностей рабочих органов машин [3, 4].

При механической выемке органометных грунтов необходимо ориентироваться на их физико-механические свойства для определения граничных условий эффективного функционирования рабочего органа выемочного оборудования.

Цель работы – выбор многофункционального рабочего органа технологического модуля для реализации селективного метода добычи торфяного сырья для осуществления выемки и погрузки без нарушения структуры вынимаемого материала с учетом физико-механических свойств органометного грунта.

**Методология исследования.** Задача обоснования выбора рабочего органа для проведения сосредоточенных выемочно-погрузочных операций с образованием неглубоких выемок на органометных грунтах является комплексной, поскольку, существует необходимость учета ряда особенностей, ограничений и критериев выбора, которые можно скомпоновать в три категории:

- 1) физико-механические свойства залежи;
- 2) параметры выемочно-погрузочного оборудования;
- 3) структурные характеристики грунта.

Добычи сырья селективным методом представляет собой совокупность достаточно сложных технологических процессов, чтобы задачи их исследования и повышения эффективности были решены для системы в целом, без декомпозиции на отдельные операции, что является одной из предпосылок для системного анализа.

Системный подход к исследованию технологических процессов позволяет охарактеризовать общие свойства вопроса выбора типа рабочего органа выемочно-погрузочного оборудования и повышение эффективности его функционирования. С его помощью возможно выделить основные компоненты вопроса, связанные с эффективным использованием того или иного рабочего органа при экскавации торфяного сырья из залежи; оценить взаимосвязь отдельных компонентов системы и обеспечить комплексное решение на единых методологических позициях [5].

Технологический процесс выемки торфяного сырья селективным методом с использованием технологического модуля может рассматриваться как механико-технологическая система (МТС-ТСМ), в которой реализуется алгоритм функционирования, обеспечивающий достижение заданной цели, получение результата с регламентируемыми техническими параметрами и качеством процесса. Особенностью МТС-ТСМ являются свойства объектов системы, которые связаны с характеристиками торфяной залежи и сырья, параметрами модуля и рабочего органа технологической машины.

Системе МТС-ТСМ присуще свойство изменчивости в пространстве из-за анизотропии свойств торфяной залежи ввиду разного ботанического состава растений–торфообразователей и степени разложения в разных участках месторождения.

Главными элементами МТС-ТСМ являются торфяная залежь (ТЗ) (торфяное сырье (ТС), после осуществления выемки) и рабочий орган (РО) в составе технологического оборудования (ТО). В составе средств контроля и управления СКУ, как элементов МТС-ТСМ, находятся технические средства контроля и измерения характеристик элементов

группы ТЗ/ТС, показателей технологического процесса и параметров оборудования. Совокупность элементов механико-технологической системы допускает выделение различных уровней иерархии. Взаимное воздействие группы ТЗ/ТС и группы ТО/РО соответствует взаимному механическому воздействию в процессе выемки и погрузки (связь 1,2). Связь 3 отражает возможность измерения характеристик элементов группы ТЗ/ТС с помощью средств контроля и управления (связь 3); показатели технологического процесса, параметров технологического оборудования и определение моделей технологических процессов в СКУ определяет связь 4; наличие управляющих и оптимизирующих воздействий в СКУ на показатели технологического процесса отражает связь 5 (рис. 1).



Рис. 1. Структурная схема МТС-ТСМ

Функционирование МТС-ТСМ обеспечивается связями элементов системы с поставленной целью функционирования (ЦФ) и реализацией алгоритма функционирования (АФ). Прямые связи 6, 7 обеспечивают достижение поставленной цели функционирования, обратные связи 8, 9 обеспечивают коррекцию алгоритма и цели функционирования, если цель функционирования в МТС-ТСМ не может быть достигнута.

На основании неформального описания МТС-ТСМ и ее структуры можно дать определение: механико-технологическая выемки торфяного сырья селективным методом есть совокупность технологии и технических средств, которая характеризуется распределенностью и изменчивостью в пространстве, наличием цели и алгоритма функционирования.

Цель функционирования МТС-ТСМ состоит в осуществлении выемки торфяного сырья из залежи и погрузки сырья в транспортное средство по заданному алгоритму.

Алгоритм функционирования МТС-ТСМ заключается в последовательности действий, которые описывают рабочий процесс.

Исходя из физико-механических свойств торфяной залежи, выбираются основные параметры технологического оборудования и конструктивные характеристики рабочего органа (связь 1). После выемки из залежи торфяное сырье погружается в кузов транспортного средства (связь 2).

Основные физико-механические свойства поверхностного слоя органогенного грунта: высокая влажность (до 95%), низкая степень разложения до 5%, относительно низкая прочность. Усредненные значения предела прочности залежи поверхностного слоя залежи на сдвиг  $\tau$  равны от 20 до 30 кПа и величины удельного сопротивления грунта статическим зондированием  $q$  равны от 65 до 75 кПа [5].

Торфяные залежи магелланикум, сфагнум, фускум, комплексного верхового торфа обладают волокнистой текстурой, которая представлена слабо разложенными волокнистыми остатками растений в однородной массе, плейчатой и губчатой структурой, отдельные

элементы лежат рыхло при незначительном содержании гумуса [6]. Структурные свойства верхового слоя торфяной залежи определяют эксплуатационные свойства будущих изделий, созданных на основе слаборазложившегося торфяного сырья.

Таким образом, возможно обозначить ряд критериев рационального выбора:

1) функционал рабочего органа должен позволять применять его на сосредоточенных земляных работах с образованием неглубоких выемок (до полуметра);

2) он должен обладать универсальностью, широким диапазоном эффективного применения.

3) рабочий орган должен быть многофункциональным: операции по выемке, погрузке, разгрузке должны выполняться в едином технологическом цикле.

4) при осуществлении выемки необходимо сохранять структурные характеристики сырья.

#### **Выбор типа рабочего органа для экскавации верхнего слоя торфяной залежи.**

Практически во всех торфяных производствах применяется оборудование циклического способа действия, для которых характерна строгая последовательность технологических операций и стадий во времени и обособленность операций в пространстве. Для средств экскавации циклического действия применяются разные типы рабочих органов: ковш, фреза, шнек, ротор, грейфер [10].

Для реализации селективного метода необходимо применять такие типы рабочих органов, которые обладают возможностью осуществления выемки с минимальным нарушением структурных свойств сырья. К рабочим органам с требуемой функциональностью относятся рабочие органы грейферного типа.

Грейферное оборудование предназначается для разработки грунтов, погрузки-разгрузки материалов независимо от их расположения относительно уровня стоянки оборудования.

Грейферным рабочим органам присущи преимущества, что делает их универсальными перед аналогичными рабочими органами:

- выполняют рытье локально с высокой проникающей способностью;
- обладают мощным усилием смыкающихся частей;
- повышают производительность — рабочий процесс проходит в коротком временном цикле, за счет быстрого открывания и закрывания челюстей;
- имеют широкую область применения.

Классификация грейферов основана на типе привода замыкания челюстей и их кинематическим признакам: существуют канатные и приводные грейферы.

При использовании канатного грейфера начальное внедрение в грунтовой массив происходит под действием собственного веса оборудования. Рационально использовать приводной тип грейферов, поскольку усилие внедрения в грунт на начальном этапе осуществляется с помощью силового механизма манипуляторного устройства, что позволяет реализовывать мощность силовых механизмов целесообразно.

В грейферных механизмах широко используется гидравлический привод, так как данный тип отличается простотой конструкции и надежностью, имеет возможность бесступенчатого регулирования в широких пределах; обладает меньшей инерцией по сравнению с канатными приводами.

Основные типы гидравлических грейферов имеют модификации для улучшения работы оборудования в определенных условиях. Классификация гидравлических грейферов основана на количестве рабочих элементов и их форме. Из всего многообразия формы рабочих элементов грейфера и количества челюстей, широкое распространение при работе с волокнистыми средами получили двухчелюстные вильчатые грейферы.

Для достижения цели функционирования МТС-ТСМ необходимо выполнять последовательность действий, которые описывают рабочий процесс осуществления выемки материала с помощью двухчелюстного вильчатого грейфера: принцип работы грейферного оборудования основан на процессе захвата материала и его выемки. Захват осуществляется внедрением челюстей грейфера в грунт, смыканием челюстей и отрывом захваченной части материала от общей массы грунта.

Для рационального выбора типа рабочего органа необходимо выбрать критерии его эффективного использования.

Вопрос применения рабочих органов повышенной эффективности в рамках селективного метода связан с минимизацией затрат энергии на выполнение технологических операций; с обеспечением процесса выемки с минимальным нарушением структурных свойств сырья и максимизацией производительности, которая определяется объемом вынимаемого материала за один рабочий цикл.

В качестве частных критериев эффективности рабочего органа, как основного элемента системы МТС-ТСМ, целесообразно рассматривать три критерия.

1. Критерий минимума энергозатрат за один рабочий цикл.

Энергия, затрачиваемая за один рабочий цикл, складывается из затрат энергии на погружение (внедрение)  $E_{внед}$  выемочного оборудования в грунт, смыкание  $E_{смык}$  элементов для осуществления захвата и отрыва  $E_{отр}$  единичного объема захвата из залежи. Поэтому следует сделать вывод, что затраты энергии на цикл работы оборудования равняются сумме затрат энергии на воспроизведение каждого отдельного процесса:

$$E = (E_{внед} + E_{смык} + E_{отр}) \rightarrow \min .$$

2. Критерий обеспечения малонарушенной структурных характеристик.

При осуществлении выемки отдельные слои торфяной залежи не перемешиваются при захватывании материала рабочими элементами.

3. Критерий максимума производительности за один рабочий цикл.

Критерий максимальной производительности основывается на объеме захваченного материала грейфером за один рабочий цикл с учетом обеспечения запаса устойчивости выемочно-погрузочного оборудования.

Опасность потери устойчивости выемочно-транспортного оборудования возникает в случае превышения величины суммарного опрокидывающего момента от действия внешних сил над величиной суммарного удерживающего момента оборудования. С точки зрения выбора параметров рабочего органа, необходимо учитывать массу грейфера и объем захваченного материала за один рабочий цикл МТС:

$$П = abh \rightarrow \max ,$$

где  $a$  – длина выемки;  $b$  – ширина выемки;  $h$  – глубина выемки.

$$m_{грейфера} \rightarrow \min ,$$

где  $m_{грейфера}$  – масса грейфера.

Таким образом, для реализации селективной выемки торфяного сырья малой степени разложения целесообразно использовать гидравлический двухчелюстной вильчатый грейфер, с помощью которого возможно производить выемку с минимальным нарушением структурных свойств, данный тип оборудования возможно использовать при работе с волокнистыми материалами. Он обладает многофункциональностью: с его помощью возможно производить операции выемки и погрузки сырья в едином технологическом цикле.

Исходя из частных критериев выбора параметров рабочего оборудования, как основного элемента МТС-ТСМ, необходимо выбрать форму и размеры рабочих элементов грейфера, при которых энергозатраты будут минимальны. А также выбрать такие размерно-массовые параметры конструкции, при которых вынимается максимально возможный объем материала за один цикл работы при минимальной массе рабочего органа.

**Заключение.** Системный подход к задаче выбора типа рабочего органа технологического модуля для реализации селективного метода добычи позволяет выявить критерии рационального выбора оборудования. Силовое оборудование рабочего органа должно развивать необходимые усилия, направленные на осуществление формоизменения захватываемого материала при выемке с учетом паспорта прочности грунта.

Гидравлический двухчелюстной вильчатый грейфер является рациональным вариантом типа рабочего органа для реализации селективной выемки с учетом предъявляемых требований.

Анализ частных критериев функционирования МТС с точки зрения рабочего органа создает предпосылки для проведения дальнейших исследований по установлению геометрических и конструктивных параметров грейферного оборудования для проведения работ по селективной выемки сырья.

#### Список литературы

1. Mikhailov A. Restoration of peatlands after selective white peat excavation // Book of Abstracts of the 14th International Peat Congress. Peatlands in Balance Stockholm, Sweden June 3-8. – 2012. – P. 448. – DOI: 10.1017/CBO9781139059152.015.
2. Михайлов А.В., Таранов А.Г., Синицкий В.И. Принципы селективной экскавации торфяного сырья // Инновационные системы отведения и очистки поверхностного стока с урбанизированных территорий: – Петрозаводск: Свое издательство, 2014. – С. 74-81.
3. Соловьев И.В., Михайлов А.В. Особенности компоновки технологического модуля для добычи торфяного сырья малой степени разложения // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2022. – №16. – С. 103-109. – DOI: 10.26160/2658-3305-2022-16-103-109.
4. Михайлов А.В., Таранов А.Г. Комплект выемочного оборудования для селективной добычи торфяного сырья // Инновации на транспорте и в машиностроении: сборник трудов III международной научно-практической конференции. – СПб., 2015. – С. 55-59.
5. Михайлов А.В., Иванов С.Л., Габов В.В. Формирование и эффективное использование машинного парка торфодобывающих компаний // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2015. – Т. 14, № 14. – С. 82-91.
6. Орлов А.С., Пономарева Т.И., Селятина С.Б. Структура и сорбционные свойства верхового торфа приарктических территорий // Успехи современного естествознания. – 2017 – № 1 – С. 18-22.
7. Joosten H., Clarke D. Wise use of mires and peatlands: background and principles including a framework for decision-making // International Mire Conservation Group: International Peat Society, Saarijärven Offset Oy, Saarijärvi, Finland. – 2002. – P. 304.
8. Anderson R., Peace A. Ten-year results of a comparison of methods for restoring afforested blanket bog // Mires and Peat. 2017, vol. 19(6), pp. 1-23.
9. Пенчук, В. А., Белицкий Д.Г. История и перспективы развития грейферных рабочих органов // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2007. – № 38. – С. 36-38.
10. Мисников, О. С., Панов В.В. Туманное будущее торфяной отрасли России // Техника и технология горного дела. – 2018. – №1(1). – С. 42-56.
11. Якупов Д.Р., Иванов С.Л., Иванова П.В., Пермьякова Е.К. К вопросу классификации способов добычи торфяного сырья и средств их реализации // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – №10 (специальный выпуск 34). – С. 3-11. – DOI 10.25018/0236-1493-2020-10-34-3-11.
12. Гамаюнов С.Н., Гамаюнова А.Н. К вопросу о классификации способов добычи торфа // Труды Инсторфа. – 2015. – №11. – С. 13-18.
13. Худякова И.Н., Резванова Э.А., Коконков А.А., Иванов С.Л. Формирование структуры основного технологического оборудования автономного комплекса для добычи торфа из неосушенного месторождения // Интернет-журнал Науковедение. – 2017. – Т. 9, № 3. – С. 93.
14. Жигульская А.И., Лемешев А.В., Гусева А.М., Бурмистров И.С. Классификация машин и оборудования для добычи и переработки древесных ресурсов торфяного месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – №11. – С. 144-150.
15. Жигульская А.И., Зюзин Б.Ф., Танделов А.В., Шаихмагомедов М.К. Экологические аспекты в выборе конструктивных и схемных решений оборудования для переработки торфодревесного сырья // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 3. – С. 62-66.
16. Синюткина А.А., Гашкова Л.П., Малолетко А.А. Трансформация поверхности и растительного покрова осушенных верховых болот юго-востока Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2018. – № 43. – С. 196-223.
17. Худякова И.Н., Вагапова Э.А., Иванов С.Л. Выбор и обоснование параметров технологического оборудования комплекса добычи торфяного сырья из натуральной залежи // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № 3 (специальный выпуск 4). – С. 3-15. – DOI: 10.25018/0236-1493-2019-3-4-3-15.
18. Hugron S.S., Rochefort L. Sphagnummosses cultivated in outdoor nurseries yield efficient plant material for peatland restoration // Mires and Peat. 2018, vol. 20(11), pp. 1-6.
19. Якупов Д.Р., Монтяков Н.Ю., Иванова П.В., Иванов С.Л. Рабочее оборудование средств для экскавации полезных ископаемых // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 14 (специальный выпуск 10). – С. 3-17.
20. Орлов А.С., Пономарева Т.И., Селятина С.Б. Структура и сорбционные свойства верхового торфа приарктических территорий // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 1 – С. 18-22.

## References

1. Mikhailov A. Restoration of peatlands after selective white peat excavation // Book of Abstracts of the 14th International Peat Congress. Peatlands in Balance Stockholm, Sweden June 3-8. – 2012. – P. 448. – DOI: 10.1017/CBO9781139059152.015.
2. Mikhailov A.V., Taranov A.G., Sinitisky V.I. Principles of selective excavation of peat raw materials // Innovative systems of drainage and purification of surface runoff from urbanized areas: – Petrozavodsk: Its publishing house, 2014. – P. 74-81.
3. Soloviev I.V., Mikhailov A.V. Features of the layout of the technological module for the extraction of peat raw materials of a low degree of decomposition // Transport, mining and construction engineering: science and production. 2022, no. 16, pp. 103-109. DOI: 10.26160/2658-3305-2022-16-103-109.
4. Mikhailov A.V., Taranov A.G. A set of dredging equipment for selective extraction of peat raw materials // Innovations in transport and mechanical engineering: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. – SPb., 2015. – P. 55-59.
5. Mikhailov A.V., Ivanov S.L., Gabov V.V. Formation and effective use of the machine park of peat mining companies // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Geology. Oil and gas and mining. 2015, vol. 14, no. 14, pp. 82-91.
6. Orlov A.S., Ponomareva T.I., Selyatina S.B. Structure and sorption properties of the top peat of the Arctic territories // Successes of modern natural science. 2017, no. 1, pp. 18-22.
7. Joosten H., Clarke D. Wise use of mires and peatlands: background and principles including a framework for decision-making // International Mire Conservation Group: International Peat Society, Saarijärven Offset Oy, Saarijärvi, Finland. – 2002. – P. 304.
8. Anderson R., Peace A. Ten-year results of a comparison of methods for restoring afforested blanket bog // Mires and Peat. 2017, vol. 19(6), pp. 1-23.
9. Penchuk V.A., Belitsky D.G. History and prospects of development of grapple working bodies // Bulletin of the Kharkiv National Automobile and Road University. 2007, no. 38, pp. 36-38.
10. Misnikov O.S., Panov V.V. The foggy future of the peat industry of Russia // Technique and technology of mining. 2018, no. 1(1), pp. 42-56.
11. Yakupov D.R., Ivanov S.L., Ivanova P.V., Permyakova E.K. On the issue of classification of methods of extraction of peat raw materials and means of their implementation // Mining information and analytical Bulletin. 2020, no. 10 (special issue 34), pp. 3-11. – DOI: 10.25018/0236-1493-2020-10-34-3-11.
12. Gamayunov S.N., Gamayunova A.N. On the classification of peat extraction methods // The works of Instorf. 2015, no. 11, pp. 13-18.
13. Khudyakova I.N., Rezvanova E.A., Kokonkov A.A., Ivanov S.L. Formation of the structure of the main technological equipment of an autonomous complex for peat extraction from an undried deposit // Online journal of Science Studies. 2017, vol. 9, no. 3, pp. 93.
14. Zhigul'skaya A.I., Lemeshev A.V., Guseva A.M., Burmistrov I.S. Classification of machinery and equipment for extraction and processing of wood resources of peat deposits // Mining information and analytical bulletin. 2014, no. 11, pp. 144-150.
15. Zhigul'skaya A.I., Zyuzin B.F., Tandelov A.V., Shaikmagomedov M.K. Ecological aspects in the choice of constructive and circuit solutions of equipment for processing peat-wood raw materials // Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2015, no. 3, pp. 62-66.
16. Sinyutkina A.A., Gashkova L.P., Maloletko A.A. Transformation of the surface and vegetation cover of drained upland swamps of the south-east of Western Siberia // Bulletin of Tomsk State University. Biology. 2018, no. 43, pp. 196-223.
17. Khudyakova I.N., Vagapova E.A., Ivanov S.L. Selection and justification of parameters of technological equipment of the peat raw material extraction complex from natural deposits // Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2019, no. 3 (Special issue 4), pp. 3-15. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-3-4-3-15.
18. Hugron S.S., Rochefort L. Sphagnummosses cultivated in outdoor nurseries yield efficient plant material for peatland restoration // Mires and Peat. 2018, vol. 20(11), pp. 1-6.
19. Yakupov D.R., Montyakov N.Yu., Ivanova P.V., Ivanov S.L. Working equipment of means for the excavation of minerals // Mining information and analytical bulletin. 2021, no. 14 (special issue 10), pp. 3-17.
20. Orlov A.S., Ponomareva T.I., Selyatina S.B. Structure and sorption properties of top peat of Arctic territories // Successes of modern natural science. 2017, no. 1, pp. 18-22.

### Сведения об авторах:

### Information about authors:

<b>Соловьев Иван Васильевич</b> – аспирант	<b>Soloviev Ivan Vasilievich</b> – postgraduate student
<b>Михайлов Александр Викторович</b> – доктор технических наук, профессор кафедры машиностроения	<b>Mikhailov Alexander Victorovich</b> – doctor of technical sciences, professor, professor of mechanical engineering Department
s215048@stud.spmi.ru	

Получена 30.11.2022