

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию

**Бурмистрова Константина Владимировича**

**«Разработка геотехнологических решений по сохранению устойчивости функционирования горнорудных предприятий путем поэтапного вскрытия запасов глубоких горизонтов при открытой и комбинированной отработке крутопадающих месторождений»,**

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности

25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

### **1. Актуальность темы.**

Перспективы разработки рудных крутопадающих месторождений связаны, главным образом, с освоением запасов глубоких горизонтов. Производство горных работ на глубоких горизонтах карьеров имеет ряд особенностей: усложняется доступ к запасам полезного ископаемого, возрастают затраты на технологические процессы, особенно на транспортирование горной массы, динамично изменяются параметры рабочей зоны, возникают сложности с проветриванием карьера. Ухудшающиеся горнотехнические условия разработки месторождений сопровождаются воздействием на предприятие усложняющих внешних факторов: динамично изменяются цена и спрос на добываемое сырье, растут затраты на энергоресурсы, оборудование и материалы. Воздействие внешних и внутренних факторов зачастую снижает устойчивость функционирования горнодобывающего предприятия.

Для обеспечения устойчивости в изменяющихся условиях необходима разработка геотехнологических решений, направленных на сокращение роста затрат не только в текущий момент времени, но и с учетом последующей перспективы освоения месторождения. С увеличением глубины разработки данные решения должны быть направлены на адаптацию существующей схемы вскрытия, вида и моделей применяемых средств транспорта к изменяющимся условиям ведения горных работ.

Разработка глубокозалегающих крутопадающих рудных месторождений осуществляется в течение нескольких десятилетий, на протяжении которых могут применяться открытые, открыто-подземные и подземные горные работы с соответствующими схемами вскрытия. Принимаемые решения по выбору способа и схемы вскрытия месторождения, транспортного обеспечения горных работ могут

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»
за № _____
Дата регистрации <u>04.06.2022</u>
Фамилия регистратора _____

совмещаться с переходом на новый этап открытых горных работ или на открыто-подземный способ разработки. Решение задачи выбора стратегии развития горных работ, варианта вскрытия и транспортного обеспечения является сложным и многофакторным процессом. От своевременности и качества принятых решений по преобразованию транспортной системы карьера, соответствия принятых технологических решений изменяющимся условиям разработки зависят экономическая эффективность и устойчивость функционирования всех подсистем и горнорудного предприятия в целом.

Поэтому разработка методологии обоснования эффективных геотехнологических решений, позволяющих обеспечить устойчивое функционирование горнодобывающих предприятий в периоды перехода на очередные этапы разработки при освоении запасов глубоких горизонтов рудных месторождений открытой и комбинированной геотехнологиями является актуальной и имеет важное социально-экономическое значение для развития горной промышленности России.

## **2. Степень обоснованности выдвинутых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Выполненная диссертационная работа посвящена научному обоснованию и разработке геотехнологических решений для поэтапного вскрытия запасов глубоких горизонтов, повышающих устойчивость функционирования горнорудных предприятий при открытой и открыто-подземной отработке крутопадающих месторождений.

**В первом научном положении** автор доказывает, что устойчивость функционирования горнорудных предприятий при освоении запасов глубоких горизонтов крутопадающих месторождений достигается поэтапным изменением доли поточной технологии транспортирования горной массы с соответствующим изменением положения и параметров карьерных вскрывающих выработок. Изменение схемы вскрытия и транспортного обеспечения предлагается производить при реализации следующих рассматриваемых в работе стратегий развития горнотехнической системы: при изменении параметров текущего этапа разработки; при переходе на новый этап открытых горных работ; при переходе с открытого на открыто-подземный способ разработки; при использовании сформированных техногенных георесурсов для целей, не связанных с добычей руды. Доказательством положения служат доводы автора о том, что поэтапное увеличение доли поточного транспорта при развитии циклично-поточной технологии для условий разработки крутопадающих рудных месторождений позволяет сформировать наиболее перспективные варианты стратегий развития горнотехнической системы. (Положение соответствует п. 2

«Исследование способов вскрытия и методов доступа к георесурсам» паспорта научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)).

**Во втором положении** автор обосновывает целесообразность расширения понятия системы вскрытия и обоснования ее параметров для комплексной оценки эффективности и устойчивости горнорудных предприятий при освоении запасов глубоких горизонтов. При предлагаемом подходе система вскрытия — это совокупность вскрывающих выработок, транспортных средств и устройств, а также внутрикарьерных пунктов перегрузки горной массы, оцениваемая разработанным автором комплексным критерием эффективности, учитывающем вес и целевые значения входящих в него параметров. Обоснованием данного положения служит то, что расширенное количество параметров: технических, технологических, экономических, социальных и экологических, учитываемых предложенным критерием эффективности, позволяет принимать более рациональное решение по выбору варианта вскрытия и стратегии развития горнотехнической системы на основе многофакторного анализа с учетом установленных на предприятии приоритетов. Научной новизной этого положения являются: 1) подход, при котором общепринятое понятие вскрытия месторождений, введенное проф. Е.Ф. Шешко, расширено технико-технологическим дополнением в виде транспортных средств и устройств, а также внутрикарьерных пунктов перегрузки горной массы, без которых невозможно обеспечение грузотранспортной связи в карьере; 2) комплексный критерий эффективности системы вскрытия, который позволяет учитывать дополнительные факторы, влияющие на процесс транспортирования горной массы, разрабатывать и своевременно выбирать более целесообразные решения по развитию горнотехнической системы периодическим ранжированием возможных альтернативных вариантов и добиться более высокой точности оценки влияния параметров системы вскрытия на экономическую эффективность принятой стратегии развития в отличие от аналитических зависимостей. (Положение соответствует п. 2 «Исследование способов вскрытия и методов доступа к георесурсам» и п. 3 «Исследование и оптимизация параметров физико-технических, физико-химических и строительных технологий» паспорта научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)).

**В третьем положении** автор доказывает, что переход на новый этап развития циклично-поточной технологии транспортирования горной массы достигается изменением конструкции рабочей зоны с формированием высоких уступов для интенсификации горных работ и подготовки участков будущего размещения карьерных подъемников. Обоснованность данного положения подтверждена достаточным объемом выполненных исследований и выявленными зависимостями для условий

открытой разработки мощных крутопадающих месторождений с низким содержанием полезных компонентов. (Положение соответствует п. 2 «Исследование способов вскрытия и методов доступа к георесурсам» и п. 3 «Исследование и оптимизация параметров физико-технических, физико-химических и строительных технологий» паспорта научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)).

**В четвертом положении** автор доказывает целесообразность строительства карьерных подъемников, предназначенных для транспортирования горных пород не только на этапе доработки месторождения открытым способом, но и для последующей подземной разработки. Разработанные решения включают формирование подъемников до дна карьера, что позволяет эффективно вовлечь в разработку из карьера запасы на большем удалении от предельных контуров карьера по сравнению с цикличной технологией доставки горных пород. Данное положение обосновывается выявленными зависимостями изменения экономической эффективности предлагаемых технологических решений для различных параметров системы вскрытия при переходе с открытого способа разработки на подземный. (Положение соответствует п. 2 «Исследование способов вскрытия и методов доступа к георесурсам» паспорта научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)).

**В пятом положении** автор доказывает целесообразность применения разработанной им и запатентованной конструкции карьерного подъемника для условий перехода на открыто-подземный способ разработки. Предлагаемая конструкция подъемника содержит крутонаклонный ленточный конвейер и дополнительный привод для доставки самоходного оборудования, объединяет подъем горной массы с доставкой оборудования и материалов к внутрикарьерным перегрузочным пунктам и позволяет увеличить глубину карьера без разноса его бортов по поверхности при переходе на комбинированный способ разработки. Научной новизной этого положения является предложенное технологическое решение по формированию системы вскрытия карьера при переходе с открытого на открыто-подземный способ разработки, позволяющее снизить затраты и обеспечить безразрывность добычи руды в переходный период. (Положение соответствует п.9 «Научное обоснование параметров горнотехнических сооружений и разработка методов их расчета» паспорта научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)).

**3. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации** обеспечивается представительным объемом исходных данных, применением современных методов анализа и моделирования, апро-

бацией результатов работы в проектах и исследованиях, выполненных для действующих карьеров, соответствием полученных теоретических результатов фундаментальным положениям теории открытой геотехнологии и проектирования горнотехнических систем, корректным проведением процедуры экспертных оценок.

#### **4. Новизна исследований и полученных результатов**

В результате выполненных автором исследований уточнены зависимости изменения показателей грузооборота и объемов вскрышных пород для различных схем транспортного обеспечения горных работ при вскрытии запасов глубоких горизонтов, что позволило выявить закономерность изменения эффективности рассматриваемых вариантов стратегий развития горнотехнической системы от глубины ведения горных работ и периода разработки месторождения.

В диссертации предложен и обоснован новый методологический подход к выбору варианта поэтапного вскрытия глубоких горизонтов карьера, базирующийся на использовании разработанного автором комплексного критерия оценки эффективности системы вскрытия. Методика расчета критерия отличается применением комбинации многокритериальных методов анализа, учетом расширенного количества факторов на стадии принятия решения, использованием качественных и количественных значений параметров оценки рассматриваемой системы, весовых коэффициентов каждого параметра и их целевых значений.

В работе предложены и обоснованы инновационные геотехнологические решения для поэтапного вскрытия глубоких горизонтов карьера с циклично-поточной технологией транспортирования горной массы, которые предполагают применение карьерных подъемников вплоть до конечной глубины карьера при комбинированной геотехнологии.

#### **5. Значимость для науки и практики результатов выполненной работы**

Выполненное автором научное обоснование новых геотехнологических решений по повышению устойчивости функционирования горнорудных предприятий посредством поэтапного вскрытия запасов глубоких горизонтов при открытой и комбинированной отработке крутопадающих месторождений вносят значительный вклад в развитие теории открытой геотехнологии в части вскрытия карьерных полей.

Предложенные решения: по формированию рабочей зоны карьеров, позволяющему повысить долю поточной доставки горной массы с глубоких горизонтов; по использованию разработанной конструкции карьерных подъемников, позволяющей исключить необходимость поддержания системы транспортных съездов при использовании карьера в качестве вскрывающей выработки при переходе на

открыто-подземный способ разработки; по выбору наилучшей стратегии перехода на новый этап разработки при обосновании параметров системы вскрытия - позволяют повысить экономическую эффективность и устойчивость функционирования горнодобывающих предприятий, разрабатывающих крутопадающие рудные залежи.

Рассмотрение автором средств карьерного транспорта в составе системы вскрытия повышает значимость определения этапов вскрытия, так как при этом объединяются все затраты на строительство транспортных коммуникаций и осуществление процесса транспортирования горной массы, что позволяет точнее выявить избыточную транспортную работу при принятии стратегических решений по развитию горнотехнических систем.

## **6. Оценка содержания диссертации, ее завершенности**

Рецензируемая диссертация выполнена на основе проведения значительного объема исследований, обобщения их результатов с использованием апробированных методов и разработанных методик. Достоинством работы является широкий анализ не только трудов отечественных ученых, но и современных зарубежных исследований. В списке литературы 104 источника из 367 являются публикациями в зарубежных изданиях.

Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, изложена на 340 страницах машинописного текста, содержит 158 рисунков, 58 таблиц.

По материалам диссертации опубликовано 48 научных работ, в том числе 16 статей в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ и 9 – в изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus. Научные положения и основные выводы достаточно полно отражены в опубликованных работах и доложены на научно-практических конференциях.

Диссертация написана технически грамотным языком. Качество оформления текстовой и графической части работы соответствует установленным требованиям.

Автореферат полностью отражает содержание работы.

Представленная диссертация может быть квалифицирована как самостоятельное законченное научно-квалификационное исследование, соответствующее паспорту специальности 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

## **7. Замечания по диссертации**

1. В диссертации отсутствует графическое представление структуры исследования, что затрудняет уяснение логики исследований и целостности работы.

2. В диссертационной работе не уделено внимание вопросам организации работ и безопасности производства, особенно - в переходный период с одного этапа вскрытия на другой.

3. В заключении диссертации не сформулирован обоснованный вывод по выявленному работой целесообразному направлению дальнейших исследований.

4. В диссертации много избыточного материала, что ведет к недостатку конкретики и наличию ошибок и опечаток. Присутствуют следующие неточности и опечатки: на стр. 31 не указана принадлежность Ржевского В.В. к академии наук СССР, на стр. 33 не указана принадлежность член-кор. Яковлева В.Л. к Российской академии наук, аналогично на стр. 51 для Каплунова Д.Р., на стр. 50 представлены ученые, но не указаны их ученые степени и звания; по тексту диссертации встречаются термины «схема вскрытия месторождения» и «схема вскрытия карьера» без объяснения отличий между ними; на рис 2.27 переходные периоды, о которых говорится в названии рисунка, не выделены; в табл. 3.19 отсутствует перевод на русский язык названий используемых методов; для табл. 4.7 отсутствуют пояснения о том, как получены значения производительности при сочетании поточных технологий в карьере и подземном руднике; рис. 5.1 и 2.20 дублируются; названия рис. 5.4 и 5.9 одинаковые, при этом изображенные модели отличаются; для рис. 6.31 не ясно, что за объекты выделены цветом - пояснения отсутствуют; встречаются отсутствующие и излишние знаки препинания.

Указанные замечания сделаны с целью последующего повышения качества методологической работы Бурмистрова К.В. и других соискателей.

## **8. Заключение**

Диссертационная работа Бурмистрова Константина Владимировича является законченной научно-квалификационной работой, свидетельствующей о личном вкладе автора в науку, в которой разработаны и предложены новые научно обоснованные геотехнологические решения по сохранению устойчивости функционирования горнорудных предприятий при вскрытии и освоении запасов глубоких горизонтов, что имеет важное социально-экономическое значение для развития горнодобывающей промышленности России.

Сформулированные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертации.

Представленная к защите работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства Российской Фе-

дерации от 24.09.2013 г. №842), предъявляемым к докторским диссертациям. Автор диссертации, Бурмистров Константин Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.22 - Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Официальный оппонент

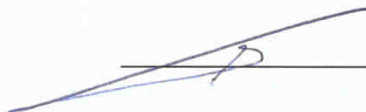
главный научный сотрудник научно-исследовательского института  
эффективности и безопасности горного производства

(ООО «НИИОГР»)

доктор технических наук, профессор

специальность – 05.15.03 – Открытая разработка месторождений

полезных ископаемых



В.А. Галкин

«2» июня 2022 г.

Личную подпись Галкина Владимира Алексеевича

удостоверяю

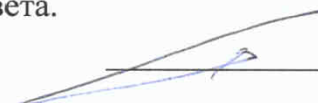
старший инспектор

по кадрам ООО «НИИОГР»



А.Ф. Пигина

Даю свое согласие на обработку персональных данных, включенных в документы, связанные с работой диссертационного совета.



В.А. Галкин

Галкин Владимир Алексеевич

главный научный сотрудник научно-исследовательского института  
эффективности и безопасности горного производства

(ООО «НИИОГР»), 454048, г. Челябинск,

ул. Энтузиастов 30, БЦ «74», 7 этаж, 717 офис

Телефон: 8-(351) 216-17-92,

E-mail: [niiogr@list.ru](mailto:niiogr@list.ru)