

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук, доцента Рахутина Максима Григорьевича на диссертацию Бугебрин Шуаиб на тему: «Обоснование рационального позиционирования гидравлического экскаватора на слабоустойчивых уступах карьеров нерудных материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. «Геотехнология, горные машины».

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 209 наименований и 6 приложений. Текст изложен на 177 страницах и включает 56 рисунков и 38 таблиц.

Автореферат диссертации на 24 с.

1. Актуальность темы исследования

В 2025 году было добыто 290 млн. кубических метров песков природных и получено более 100 млн. кубических метров песчано-гравийных смесей, около 2 млн. т. торфа. Эти полезные ископаемые добываются открытым способом, достаточно часто встречаются слабоустойчивые уступы карьеров. Увеличение точности и скорости позиционирования экскаватора на слабоустойчивых уступах является важной задачей, решение которой позволит повысить производительность и эффективность проводимых работ при добыче как нерудных, так и рудных полезных ископаемых, а работа, направленная на совершенствование позиционирования гидравлического экскаватора на слабоустойчивых уступах, является без сомнения актуальной.

2. Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. Разработана математическая модель рационального позиционирования гидравлического экскаватора на слабоустойчивых уступах карьеров при добыче нерудных материалов, учитывающая номинальное давление на грунт, угол откоса уступа, ширину бермы для выполнения условия устойчивости экскаватора на уступе.

2. Разработан алгоритм интеллектуальной поддержки принятия решений по выбору рационального позиционирования гидравлического экскаватора на уступе карьера, основанный на интеграции данных о геометрии уступа, физико-механических характеристиках грунта и

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-335 от 28.07.26
ЛУ УС

номинальном давлении на грунт, обеспечивающий автоматизированный контроль допустимых режимов функционирования машин.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Диссертационная работа Бугебрин Шуаиб по структуре и содержанию соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, паспорту специальности 2.8.8. «Геотехнология, горные машины».

Достоверность положений, выносимых на защиту, выводов и результатов подтверждается корректностью постановки задач исследований; не противоречивостью их фундаментальным законам и зависимостям; применением лицензионного программного обеспечения на всех этапах исследования; качественным и количественным согласованием результатов теоретических и экспериментальных исследований; удовлетворительными результатами сопоставления авторских разработок с данными независимых исследователей; апробированных научных методов экспериментальных исследований; достаточным объемом экспериментальных данных и стандартными методами обработки полученных результатов.

4. Научные результаты, их ценность

Научные результаты, полученные в диссертационной работе Бугебрин Шуаиб, следующие:

1. В результате анализа условий функционирования одноковшового гидравлического экскаватора на карьерах нерудных материалов определены основные факторы, ограничивающие его функциональность: номинальное давление на грунт, угол откоса карьера, ширина бермы.

2. Экспериментально установлено, что песчаный уступ выдерживает нагрузку в 2 раза большую, чем торфяной уступ, при тех же значениях основных факторов.

3. В результате многофакторного эксперимента получены математические модели коэффициента запаса устойчивости, в которых показано, что для песчаных грунтов величина угла откоса уступа является определяющим фактором (значимость 75,5%), а в случае торфяных грунтов доминирующее влияние (значимость 70,7%) оказывает номинальное

давление экскаватора на грунт.

4. Соблюдение разработанного алгоритма управления позиционированием гидравлического экскаватора на уступе карьера не рудных материалов с использованием элементов искусственного интеллекта обеспечивает снижение продолжительности рабочего цикла на 13%, что приводит к соответствующему росту производительности: при угле поворота на разгрузку 90° – до 11% при совмещении операций и до 23% без совмещения операций, при угле поворота на разгрузку 180° – до 10% при совмещении операций и до 18% без совмещения операций, а также позволяет снизить продолжительность простоев оборудования на 25-50%.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 9 печатных работах, в том числе в 2 статьях, – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (Перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus) в 1 патенте и 3 свидетельствах о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретически значимым результатом исследования являются разработанные математические модели, учитывающие номинальное давление на грунт, угол откоса и пространственное позиционирование гидравлического экскаватора, полученные расчётные зависимости (отдельно для условий добычи песка, торфа), позволяющие прогнозировать устойчивость гидравлического экскаватора на уступах при заданных параметрах, алгоритм управления позиционированием гидравлического экскаватора на слабоустойчивых уступах карьеров при добыче нерудных материалов, обеспечивающий автоматическую корректировку в зависимости от геометрии уступа и параметров грунта.

Разработанное в рамках диссертационной работы техническое решение на устройство для контроля рабочей зоны экскаватора (патент на изобретение

№ 2855340), разработан комплект программ для ЭВМ: программа помощи оператору при позиционировании экскаватора на уступе нерудных карьеров; программа контроля рабочей зоны экскаватора при позиционировании на уступе нерудных карьеров; программа контроля осадки ходовой части экскаватора при работе на уступах нерудных карьеров (свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ №№ 2025615460, 2025664988, 2025666286). Результаты работы внедрены в производственный процесс.

7. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать при эксплуатации карьеров нерудных материалов со слабоустойчивыми уступами.

7. Замечания и вопросы по работе

1. Так как в диссертационной работе рассматриваются «слабоустойчивые уступы карьеров нерудных материалов» то в работе следовало бы пояснить, почему не рассматривались карьеры, разрабатывающие гравийно-песчаные и валунно-гравийно-песчаные месторождения.

2. Некорректно рассматривать в данной работе торф и песок как грунт, так как при их добыче они являются горными породами. Например, областью применения ГОСТ 25100–2020 ГРУНТЫ Классификация, на который есть ссылка в диссертации (источник 31), является «производство инженерных изысканий, проектирование и строительство зданий и сооружений», но не добыча полезных ископаемых.

3. В п. 1.3.2 «Анализ применения самосвалов в составе комплекта машин» следовало бы также рассмотреть и обладающие высокой проходимостью сочленённые самосвалы.

4. Обоснование использования конкретных моделей гидравлического экскаватора, самосвала, колесного трактора и колесного полуприцепа (стр.42 выводы по главе) более логично не в первой «обзорной» главе.

5. В п. 4.2 Результаты определения осадки машин на уступах

карьеров сказано «Нагружение модели гидравлического экскаватора осуществлялось поэтапно грузами массой от 8 до 70 кг (эквивалентно $160 \geq 700$ Н), с одновременной регистрацией осадки модели, характера деформаций, трещинообразования и развития зон сдвига в материале уступа». При описании условий эксперимента и полученных результатов следовало бы указывать не вес модели экскаватора (площадь модели гусениц нигде не указывалась) а моделируемое давление на грунт; также не ясно, о чем сказано в скобках «(эквивалентно $160 \geq 700$ Н)».

6. Одним из результатов диссертационной работы является разработка трех программ для ЭВМ, при этом в самой работе какая-либо информация о них отсутствует. О них следовало бы сказать в тексте диссертации.

7. Диссертация написана хорошим техническим языком, но есть отдельные небрежности: не расшифрованы обозначения использованные для Рисунка 14 стр. 47, в формуле (60) использован показатель $t_{ц}$, но о нем ничего не сказано, вероятно это «время цикла экскаватора $t_{ц}$ (с)» использованного в формуле (59); неточные термины: стр. 39 «вероятность конфликтов при маневрировании», стр. 40 «вероятность конфликтных ситуаций», но на стр. 41 уже более точный термин «риска аварийных ситуаций», на стр. 70 «суставные модели», в первой, второй, третьей и четвертой главах отсутствует нумерация выводов.

Указанные замечания не влияют на научную и практическую значимость полученных результатов, а также не снижают общую положительную оценку работы.

Заключение по диссертации

Диссертация **«Обоснование рационального позиционирования гидравлического экскаватора на слабоустойчивых уступах карьеров нерудных материалов»**, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. – Геотехнология, горные машины полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский

горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Бугебрин Шуаиб** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. – Геотехнология, горные машины.

Официальный оппонент

Профессор кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения Университета МИСИС, доктор технических наук (научная специальность 05.05.06. Горные машины), доцент

 Рахутин
Максим Григорьевич

«16» июля 2026 г.

119049, Москва, Ленинский пр-кт, д. 4, стр. 1.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС». Официальный сайт в сети Интернет: www.misis.ru

тел.: +7 499 230-24-31

e-mail: rahutin.mg@misis.ru

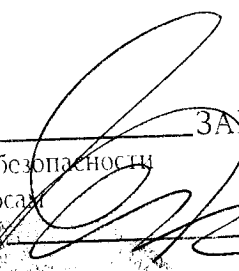
Я, Рахутин Максим Григорьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.



ПОДПИСЬ

Проректор по безопасности
и общим вопросам
НИТУ МИСИС

ЗАВЕРЯЮ

 И.М. Исаев

