

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.111.02, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Г.И. НОСОВА», МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 06.07.2022 № 16

О присуждении Бурмистрову Константину Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Разработка геотехнологических решений по сохранению устойчивости функционирования горнорудных предприятий путем поэтапного вскрытия запасов глубоких горизонтов при открытой и комбинированной отработке крутопадающих месторождений» по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) принята к защите 05 апреля 2022 года, протокол № 4, диссертационным советом Д 212.111.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, приказ № 714/нк от 02.11.2012 года.

Соискатель – Бурмистров Константин Владимирович, «19» августа 1978 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Обоснование методов управления интенсивностью отработки участков рабочей зоны карьера» защитил в 2005 году в диссертационном совете, созданном на базе Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.

Работает в должности доцента кафедры разработки месторождений полезных ископаемых в ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – профессор, доктор технических наук Гавришев Сергей Евгеньевич, заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Официальные оппоненты:

1. Галкин Владимир Алексеевич - доктор технических наук, профессор, Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства (ООО «НИИОГР»), г. Челябинск, главный научный сотрудник;

2. Корнилков Сергей Викторович, доктор технических наук, профессор, ФГБУН «Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, главный научный сотрудник;

3. Лель Юрий Иванович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург, заведующий кафедрой разработки месторождений открытым способом

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, в своем положительном отзыве, подписанном Косолаповым Александром Иннокентьевичем - доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Открытые горные работы» и утвержденном проректором по учебной работе Гуц Денисом Сергеевичем, указала, что диссертация «Разработка геотехнологических решений по сохранению устойчивости функционирования горнорудных предприятий путем поэтапного вскрытия запасов глубоких горизонтов при открытой и комбинированной отработке крутопадающих месторождений» представляет собой законченную самостоятельную квалификационную работу, в которой представлен комплекс новых научно обоснованных решений по обеспечению устойчивого функционирования горнодобывающих предприятий в периоды перехода на очередные этапы разработки при освоении запасов

глубоких горизонтов рудных месторождений открытой и комбинированной геотехнологиями, отвечает требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор – Бурмистров Константин Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Соискатель имеет 48 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки, опубликовано 16 работ, в изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus – 13 работ, в прочих изданиях - 12 работ, 3 учебных пособия, 2 монографии, а также зарегистрирована 1 программа для ЭВМ и получен 1 патент.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Обоснование целесообразности применения крутонаклонных подъемников в карьере при комбинированном способе разработки месторождения / С.Е. Гавришев, К.В. Бурмистров, В.А. Кидяев, Н.Г. Томилина // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – №6. – С. 165–172.

2. Оценка эффективности схем вскрытия законтурных запасов с применением карьерных подъемников / С.Е. Гавришев, В.Н. Калмыков, К.В. Бурмистров, В.Ю. Заляднов, Н.Г. Томилина // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2014. – №1 (45). – С. 7–11.

3. Обоснование технологических схем транспортирования горной массы с применением карьерных подъемников при разработке месторождений открыто-подземным способом / С.Е. Гавришев, К.В. Бурмистров, С.Н. Корнилов, Н.Г. Томилина // Горный журнал. – 2016. – №5 (2226). – С. 41–47.

4. Бурмистров, К.В. Обоснование системы вскрытия в переходные периоды разработки месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017. – № 12 (специальный выпуск 38). Т. 2. – С. 84–94.

5. Burmistrov, K.V. Selection of Open-Pit Dump Trucks during Quarry Reconstruction / K.V. Burmistrov, N.A. Osintsev, A.N. Shakshakpaev // Procedia Engineering, Vol. 206, 2017, P. 1696–1702.

6. Бурмистров, К.В. Обоснование параметров этапа открытых горных работ в переходные периоды разработки крутопадающих месторождений / К.В. Бурмистров, М.П.

Овсянников // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2018. - № 6. - С. 20–28.

7. Бурмистров, К.В. Принципы устойчивого развития горнотехнических систем в переходные периоды / К.В. Бурмистров, Н.А. Осинцев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. Т. 331. – № 4. 179–195.

8. Бурмистров, К.В. Ранжирование параметров и показателей устойчивого функционирования и развития системы вскрытия карьера методом fuzzy АНР / К.В. Бурмистров, Н.А. Осинцев // Устойчивое развитие горных территорий. – Т. 12. - №3(45). – С. 394–409.

9. Бурмистров, К.В. Оценка устойчивости функционирования системы вскрытия карьеров / К.В. Бурмистров, С.Е. Гавришев, А.Н. Рахмангулов // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2020. – № 4. – С. 123–132.

10. Rakhmangulov, A. Sustainable Open Pit Mining and Technical Systems: Concept, Principles, and Indicators / A. Rakhmangulov, K. Burmistrov, N. Osintsev // Sustainability. 2021; 13(3):1101.

В научных работах соискателя отражены: предлагаемые в диссертации параметры и критерий оценки системы вскрытия; методика пошагового принятия решения по выбору стратегии развития горнотехнической системы предприятия; разработанная конструкция карьерного подъемника; установленные зависимости изменения показателей грузооборота от глубины ведения горных работ; результаты апробации разработанных технологических решений на горнодобывающих предприятиях.

Общий объем наиболее значительных публикаций составляет 10,46 печатных листов, из них доля автора – 4,34 печатных листа. В публикациях соискателя в полном объеме отражены основные результаты диссертационной работы, выводы и рекомендации. Сведения об опубликованных работах достоверны.

На диссертацию и автореферат поступило 16 отзывов, все положительные:

1. **Лапин В.А., к.т.н., директор, Красавин А.В., к.т.н.,** заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых, НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма: 1. На рисунке 1 автореферата отмечено, что при глубине более 1000 м доля открытых горных работ составляет 10,5 %, не ясно это значение соответствует существующим предприятиям или проектируемым. 2. В

тексте автореферата автор подчеркивает, что на каждом этапе разработки месторождения при обосновании вариантов вскрытия и процессов транспортирования горной массы наряду с экономическими факторами необходимо учитывать экологические и социальные, но из автореферата не ясно как в работе будут учитываться данные факторы;

2. **Попов Д.В., к.т.н.**, исполнительный директор, ООО «Восточно-Бейский разрез», с. Кирба, республика Хакасия: 1. В тексте автореферата на рисунках 5 и 6 приведена оценка значимости параметров системы вскрытия, полученная экспертным методом, при этом не указывается, учитывалась ли согласованность мнений экспертов. 2. Могут ли полученные результаты исследований быть использованы для горнодобывающих предприятий, разрабатывающих угольные месторождения?

3. **Билин А.Л., к.т.н.**, ведущий научный сотрудник лаборатории комбинированной отработки недр, Горный институт – обособленное подразделение ФГБУН «Кольский научный центр Российской академии наук» (ГоИ КНЦ РАН), г. Апатиты: Решение об изменении конструкции дорог и бортов карьеров в нижних их частях с увеличением глубины карьера и угла наклона конечных бортов карьеров должно быть обязательно подкреплено геомеханическими проработками, которые должны подтвердить устойчивость новых параметров бортов карьера с учетом сроков их стояния;

4. **Галиев С.Ж., д.т.н.**, профессор, директор, член-корреспондент Национальная академия наук Республики Казахстан, вице-президент Евразийской Академии Горных Наук Казахстана, ТОО «Научный центр «Горная технология», г. Нурсултан, республика Казахстан: 1. С методологической точки зрения имеются разночтения по объекту и предмету исследования. Судя по названию диссертационной работы в качестве объекта обозначены горнорудные предприятия с предлагаемыми вариантами вскрытия запасов крутопадающих месторождений, а предметом исследования является устойчивость их функционирования. Во введении, в автореферате работы, в качестве объекта определена система вскрытия глубоких горизонтов в условиях комбинированной геотехнологии, а предметом исследования являются параметры систем вскрытия. При этом, почему-то это касается только тех из них, которые обеспечивают устойчивое функционирование горнорудных предприятий на

различных этапах разработки месторождения. 2. В названии и в цели диссертационной научно-исследовательской работы было бы правильней обозначить разработку научно-методического обеспечения проектирования систем вскрытия глубоких горизонтов крутопадающего месторождения в условиях применения комбинированной геотехнологии. В содержании работы акцент сделан именно на проектирование систем вскрытия, как об этом говорят итоговые задачи, представленные научные положения, а также обозначенная научная новизна. Представленное же название больше говорит об инженерных решениях практических задач, нежели научных. 3. Известно, что функциональный подход обладает одним существенным недостатком, так как не в достаточной мере позволяет учитывать взаимосвязь подсистем и элементов системы, однако в основу систематизации параметров вскрытия положен именно он. Судя по системе ранговой оценки, с предложенной совокупностью её параметров, потенциал повышения эффективности за счёт процессного управления горнотехнической системой остается не реализованным. Если реализуется, то каким образом? Имеется довольно общепризнанный критерий эффективности функционирования горнотранспортных и горнотехнических систем, представляющий собой себестоимость извлечения 1 м^3 или 1т. горной массы. Он хорошо соответствует процессному подходу в управлении технологическими системами, так как объективно и достоверно показывает эффективность корпоративного взаимодействия подсистем и элементов системы. По идее, этот показатель должен хорошо подойти в качестве критерия эффективности функционирования такой горнотехнической системы, которая рассматривается в данной работе. Однако применяется ранговый коэффициент с экспертным определением удельного веса каждого из учитываемых факторов, что предполагает довольно существенную погрешность в оценке. Насколько это оправдано в плане достоверности в автореферате не говорится, а в разделе «Достоверность результатов» отмечается удовлетворительная сходимость с различными методами исследований, что тоже ясности не добавляет;

5. **Кравчук И.Л., д.т.н., директор, Челябинский филиал ФГБУН «Институт горного дела Уральского Отделения Российской академии наук» (ИГД УрО РАН), г. Челябинск:** Из автореферата не ясно, что автор понимает под устойчивостью функ-

ционирования горнорудных предприятий и по какому критерию можно понять, что устойчивость функционирования сохранена?;

6. Сидоров А.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности, Кравчук Т.С., к.т.н., доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск: 1. Каким образом изменяется эффективность горных работ в зависимости от доли циклично-поточной технологии? 2. Какие социальные факторы были учтены в методологическом подходе к выбору варианта поэтапного вскрытия глубоких горизонтов карьера и каким образом? 3. Из рисунка 4 возникает вопрос: почему такая значимая система, как организационная, обозначена в блоке со вспомогательными системами? Видимо, и важнейшая система обеспечения безопасности труда при ведении горных работ, также оказалась среди вспомогательных? 4. Не понятно почему в 6 главе не представлен расчет технико-экономического эффекта для Михеевского карьера? И почему Михеевский карьер отсутствует в перечне предприятий в разделе автореферата «Реализация выводов и рекомендаций»?;

7. Фомин С.И., д.т.н., профессор, профессор кафедры разработки месторождения полезных ископаемых, эксперт РАН, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург: 1. В классической научной и методической литературе, как правило, используется термин «способ вскрытия», а не система вскрытия (с. 13). 2. Целесообразно представить показатель и значения экономической эффективности вариантов этапов вскрытия от глубины горных работ и периода разработки (рисунок 15, с. 27);

8. Наумов С.А., к.т.н., заместитель Генерального директора по горному производству, АО «Работы Взрывные Специальные», г. Магнитогорск: Автором указывается, что для Михеевского карьера были разработаны 6 вариантов развития системы вскрытия. При этом указывается, что 2 вариант предполагает развитие по существующему проекту. Таким образом, 2 вариант не разработан автором, а только принят для рассмотрения?;

9. Селюков А.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Открытые горные работы», ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени

Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово: 1. На рисунке 2 «Изменение объемов вскрышных работ в соответствии с глубиной карьера и принятой схемой вскрытия» не конкретизированы вскрывающие выработки. 2. Как влияет закономерное изменение экономической эффективности вариантов вскрытия, изображенной на рисунке 15, на срок эксплуатации карьера Малый Куйбас, расчеты представлены в общем виде;

10. **Азев В.А., д.т.н.**, заместитель генерального директора – Технический директор, ООО «СУЭК-Хакасия», г. Черногорск: В работе нет упоминаний об устойчивости бортов карьера. При проведении комплексной оценки системы вскрытия и выборе и/или изменении схемы вскрытия, учет параметров устойчивости уступов, бортов обеспечивает в первую очередь безопасные условия разработки месторождения;

11. **Ткач С.М., д.т.н.**, директор, главный научный сотрудник лаборатории проблем рационального освоения минерально-сырьевых ресурсов, ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» - обособленное подразделение Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук (ИГДС СО РАН), г. Якутск: Очевидно, что все предлагаемые в диссертационной работе стратегии развития горнотехнической системы имеют различные сроки их внедрения и использования, не ясно как эти временные периоды повлияют на выбор стратегии и на эффективность ее последующей реализации?;

12. **Качурин Н.М., д.т.н.**, профессор, заведующий кафедрой геотехнологий и строительства подземных сооружений, **Стась Г.В., д.т.н.**, доцент, доцент кафедры геотехнологий и строительства подземных сооружений, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» (ТулГУ), г. Тула: 1. Из материалов автореферата неясно, что представляет собой критерий устойчивости функционирования горнорудных предприятий и каков физический смысл этого критерия. 2. Следовало бы дать более подробное описание устойчивой стратегии развития ГТС. 3. Непонятно каким образом оценивалась экологическая эффективность принимаемых решений;

13. **Айнбиндер И.И., д.т.н.**, профессор, заведующий отделом «Освоения месторождений твердых полезных ископаемых на больших глубинах», ФГБУН «Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова» Российской

академии наук (ИПКОН РАН), г. Москва: 1. Предполагается ли использование выработанного пространства глубоких карьеров для размещения отвалов при поэтапном развитии горных работ? 2. Почему в параметры оценки системы вскрытия не включены факторы устойчивости откосов?;

14. **Лапаев В.Н., к.т.н.,** зам. генерального директора, ООО «НТЦ-Геотехнология», г. Челябинск: 1. Автор рассматривает вскрытие глубоких горизонтов карьеров как некий новый этап в освоении месторождения, требующий отдельного нового решения. В практике проектирования же обосновываются все этапы вскрытия месторождения до конечной экономически целесообразной глубины, включая концептуальные решения по созданию технологических условий для вскрытия запасов за конечной границей карьера. Это связано, как правило, с невозможностью изменить предыдущие этапы развития системы вскрытия при реализации проекта. 2. Автор рассматривает систему вскрытия как подсистему горнотехнической системы карьера, обеспечивающей транспортный доступ к рабочим местам и объектам. На практике функция системы вскрытия гораздо шире и выходит за рамки обеспечения транспортного доступа. Вскрытие обеспечивает увязку в пространстве и времени порядка отработки месторождения, что в свою очередь, определяет возможность обеспечения как производственных показателей предприятия, так и требуемой динамики генерации доходов бизнеса;

15. **Козловский А.А., к.т.н.,** директор, Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Корпоративный центр подготовки кадров «Персонал» (АНО ДПО КЦПК «Персонал»), г. Магнитогорск: На стр. 12 автореферата отмечается, что для экскаваторов с вместимостью ковша 12-15 м³ проектные параметры вскрывающих выработок и транспортных коммуникаций, в зависимости от принятой модели самосвала, отличаются в 1,5 – 2 раза. При этом не ясно почему приводится именно этот диапазон геометрической емкости ковша и как будут меняться параметры вскрывающих выработок для самосвалов, работающих в комплексе с экскаваторами с емкостью ковша 22-40 м³;

16. **Ивашов Н.А., к.т.н.,** генеральный директор, ООО «Семеновский Рудник», с. Семеновское, республика Башкортостан: Замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их значительным научно-практическим опытом, известными исследованиями и научными работами в области обеспечения устойчивого функционирования и развития горнодобывающих предприятий, моделирования стратегий развития карьеров, обоснования параметров вскрытия запасов крутопадающих месторождений и совершенствования процесса транспортирования горной массы, о чем свидетельствуют публикации в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК РФ. Это подтверждает их способность квалифицированно определить и оценить научную новизну и практическую значимость исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная концепция устойчивого функционирования горнорудных предприятий, предусматривающая поэтапное формирование системы вскрытия карьера и позволяющая увеличить долю энергоэффективного поточного карьерного транспорта в общем объеме грузооборота горного предприятия при открытом и комбинированном способах разработки месторождений;

предложены новые геотехнологические решения по формированию и выбору стратегий развития горнотехнической системы при разработке крутопадающих рудных месторождений открытым и комбинированным способами; оригинальный подход к оценке системы вскрытия карьеров с использованием критерия эффективности, учитывающего технические, технологические, экономические, социальные и экологические факторы, расчет которого основан на использовании комбинации многокритериальных методов анализа – нечеткой аналитической иерархии для ранжирования параметров системы и их групп и метода MARCOS для определения итоговых рангов рассматриваемых стратегий с вариантами формирования системы вскрытия;

доказаны: перспективность поэтапного вскрытия глубоких горизонтов карьеров при открытом и комбинированном способах разработки месторождений с увеличением доли грузооборота, выполняемого поточным транспортом с применением подъемников до конечной глубины карьеров; закономерности изменения показателей грузооборота и объемов вскрышных пород в зависимости от изменения схем вскрытия по глубине разработки месторождения, определяющие выбор варианта транспортного обеспечения

горных работ при поэтапном вскрытии запасов глубоких горизонтов и стратегии развития горнотехнической системы;

введены: уточненная трактовка понятия система вскрытия, под которой предлагается понимать подсистему горнотехнической системы, предназначенную для обеспечения транспортного доступа к месторождению или его локальному участку, формирования и реализации грузопотоков полезного ископаемого, вскрышных пород, оборудования и материалов, состоящую из вскрывающих выработок, транспортных средств и устройств, внутрикарьерных пунктов перегрузки горной массы; новое понятие устойчивого функционирования системы вскрытия, под которым понимается ее проектирование и формирование, основанное на применении современных транспортных средств и устройств с соответствующим размещением и развитием вскрывающих выработок и транспортных коммуникаций, предполагающее их использование не только на текущем, но и на последующих этапах разработки месторождения и направленных на достижение рационального баланса между экономическими, социальными и экологическими факторами функционирования предприятия для повышения полноты освоения запасов месторождений в течение всего жизненного цикла горнодобывающего предприятия.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, расширяющие существующие представления о проектировании и формировании системы вскрытия, обеспечивающей поэтапное увеличение доли поточной технологии транспортирования горной массы с соответствующим изменением положения и параметров карьерных вскрывающих выработок для выбора целесообразной стратегии развития горнотехнической системы при разработке рудных крутопадающих месторождений открытым и комбинированным способом;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов многокритериального анализа, включающий метод нечеткой аналитической иерархии для ранжирования параметров системы вскрытия и метод MARCOS для выбора наиболее целесообразной стратегии развития горнотехнической системы, позволяющий добиться более высокой точности оценки влияния параметров рассматриваемой системы на эффективность принятой стратегии;

изложены положения теории вскрытия карьерных полей, включающие уточненное определение системы вскрытия и новые технологические решения по развитию цик-

лично-поточной технологии транспортирования горной массы с глубоких горизонтов при открытой и комбинированной обработке крутопадающих месторождений, направленные на повышение устойчивости функционирования горнорудных предприятий;

раскрыто несоответствие существующих принципов проектирования, предусматривающих переход на следующий этап разработки после окончания текущего этапа, условиям устойчивого функционирования горнорудных предприятий, которые предполагают заблаговременность и многокритериальность принимаемых решений о переходе на новый этап при динамично изменяющихся внешних и внутренних факторах;

изучены закономерности изменения показателей грузооборота и объемов вскрышных пород при формировании схем вскрытия в зависимости от глубины разработки месторождения;

проведена модернизация алгоритма принятия решения по выбору стратегии устойчивого развития предприятия на основе обоснования параметров системы вскрытия для условий разработки крутопадающих рудных месторождений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и апробированы геотехнологические решения по формированию системы вскрытия с использованием карьерных подъемников для условий перехода на новый этап открытых горных работ и на комбинированный открыто-подземный способ разработки, позволяющие сохранить устойчивость функционирования горнорудных предприятий при освоении запасов глубоких горизонтов;

определены области практического использования результатов работы: при проектировании - определение продолжительности этапа вскрытия и обоснование технологических решений по развитию циклично-поточной технологии транспортирования горной массы; при разработке месторождений - своевременное принятие решений по переходу на следующий этап вскрытия и новую стратегию освоения запасов глубоких горизонтов рудных месторождений открытым и открыто-подземным способами;

создана система практических рекомендаций по обоснованию и выбору стратегии развития горнотехнических систем крутопадающих рудных месторождений, обеспечи-

вающих сохранение устойчивости функционирования горнорудных предприятий в условиях динамичного изменения внешних и внутренних факторов;

представлены технологические рекомендации по совершенствованию открытой и комбинированной геотехнологии и обоснованию параметров горнотехнических систем при вскрытии и освоении запасов месторождений на горнодобывающих предприятиях Уральского региона с оценкой экономической эффективности.

Разработанные технологические решения по формированию схем вскрытия запасов Круторожинского и Юбилейного месторождений приняты к внедрению на АО «Орское карьероуправление» и ООО «Башкирская медь».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием достоверных исходных данных, апробированных методов исследования, методик аналитических расчетов и сертифицированного оборудования, сопоставлением с результатами практики эксплуатации месторождений;

теория обеспечивается представительностью и надежностью исходных данных для анализа и расчета, корректностью постановки задач исследований и согласуется с опубликованными теоретическими и практическими исследованиями других авторов;

идея базируется на результатах анализа и обобщения отечественного и зарубежного опыта открытой и комбинированной разработки рудных месторождений;

использованы сравнение авторских данных с данными работы предприятий, ведущих отработку крутопадающих рудных месторождений, а также результатами других исследователей;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки информации при корректном применении методов экспертных оценок, факторного анализа и статистических методов.

Личный вклад автора состоит в: обобщении опыта вскрытия и освоения крутопадающих рудных месторождений; проведении теоретического анализа особенностей развития схем вскрытия и формирования транспортных комплексов при разработке крутопадающих месторождений; разработке критерия и алгоритма оценки эффективности

системы вскрытия на основе применения многокритериальных методов принятия решений, позволяющих учитывать большое количество влияющих факторов, оцениваемых качественными и количественными данными; обработке экспертных оценок и выполнении расчетов для ранжирования параметров системы вскрытия; разработке геотехнологических решений по сохранению устойчивости горнорудных предприятий при переходе на очередные этапы разработки; экономико-математическом моделировании вариантов развития системы для действующих карьеров; анализе и обобщении полученных результатов; подготовке публикаций по теме исследования. Все результаты, приведенные в диссертации, получены самим автором или при его непосредственном участии.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания.

В отзыве ведущей организации:

1. Не понятно, почему часть материала, представленного в п.1.3 диссертации, является результатом выполненных автором исследований по обобщению мирового опыта разработки крутопадающих месторождений, представлена в первой главе, являющейся обзорной.

2. Не ясно, почему в табл. 2.6 при систематизации параметров ГТС и системы вскрытия основная часть литературных источников является зарубежными, в то время как определения горнотехнической системы и системы вскрытия принадлежат отечественным ученым.

3. Рисунок 1.27 диссертации и рис. 1 автореферата отличаются. На рис. 1.27 указано горнодобывающее предприятие под номером 15, которое не обозначено в автореферате.

4. В главах 2 и 6 диссертации представлены результаты исследований для условий месторождений строительных горных пород, при этом название и цель диссертации ориентированы на рудные крутопадающие месторождения.

5. Сокращенные обозначения предложенных параметров системы вскрытия различаются в таблицах главы 2 и таблицах главы 6.

6. В диссертации не расшифрованы некоторые использованные аббревиатуры: ТЗРК (рис. 2.15), АСУТП (стр. 133), MCDM, MCDMA, АНР (стр. 142).

7. На рис. 4.2 следовало обозначить участки формирования временно-нерабочих бортов, что позволило бы их отличить от участков борта в предельном положении.

8. На рис. 4.8 не обозначены рудный и породный конвейеры, а также не указаны отметки площадок расположения перегрузочных пунктов в карьере, что усложняет их восприятие и анализ.

9. В диссертации дублируется один и тот же рисунок, представленный на стр. 109 и 218.

10. В списке литературы имеются источники, которые расположены не в алфавитном порядке.

В отзыве официального оппонента В.А. Галкина:

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.

В отзыве официального оппонента С.В. Корнилкова:

1. Введенный термин и определение: «...Под системой вскрытия предлагается понимать подсистему горнотехнической системы, предназначенную для обеспечения доступа к месторождению, формирования и осуществления грузопотоков полезного ископаемого, вскрышных пород, оборудования и материалов, и состоящую из вскрывающих выработок, транспортных средств и устройств, внутрикарьерных пунктов перегрузки горной массы...» по сути верны, однако имеют внутреннее противоречие – «...система вскрытия...понимается как подсистема... горнотехнической системы...». Кроме того, главным в определении является факт того, вскрытие – это комплекс горных работ, обеспечивающих организацию грузотранспортной связи между рабочими горизонтами и пунктами приема горной массы, что не учитывается автором.

2. Автором утверждается, что им «...обоснован критерий оценки эффективности системы вскрытия и подход к выбору стратегии развития горнотехнической системы, основанный на многокритериальной оценке к принятию решений...». Однако по факту, многокритериальная оценка заменена многофакторной систематизацией и ранжированием параметров и показателей системы вскрытия с вычислением рангового коэффициента.

3. Рисунки 5,6 автореферата (ранжирование групп параметров системы вскрытия) и рис.3.9, 3.10 диссертации нуждаются в значительных пояснениях как по оценкам, так и по правилам построения.

4. Рекомендуемое автором развитие циклично-поточной геотехнологии, сопровождающееся изменением конструкции рабочей зоны с переходом на высокие уступы, увеличением ширины и сокращением количества рабочих площадок (рис. 8 автореферата, рис. 4.6 а, б и 4.7а,б диссертации) тем не менее не сопровождается корректными технологическими решениями по отработке таких участков и сдвоенных уступов.

5. Рекомендации автора о том, что имеющиеся съезды от поверхности до перегрузочного пункта могут быть отработаны до ширины предохранительных берм, либо однополосных наклонных транспортных берм не обеспечиваются техническими мероприятиями по безопасной их отработке.

В отзыве официального оппонента Ю.И. Леля:

1. Расширение области применения ЦПТ является основным, но не единственным направлением повышения эффективности разработки глубоких карьеров. Значительные резервы заключаются в совершенствовании технических средств и схеме вскрытия при использовании традиционных циклических видов транспорта, в частности, автомобильного, о чём свидетельствует опыт разработки глубоких кимберлитовых карьеров.

2. Автор утверждает, что глубокими горизонтами являются горизонты, расположенные на глубине более 200 м. Следует отметить, что понятие «глубокий горизонт» и «глубокий карьер» не являются статичными, а изменяются во времени с развитием техники и технологии горных работ.

3. На рис. 1.4 (с. 35) автор приводит зависимости изменения приведенных затрат на транспортирование от глубины карьера. Ошибочно указано, что эти затраты не зависят от глубины при автомобильно-железнодорожном транспорте при использовании тоннелей.

4. Претензии автора на расширение существующего понятия «системы вскрытия» нельзя считать достаточно обоснованными. Формулировка автора в целом дублирует формулировку, данную академиком В.В. Ржевским. Новым является лишь то, что автор рассматривает систему вскрытия как одну из подсистем горнотехнической системы. Однако, это не свидетельствует о том, что В.В. Ржевский не владел системным подходом.

5. Выводы автора по разделу 2.1 (влияние схемы вскрытия на параметры горнотехнической системы) во многом очевидны и не требуют детального обоснования. Автор сравнивает объемы карьеров со схемой вскрытия и без схемы вскрытия. Без схемы вскрытия карьеров нет.

6. Один и тот же рисунок в диссертации (рис.2.8) и в автореферате (рис. 2) имеет разные названия и значения исследуемой функции. В одном случае это приращение объемов вскрыши в зависимости от глубины карьера, а в другом – влияние схемы вскрытия.

7. Не отрицая достоинств предложенного критерия оценки эффективности системы вскрытия, следует отметить, что он является весьма сложным и трудоемким и вряд ли найдет применение в проектной и производственной практике. Предлагает-

ся его модернизировать на основе количественной оценки параметров, влияющих на эффективность системы вскрытия.

8. Вывод о целесообразном шаге переноса перегрузочного пункта при ЦПТ, составляющие 170-200 м, сделан на основании расчетов для условий Михеевского месторождения, является частным и вряд ли может быть рекомендован для других глубоких рудных карьеров. При использовании мобильных комплексов ЦПТ, как показывают исследования, этот шаг может быть значительно меньше.

9. Предложение автора по переходу на высокоуступную технологию является вопросом отдельного исследования, требующего детального технико-экономического обоснования.

10. Общие замечания по научным положениям сводятся к необходимости более лаконичного их изложения и сокращением их количества.

11. Основная идея работы заключается в поэтапном вскрытии глубоких карьеров при увеличении доли поточной технологии транспортирования. В то же время основные исследования и результаты получены на карьерах Урала, где указанная технология не получила широкого распространения. Поэтому основные рекомендации следовало бы апробировать на карьерах КМА, Кольского полуострова и Кривого Рога, где имеется большой практический опыт применения ЦПТ.

12. Автором недостаточное внимание уделено мобильным комплексам ЦПТ, внедрение которых является основным направлением совершенствования указанной технологии. Рассмотрение мобильных комплексов позволило бы скорректировать ряд выводов и рекомендаций работы, в частности, по шагу переноса перегрузочных пунктов и параметрам схем вскрытия глубоких горизонтов.

13. Объем диссертации явно завышен. Он может быть сокращен за счет справочных материалов, материалов по анализу исследований других авторов и материалов, не имеющих непосредственного отношения к теме исследования.

В ходе заседания диссертационного совета:

1. Что за конкурентная зона формируется по глубине отработки и что конкурирует в данной зоне?

2. Что такое устойчивость горнопромышленных предприятий? Каким образом сохраняется устойчивость, когда запасы месторождения закончились?

3. В работе говорится, что устойчивое функционирование достигается изменением схем вскрытия, которое необходимо производить и внутри текущего этапа и при переходе на следующий этап, с изменением контуров карьера и т.д. В какой момент времени лицу, принимающему решение по развитию предприятия, необходимо производить изменение схемы вскрытия?

4. Дает ли ваша работа ответ на основные вопросы по применению циклично-поточной технологии – когда, где, при каких условиях необходимо переходить на ЦПТ? Какие условия Вами разработаны и определены, которые могут быть основой для проектирования перехода?

5. При переходе от циклического транспорта, когда очень легко можно регулировать потоки полезного ископаемого с различным качеством, на конвейерный транспорт, нужно ли изменять схему управления качеством рудопотоков?

6. Как отличить вашу цель работы, в которой «...обеспечение устойчивого функционирования в переходный период...» звучит как задача для менеджмента предприятия от научной работы?

7. В работе критерии, определяющие устойчивость функционирования, требуют минимизации и максимизации. Каким образом критерий оптимальности в целевой функции учитывает разность направленности параметров?

8. Какой тип подъемника наиболее предпочтителен для использования в современных условиях?

9. Ваши рекомендации сделаны на базе существующей техники или техники будущего, т.е. на какую технику вы ориентировались в вашей работе?

10. Чем обусловлен озвученный вами период проектирования этапа разработки в 20 лет? Также прозвучал период в 10 лет, к чему он относится?

11. Как ваши технологические изменения решения - стратегии будут увязываться с действующим проектом, по которому мы начали разработку месторождения?

12. В названии работы написано «... вскрытие запасов глубоких горизонтов при открытой и комбинированной отработке ...» и в работе прозвучали четыре возможные стратегии. Эти стратегии одинаковы и для открытой, и для комбинированной технологии или отдельные какие-то были стратегии? Какие георесурсы планируется

использовать в четвертой стратегии?

13. Вы употребляете термины «устойчивое развитие» и «устойчивое функционирование». Как Вы понимаете, что такое устойчивое функционирование применительно общепринятой концепции устойчивого развития?

14. Вы использовали новый многокритериальный метод MARCOS, почему вы использовали именно этот метод?

15. Как в работе учитываются затраты на переходный период?

16. У вас в докладе не было сказано о том, что все параметры геомеханически обосновываются.

Соискатель Бурмистров Константин Владимирович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию. При выполнении исследований учитывалось, что конкурентная зона, начиная с глубины 200 м, соответствует переходу на глубокие горизонты, при этом вся работа как раз и посвящена вопросам вскрытия запасов глубоких горизонтов карьеров. В данной зоне способы разработки и варианты вскрытия являются конкурирующими, среди которых необходимо произвести выбор с учетом совокупности влияющих факторов. Под устойчивостью понимается способность предприятия, как системы, восстанавливаться и развиваться в условиях воздействия изменяющихся внутренних и внешних факторов, под воздействием которых оно постоянно находится. Когда запасы месторождения закончились, может быть реализована предлагаемая альтернатива стратегии А4, переход на которую должен быть своевременно предусмотрен. Выявленная в ходе исследований закономерность изменения эффективности от глубины разработки показывает, что чем раньше принимается решение по изменению схемы вскрытия, тем больше эффективных вариантов может быть реализовано. Решения по изменению схемы вскрытия и выбору стратегии дальнейшего развития целесообразно пересматривать и ранжировать начиная с середины этапа разработки с периодичностью в пять лет. В работе рассматривались отличающиеся условия вскрытия и освоения запасов глубоких горизонтов крутопадающих месторождений с применением циклично-поточной технологии. Для условий высокопроизводительных карьеров, отрабатывающих мощные крутопадающие месторождения, в работе разработаны технологические решения по обоснованию шага вскрытия и переноса перегру-

зочного пункта, что позволяет развивать данную технологию именно применительно к таким месторождениям. Также были разработаны технологические решения для месторождений малой и средней мощности, для которых циклично-поточная технология может использоваться, в том числе, при реализации стратегии перехода на открыто-подземный способ разработки. Предложенные решения предполагают развитие подъемников вплоть до конечной глубины карьера для данной стратегии в рассматриваемых условиях. Для перехода на циклично-поточную технологию транспортирования разработаны технологические решения, которые предполагают наличие площадок рядом с подъемником для аккумулирующих складов, которые могут выполнять функцию усреднения качества руды. Чтобы создавать эти площадки, необходимо либо заранее предусматривать такие решения, либо применять предложенную конструкцию подъемника и изменять параметры борта карьера, что позволит сформировать эту площадку с заданными параметрами. В диссертации проработаны и научно обоснованы решения, обеспечивающие устойчивое функционирование предприятия. Безусловно работа имеет и практическое назначение. Параметры, входящие в расчет, имеют разные целевые функции: какие-то стремятся к максимуму, какие-то стремятся к минимуму. Целевая функция при расчете критерия имеет направление максимум, то есть чем выше полученное итоговое значение рангового коэффициента, тем данное технологическое решение лучше. А разноцелевое направление критериев позволяет реализовать предложенный метод MARCOS, который в своем математическом аппарате предполагает, что часть параметров могут иметь функцию benefit, то есть выгоду, а часть cost, т.е. с затраты, поэтому этот метод был выбран. Современная тенденция в развитии циклично-поточной технологии показывает, что многие предприятия для глубоких горизонтов реализуют крутонаклонный конвейерный подъем с прижимными лентами. Есть еще современные проработки компании Continental - трубчатый крутонаклонный конвейер с шевронной лентой. Ориентация шла на существующий и современный модельный ряд автосамосвалов, при этом разработанные в работе методические и технологические решения позволяют оценивать целесообразность применения любых новых решений. Продолжительность 20 лет — это требование действующих в России нормативных документов. При согласовании проектов с ЦКР ТПИ, предельная продолжи-

тельность этапа составляет 20 лет. В работе предусматривается, что при рассмотрении вариантов системы вскрытия рекомендуется реализовывать новую стратегию перехода на следующий этап, когда первый этап отработали в течение 10-15 лет. Все предлагаемые к реализации решения предусматривают разработку новой проектной документации: в частности, корректировка действующего проекта, либо разработка нового технического проекта на освоение следующего этапа разработки. То есть все решения реализуются только с учетом того, что они заложены в проект. Со всеми процедурами экспертиз и согласований. Рассматриваемые в работе стратегии предполагают: первые две стратегии — изменение параметров текущего этапа открытого способа разработки и переход с одного этапа на другой этап — это при открытой разработке; третья стратегия рассматривается для перехода на комбинированный способ разработки, а четвертая стратегия, в зависимости от того, после какой стратегии она следует, относится либо к открытой, либо к комбинированной разработке. После окончания добычи руды на месторождении предполагается использование сформированных техногенных георесурсов. В диссертации была разработана концепция, как от устойчивости функционирования подсистем горнотехнической системы перейти к системам более высокой иерархии и обеспечить их устойчивое развитие. То есть устойчивость функционирования в перспективе позволит реализовать стратегию устойчивого развития, так как предполагает рассмотрение совокупностей экологических и социальных, технологических и экономических факторов работ, которые в обязательном порядке присутствуют в концепции устойчивого развития предприятий. Этот метод достаточно новый, самый новый сейчас из многокритериальных методов, в нем заложен схожий математический аппарат с другими методами, при этом он усовершенствован, а также он отвечает условиям задач, которые ставились для оценки и выбора стратегии - это возможность учета большого количества рассматриваемых параметров, это различные целевые значения рассматриваемых параметров, а комбинация методов позволяет учитывать также качественные и количественные оценки. В работе, при расчете экономического эффекта, затраты учитываются дифференцированно, то есть отдельно выделялись затраты, которые предприятие несет на текущем этапе, отдельно - затраты на период перехода на реализацию новой стратегии, и потом уже эксплуатационные затраты, которые будут у

предприятия, когда новая стратегия реализуются. Это не прозвучало, но геомеханическое обоснование подразумевается в том, что все предложенные решения реализуются в рамках разрабатываемой и согласованной проектной документации, а сейчас действующее законодательство предполагает обязательный расчет устойчивости для реализуемых решений. Поэтому я учитывал, что разрабатываемые решения обязательно будут оцениваться геомеханически.

На заседании 6 июля 2022 года диссертационный совет принял решение за разработку новых научно обоснованных геотехнологических решений по сохранению устойчивости функционирования горнорудных предприятий за счет поэтапного вскрытия запасов глубоких горизонтов при открытой и комбинированной отработке крутопадающих месторождений, имеющих важное народнохозяйственное значение для развития горнодобывающей промышленности России, присудить Бурмистрову Константину Владимировичу ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 11 докторов наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная), участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 18, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Калмыков Вячеслав Николаевич

Корнилов Сергей Николаевич

06.07.2022 г.