

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»
за № _____
Дата регистрации <u>21.08.2024</u>
Фамилия регистратора _____

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Заляднова Вадима Юрьевича

«Развитие методологии учета влияния внутренних и внешних факторов функционирования горнотехнических систем на динамику параметров открытой геотехнологии», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 2.8.8. Геотехнология, горные машины и 2.8.7. Теоретические основы проектирования горнотехнических систем

1. Актуальность избранной темы

Актуальность темы представленного диссертационного исследования по управлению параметрами горнотехнических систем в изменяющихся условиях разработки месторождений обусловлена целым комплексом факторов, определяющих необходимость постоянной адаптации горнодобывающих предприятий к динамично меняющейся внешней среде. Одним из ключевых аспектов актуальности является функционирование компаний в условиях постоянно трансформирующейся конъюнктуры минерально-сырьевого рынка. Колебания цен и спроса на продукцию горно-металлургического комплекса, обусловленные как объективными макроэкономическими факторами (общемировые тренды развития экономики, геополитическая ситуация, динамика курсов валют и т.п.), так и субъективными (конкурентная борьба, маркетинговые стратегии, торговые войны и т.д.), требуют от горнодобывающих компаний высокой степени гибкости и адаптивности. Необходимость оперативного реагирования на рыночные вызовы путем пересмотра проектных решений, оптимизации параметров горнотехнической системы, поиска новых источников сырья и рынков сбыта является одним из ключевых драйверов актуальности темы исследования.

Вторым важным фактором, определяющим актуальность темы, является неуклонный рост масштабов открытой разработки месторождений, сопровождающийся ухудшением горно-геологических условий, снижением содержания полезных компонентов в рудах, увеличением глубины карьеров и протяженности вскрываемых выработок. Данные тенденции приводят к накоплению огромных объемов техногенных образований в виде отвалов пустых пород, складов некондиционных руд, отработанных карьеров, занимающих значительные площади земель, изымаемых из хозяйственного оборота. Между тем, вовлечение этих техногенных ресурсов в производственный процесс, наряду с комплексным освоением природных георесурсов, может стать важным резервом повышения эффективности горного производства, снижения его негативного воздействия на окружающую среду. Разработка методов и технологий комплексного использования природно-техногенных ресурсов является одним из актуальных направлений исследований в области открытой геотехнологии.

Третьим фактором, определяющим актуальность темы диссертации, является длительный период разработки месторождений открытым способом, составляющий в ряде случаев 50-100 лет и более. Это требует постоянного совершенствования научно-методической базы управления горнотехническими системами на всех этапах их жизненного цикла - от проектирования до ликвидации. Необходимы новые подходы к определению параметров систем, их оптимизации с учетом изменяющихся внешних и внутренних факторов, методы оценки устойчивости функционирования предприятий в условиях неопределенности и риска. Решение этих задач позволит обеспечить устойчивое

развитие горнодобывающих компаний, повысить комплексность и экологическую безопасность освоения минерально-сырьевых ресурсов.

Таким образом, актуальность темы диссертационного исследования определяется необходимостью разработки научно-методических основ управления параметрами горнотехнических систем, обеспечивающих их адаптацию к изменяющимся условиям разработки месторождений, повышение эффективности и устойчивости функционирования горнодобывающих предприятий в долгосрочной перспективе. Решение данной задачи имеет важное научно-практическое значение для горно-металлургического комплекса страны.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав и заключения, изложенных на 356 страницах машинописного текста, содержит 143 рисунка, 62 таблицы, библиографический список из 278 наименований и 3 приложения.

В первой главе диссертации проведен анализ динамики параметров горнотехнических систем в условиях высокой волатильности рынка и спроса на сырье. Выявлено, что горнодобывающие предприятия вынуждены внедрять решения, связанные с вовлечением забалансовых запасов, повышением производительности и качества, а также расширением ассортимента продукции. Отмечается необходимость периодического пересмотра проектных и организационно-технологических решений. Подчеркивается, что современные предприятия могут поставлять новые виды продукции с повышенной добавленной стоимостью и оказывать услуги в виде выполнения основных и вспомогательных технологических процессов открытой геотехнологии для внешних потребителей. Основной причиной, препятствующей реализации стратегии расширения деятельности, является несовершенство подхода к обоснованию параметров горнотехнической системы. Анализ параметров динамики позволил выявить необходимость и возможность расширения сферы деятельности открытой геотехнологии от комплексного освоения запасов месторождений до комплексного освоения участка недр и его инфраструктуры, что требует развития научно-методических основ повышения устойчивости функционирования горнотехнической системы. На основании выполненного анализа сформулированы цель и задачи исследований, которые полностью соответствуют названию работы.

Во второй главе диссертации получили развитие научно-методические основы устойчивости функционирования горнотехнической системы при открытой геотехнологии. Введено понятие устойчивости функционирования горнотехнической системы открытой геотехнологии. Предложено номенклатуру продукции горнодобывающего предприятия представлять в виде трех групп: минеральное сырье на базе основного полезного ископаемого; техногенные георесурсы; услуги в виде выполнения основных и вспомогательных технологических процессов. Предложена модель выбора и обоснования параметров горнотехнической системы, учитывающая расширение сферы деятельности горнодобывающего предприятия, его производственных функций и номенклатуры товарной продукции при условии соблюдения всех требований промышленной безопасности. В основу предложенной модели заложено достижение оптимального сочетания значений основных показателей горнотехнической системы: объема вовлекаемых в разработку запасов, производительности карьера, качества

добываемого сырья и номенклатуры товарной продукции. Доказано, что оптимизацию параметров горнотехнической системы необходимо осуществлять на основе разработанной экономико-математической модели выбора параметров комплексного освоения участка недр, учитывающей минимизацию среднеквадратичного отклонения доходности от заданного уровня или достижение максимальной эффективности. Устойчивость функционирования предприятия достигается выбором стратегии обеспечивающей повышение комплексности освоения участка недр, которая зависит от структуры и динамики изменения параметров горнотехнической системы в быстроменяющихся условиях недропользования.

В третьей главе произведена систематизация параметров горнотехнической системы по ее элементам с выделением основных показателей и общетехнических характеристик. Для повышения комплексности освоения участка недр и устойчивости функционирования горнотехнической системы в качестве основных ее показателей предложено рассматривать: объем вовлекаемых в разработку запасов полезного ископаемого; производительность карьера; качество добываемого сырья; номенклатуру выпускаемой продукции, включая техногенные георесурсы и выполнение основных и вспомогательных технологических процессов сторонним предприятиям. Сформирована концепция повышения эффективности открытой геотехнологии, которая основывается на предложенном подходе к обоснованию, выбору и управлению параметрами горнотехнической системы. Подход заключается в развитии различных направлений освоения имеющейся и формируемой ресурсной базы участка недр и предусматривает гибкое изменение основных показателей системы в зависимости от внешних и внутренних изменяющихся факторов. Доказано, что параметры горнотехнической системы связаны с применяемыми способами организации и управления производственными ресурсами предприятия. Выделены и исследованы следующие способы организации деятельности с использованием: 1 – собственных ресурсов без расширения видов деятельности (базовый); 2 – ресурсов сторонних организаций; 3 – собственных и ресурсов сторонних организаций; 4 – собственных ресурсов и расширением видов деятельности с оказанием горнотехнических услуг сторонним предприятиям.

Установлено, что при изменении условий рынка и снижении кондиции на добываемые полезные ископаемые, при реконструкции глубоких рудных карьеров целесообразно вовлечение прибортовых запасов с уменьшением угла наклона борта карьера на конец отработки относительно значения устойчивого положения откоса, что обеспечивает повышение доходности и продление срока службы горного предприятия. Разработана номограмма определения объема вовлекаемых запасов, учитывающая зависимость между изменением объема прирезаемой горной массы, различных значений углов откоса и их отклонениях в пределах $1-5^\circ$, а также прирост дополнительно вовлекаемых объемов полезных ископаемых рудных месторождений при значениях коэффициента вскрыши в диапазоне от 5 до $10 \text{ м}^3/\text{т}$. Доказано, что с увеличением линейных параметров и единичной производственной мощности применяемых в настоящее время гидравлических экскаваторов возрастает их абсолютная производительность и снижается удельная производительность на 1 м^3 емкости ковша. Установлены зависимости показывающие, что удельная производительность существующих гидравлических экскаваторов с емкостью ковша менее $5-6 \text{ м}^3$ в 1,5–2 раза

выше, чем у экскаваторов с емкостью ковша более 20–22 м³. Соответственно, интенсивность отработки участка экскаваторами с меньшей емкостью ковша будет выше, чем при использовании экскаваторов с большой емкостью ковша при условии равного суммарного объема емкости ковшей всех сравниваемых экскаваторов. Доказано, что на ограниченном участке активной рабочей зоны карьера при снижении высоты уступа и уменьшением угла откоса рабочего борта при максимальной концентрации выемочного оборудования достигается увеличение интенсивности отработки в 1,4–1,5 раза с одновременным повышением селективности вынимаемой из массива горной массы. Доказано, что достижение высокой интенсивности при использовании экскаваторов с малой емкостью ковша целесообразно в условиях положительной конъюнктуры рынка полезных ископаемых высокой ценности. При этом обеспечивается возможность снижения потерь и разубоживания, повышения товарной стоимости продукции за счет селективной выемки или увеличения ее ассортимента и в целом повышение доходности предприятия и полнота освоения запасов. Следует отметить, что использование в карьере экскаваторов с малой емкостью ковша позволяет в определенных условиях использовать их для оказания горнотехнических услуг сторонним организациям, обеспечивая дополнительный источник доходности предприятия и устойчивость его функционирования.

В четвертой главе представлены результаты исследований влияния параметров горнотехнической системы и способов организации деятельности на эффективность открытой геотехнологии и устойчивость функционирования горнодобывающих предприятий в зависимости от принятого комплекса развиваемых показателей горнотехнической системы.

Обоснованы технологические решения повышения эффективности комплексного освоения участка недр в условиях необходимости ликвидации деформационных явлений участков верхних горизонтов глубоких рудных карьеров за счет выполаживания угла откоса борта и вовлечения в первоочередную отработку прибортовых запасов данных зон в рамках новых кондиций и соответствующих им параметров открытой разработки. Установлено, что при необходимости повышения устойчивости откоса отдельных участков приоткосного массива целесообразно дополнительное уменьшение результирующего угла верхней части борта карьера на 4–5° для условий: высота борта – до 115 м; усредненные физико-механические свойства пород, слагающих массив – $C=0,06$ Мпа, $\varphi=25^\circ$, $\gamma=1,87$ т/м³; коэффициент вскрыши на участке выполаживания до 5,0 м³/т.

Доказано, что для повышения производительности карьера в условиях разработки пластовых месторождений с пологим залеганием, обрабатываемых автомобильным и экскаваторно-отвальным комплексами оборудования, необходимо повышение интенсивности отработки вскрышных горизонтов путем уменьшения доли объема работ бестранспортной системы, которая ограничивает скорость подвигания вскрышных уступов, в пользу повышения объема работ транспортной системы в доле, прямо пропорциональной повышению объема добычи, с соответствующим изменением конструктивных и геотехнологических параметров горнотехнической системы. Установлено, что при сплошной системе разработки пологопадающих пластов угля средней мощности целесообразно понижение общей высоты вскрышного уступа при бестранспортной системе на 1 м на каждые 200 тыс. т увеличения годовой добычи для условий: производительность по полезному ископаемому более 6 млн т/год, длина фронта

работ 3-4 км, удельная годовая производительность комплекса бестранспортной системы 116 тыс. м³/м³ в пересчете на кубометр суммарной емкости ковшей драглайнов.

Предложена методика оценки влияния способов организации производственной деятельности на доходность и устойчивость предприятия, которая апробирована на примере освоения месторождения хромовых руд. Доказано, что оказание услуг сторонним организациям позволяет горнодобывающему предприятию иметь меньшую зависимость от рыночных цен на собственное добываемое сырье и, соответственно, позволяет обеспечивать устойчивое функционирование.

Разработан и представлен способ формирования отвала и выработанного карьерного пространства в виде техногенных георесурсов, расширяющий номенклатуру продукции горнодобывающих предприятий и в целом их сферу деятельности от комплексного освоения запасов месторождения полезных ископаемых до комплексного освоения участка недр, который необходимо рассматривать в совокупности с формируемой горнотехнической системой.

Доказано, что развитие различных направлений освоения имеющейся ресурсной базы участка недр, предусматривающих расширение номенклатуры выпускаемой продукции, в том числе на основе техногенных георесурсов, позволяет обеспечить требуемую доходность и, соответственно, устойчивое функционирование горнодобывающего предприятия в изменяющихся условиях рынка, а также повысить комплексность освоения участка недр.

В пятой главе представлена методика управления параметрами горнотехнической системы, включающая: анализ внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на эффективность функционирования системы; установление возможности изменения основных показателей системы и определение области их значений, обеспечивающих в сочетании повышение комплексности и эффективности освоения участка недр для конкретных горно-геологических и рыночных условий с учетом территориального расположения предприятия; определение значений параметров системы, обеспечивающих в сочетании получение требуемых показателей; оценку сочетания параметров и показателей на основе определения доходности и среднеквадратичного отклонения; расчет интегрального показателя, по максимальному значению которого осуществляется выбор параметров. Для реализации методики управления параметрами горнотехнической системы с использованием предложенной концепции обеспечения устойчивого функционирования предприятия разработана блок-схема алгоритма. Предложен интегральный показатель горных возможностей, учитывающий получение дополнительных доходов от изменения вовлекаемых в разработку запасов, производительности карьера, качества добываемого сырья и номенклатуры товарной продукции, включая объем услуг сторонним предприятиям, рассчитываемый на основе приведения доходности предприятия, в том числе получаемой от развития обозначенных направлений и видов деятельности, к сопоставимому по ценности объему добываемого полезного ископаемого. Отношение этого объема к производственной мощности предприятия определяет значение показателя. Эффективность комплексного освоения участка недр обеспечивается при значении показателя ≥ 1 .

В шестой главе представлены технико-технологические рекомендации по обеспечению устойчивости функционирования горнотехнической системы и оценка их

экономической эффективности. Полученные результаты исследований использованы при подготовке рекомендаций и проектных решений по корректировке параметров горнотехнической системы с учетом комплексного освоения участка недр на карьерах «Светлинское», «Ургальское», «Черногорское», «Баженовское», «Агаповское». Подтвержденный экономический эффект при освоении месторождений составил: Черногорское и Ургальское – 50,0 млн руб. за один год, Баженовское – 28 млн руб. за период 2021-2023 гг.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автором получен ряд научных положений, имеющих важное теоретическое и практическое значение для отечественной горной промышленности и обладающих научной новизной.

1. Под устойчивым функционированием горнотехнической системы при открытой геотехнологии понимается ее способность обеспечивать комплексность и эффективность освоения участка недр с производством широкого спектра товарной продукции в течение заданного периода времени с учетом динамики объема и качества запасов разрабатываемого месторождения в условиях постоянно изменяющихся внешних и внутренних факторов развития, что достигается реализацией системного и синхронизированного подхода к управлению конструктивными, горнотехническими, геотехнологическими, геомеханическими и режимными параметрами открытых горных работ.

Не смотря на частое упоминание в научных статьях об устойчивом функционировании горнодобывающих предприятий предложенное понятие устойчивого функционирования горнотехнической системы является новым, позволяющим расширить представление о сфере деятельности открытой геотехнологии и необходимости учета постоянно изменяющихся внешних и внутренних факторов развития систем. Выполненная автором систематизация параметров горнотехнической системы по ее основным элементам с выделением показателей и общетехнических характеристик, использованная при разработке методики оперативного управления параметрами горнотехнической системы, также является новой.

Положение соответствует п.12 «Организация производства при открытой и подземной разработке месторождений твердых полезных ископаемых и развитие механизации технологических процессов» паспорта специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

2. Устойчивость функционирования горнотехнической системы в условиях постоянно изменяющейся конъюнктуры рынка достигается на этапе ее проектирования путем формирования резервов для управления геотехнологическими, режимными и горнотехническими параметрами с варьированием производительности карьера, качеством добываемого сырья и номенклатуры товарной продукции, включая объем выполнения услуг сторонним предприятиям на основе предложенного критерия эффективности, представленного интегральным показателем горных возможностей.

Новой является предложенная автором номенклатура продукции, представленная в виде трех групп: минеральное сырье на базе основного полезного ископаемого;

техногенные георесурсы; услуги в виде выполнения основных и вспомогательных технологических процессов. Автором впервые предложен интегральный показатель горных возможностей, учитывающий получение дополнительных доходов от изменения вовлекаемых в разработку запасов, производительности карьера, качества добываемого сырья и номенклатуры товарной продукции, включая объем услуг сторонним предприятиям.

Положение соответствует п. 2 «Обоснование параметров горнотехнических систем на базе сочетаний различных геотехнологий, выбор области их применения на месторождении и в региональном масштабе» паспорта специальности 2.8.7. Теоретические основы проектирования горнотехнических систем.

3. Расширение номенклатуры товарной продукции горнодобывающего предприятия производится на этапе эксплуатации месторождения путем управления конструктивными, геомеханическими и геотехнологическими параметрами при реализации технологических решений по формированию и использованию техногенных образований из вскрышных пород и выработанных пространств карьеров в качестве горнотехнических сооружений различного назначения, а также выполнением услуг сторонним предприятиям по разведке, буровзрывным работам, экскавации, транспортированию, геолого-маркшейдерскому обеспечению и ремонту оборудования.

Новой является разработанная автором методика обоснования параметров разработки и определения потерь малоценного строительного сырья с высокими требованиями к его качественным показателям, которая предусматривает различное количество, мощность, азимут и угол падения включений и жильных образований в массиве полезного ископаемого по глубине и простиранию, различную горизонтальную мощность данных включений, различные варианты сочетаний углов наклона контактов одиночных включений и жил с направлением развития горных работ в условиях разработки месторождения с предварительной подготовкой горных пород к выемке буровзрывным способом. В работе разработаны способы формирования отвалов и выработанного карьерного пространства в виде техногенных георесурсов, расширяющие номенклатуру продукции горнодобывающих предприятий и в целом их сферу деятельности от комплексного освоения запасов месторождения полезных ископаемых до комплексного освоения участка недр, который необходимо рассматривать в совокупности с формируемой горнотехнической системой.

Положение соответствует п.8 «Технология и оборудование для управления качеством добываемой горной массы и формирования транспортной системы грузопотоков» паспорта специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

4. Управление параметрами устойчивого функционирования горнотехнической системы обеспечивается заблаговременным формированием горных возможностей путем планирования и организации в рабочей зоне карьера участков с конструктивными параметрами, адаптированными под использование оборудования малой мощности, в том числе гидравлических экскаваторов с емкостью ковша до 5-6 м³, что позволяет в условиях изменения внешних факторов обеспечить гибкое регулирование производительности карьера, номенклатуры товарной продукции и услуг, а также качества и объема вовлекаемых в разработку запасов.

Новой является разработанная экономико-математическая модель оптимизации комплекса направлений деятельности горнодобывающего предприятия, а также основных показателей и параметров горнотехнической системы, которая учитывает следующие предельные целевые функции: 1. минимизация среднеквадратичного отклонения при заданном уровне доходности всего комплекса деятельности горнодобывающего предприятия; 2. достижение максимальной эффективности функционирования горнодобывающего предприятия при заданном уровне среднеквадратичного отклонения.

Новой является концепция повышения эффективности открытой геотехнологии, которая основывается на предложенном подходе к обоснованию, выбору и управлению параметрами горнотехнической системы. Подход заключается в развитии различных направлений освоения имеющейся и формируемой ресурсной базы участка недр и предусматривает гибкое изменение основных показателей системы в зависимости от внешних и внутренних изменяющихся факторов. При этом управление параметрами горнотехнической системы предполагает изменение состава, структуры и значений выделенной группы параметров в зависимости от этапа освоения ресурсной базы участка недр и принятых значений основных показателей.

Положение соответствует п. 5 «Способы вскрытия шахтных (карьерных) полей, их подготовки, системы разработки, комплексная механизация, технологические процессы добычи твердых полезных ископаемых» паспорта специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

5. Изменение конструктивных параметров карьера с уменьшением высоты уступа и угла откоса рабочего борта при применении маломощного выемочно-погрузочного оборудования с обеспечением его высокой концентрации на ограниченном участке активной добычной рабочей зоны при разработке высокоценных полезных ископаемых позволяет интенсифицировать отработку месторождения с одновременным повышением селективности выемки из массива горных пород, что обеспечивает увеличение товарной стоимости продукции и расширение ее номенклатуры.

Новыми являются установленные автором зависимости теоретической и удельной производительности гидравлических экскаваторов от емкости ковша, а также зависимость интенсивности отработки участка активной рабочей зоны от высоты уступа, угла откоса рабочего борта и емкости ковша применяемых экскаваторов при максимальной их концентрации. Доказано, что эффективное управление параметрами горнотехнической системы, обеспечивающее ее устойчивое функционирование в изменяющихся условиях рынка, должно основываться на возможности достижения экономической выгоды за счет: прироста запасов, увеличения производительности предприятия, повышения качества продукции, расширения ее номенклатуры, выполнения технологических процессов открытой геотехнологии сторонним предприятиям, с учетом сопровождающегося повышения затрат, связанных с увеличением коэффициентов вскрыши, потерь и разубоживания, использованием более производительных комплексов оборудования и увеличения расходов на технологические процессы производства.

Положение соответствует п. 5 «Способы вскрытия шахтных (карьерных) полей, их подготовки, системы разработки, комплексная механизация, технологические процессы добычи твердых полезных ископаемых» паспорта специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений диссертационного исследования достигается за счет применения комплекса методов для проведения исследований, включающий: научное обобщение отечественного и зарубежного опыта предприятий с открытой геотехнологией при комплексном освоении участка недр; математическое и компьютерное моделирование развития горных работ и параметров горнотехнической системы с учетом формирования и освоения техногенных георесурсов и выполнения услуг сторонним предприятиям; опытно-промышленную апробацию; натурные и лабораторные исследования физико-механических свойств пород и состояния приоткосного массива карьера и отвалов; статистическую обработку результатов исследований; системный технико-экономический и структурно-функциональный анализ.

Достоверность результатов обеспечивается: надежностью и представительным объемом исходных данных; использованием графических программных комплексов и электронных приложений при разработке и проведении компьютерного моделирования; апробацией результатов при проведении исследовательских работ на угольных разрезах, рудных карьерах и на предприятиях по добыче строительного сырья; подтверждается сопоставимостью результатов, полученных в ходе исследований различными методами с фактическими данными, полученными на горных предприятиях; положительными экономическими эффектами, полученными от использования разработанных научно-методических положений на карьерах Урала, Хакасии и Хабаровского края.

Ценность научной работы соискателя заключается в том, что на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований разработана совокупность технологических решений по управлению параметрами устойчивого функционирования горнотехнической системы и комплексного техногенного преобразования и освоения участка недр при открытой геотехнологии в изменяющихся горно-геологических, горнотехнических и рыночных условиях путем оптимизации значений данных параметров по предложенному критерию эффективности, определяемого интегральным показателем всего комплекса производственной деятельности горнодобывающего предприятия, что имеет важное социально-экономическое значение для развития горной промышленности России.

4. Значимость для науки и практики результатов выполненной работы

Научная новизна работы заключается в обосновании: методики управления параметрами горнотехнической системы, обеспечивающей ее устойчивое функционирование при заданном уровне доходности и базирующаяся на основе определения оптимального сочетания производительности карьера, качества добываемого сырья, номенклатуры товарной продукции и объема вовлекаемых запасов по предложенному критерию эффективности с учетом влияния внешних и внутренних

факторов развития горнотехнической системы; экономико-математической модели выбора параметров горнотехнической системы и технологических решений для достижения максимальной эффективности по критерию приведенной прибыли от освоения участка недр при минимальном среднеквадратичном отклонении доходности от заданного уровня; интегрального показателя горных возможностей, рассчитываемого в динамике развития горных работ и учитывающий получение дополнительных доходов от изменения объемов вовлекаемых в эксплуатацию запасов, производительности карьера, качества добываемого сырья и номенклатуры товарной продукции, включая стоимость выполнения услуг сторонним предприятиям с учетом внешних и внутренних факторов развития горнотехнической системы; в установлении закономерности изменения интегрального показателя горных возможностей в зависимости от динамики факторов, определяющих номенклатуру производимой продукции и оказываемых горнотехнических услуг при комплексном техногенном преобразовании и освоении участка недр, представляющая собой восходящую кривую, описываемую степенной функцией.

Результаты работы характеризуются использованием современных, признанных в научной и инженерной практике методов исследований; широкой апробацией результатов исследований на угольных разрезах, рудных карьерах и на предприятиях по добыче строительного сырья; подтверждается сопоставимостью результатов, полученных в ходе исследований различными методами с фактическими данными, полученными на горных предприятиях; положительными экономическими эффектами, полученными от использования разработанных научно-методических положений на карьерах Урала, Хакасии и Хабаровского края.

Практическая ценность научных работ соискателя состоит в разработке технологических решений и рекомендаций по оптимизации параметров горнотехнической системы при комплексном техногенном преобразовании и освоении участка недр, обеспечивающих повышение устойчивости функционирования предприятий на рудных месторождениях (Малый Куйбас, Светлинское), угольных разрезах Хакасии и Хабаровского края (Черногорский, Буреинский) и карьерах строительных материалов (Агаповский, Лысогорский).

Научное и практическое значение работы подтверждено ее выполнением при поддержке гранта Президента РФ МД-3602.2021.1.5, а также гранта Российского научного фонда № 23-21-10040, <https://rscf.ru/project/23-21-10040>.

Разработанные геотехнологические решения рекомендованы к использованию при проектировании новых и реконструкции действующих предприятий с открытым способом разработки. Полученные результаты исследований использованы при подготовке рекомендаций и проектных решений по корректировке параметров горнотехнической системы с учетом комплексного освоения участка недр на карьерах ПАО «ММК», АО «Южуралзолото группа компаний», АО «Ургалуголь», ООО «СУЭК-Хакасия», ООО «Завод СтройМинерал», ПАО «Ураласбест» и др. Эффективность разработанных технологий подтверждена актами внедрения с указанием достигнутого суммарного экономического эффекта в сумме 78 млн руб.

Также основные научные положения и практические решения диссертации использованы в научно-методическом обеспечении учебного процесса по дисциплинам:

«Открытая разработка месторождений полезных ископаемых», «Инновационная деятельность на горных предприятиях», «Геомеханика», «Процессы открытых горных работ» специальности 21.05.04 – Горное дело, «Открытые горные работы».

5. Оценка содержания диссертации требованиям Положения о присуждении ученых степеней

Диссертация Заляднова Вадима Юрьевича имеет логическое содержание, легко читается, характеризуется достаточной структурированностью и согласованным изложением, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основе выполненных научных и экспериментальных исследований разработана совокупность технологических решений по управлению параметрами устойчивого функционирования горнотехнической системы и комплексного техногенного преобразования и освоения участка недр при открытой геотехнологии в изменяющихся горно-геологических, горнотехнических и рыночных условиях путем оптимизации значений данных параметров по предложенному критерию эффективности, определяемого интегральным показателем всего комплекса производственной деятельности горнодобывающего предприятия, что имеет важное социально-экономическое значение для развития горной промышленности России.

Диссертационная работа является самостоятельным научным исследованием, выполненным на актуальную тему и обладающим научной новизной и практической значимостью. Выводы, утверждения и заключения аргументированы автором работы достаточно убедительно.

По результатам исследований автором опубликовано 38 научных работ, из них: 22 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ; 10 – в прочих изданиях; 2 учебных пособия и 2 монографии, а также зарегистрировано 2 программы для ЭВМ.

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на: международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (г. Москва, 2003, 2004, 2006, 2017, 2021 гг.); IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI международных научно-технических конференциях «Комбинированная геотехнология» (г. Сибай, 2007, 2009 гг., г. Магнитогорск, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021 гг.); XII научно-практической конференции «Комбинированная геотехнология: комплексное освоение техногенных образований и месторождений полезных ископаемых» (г. Магнитогорск, 2023 г.); конференции «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования» (г. Магнитогорск, 2008, 2013, 2015, 2017, 2020, 2022, 2023 гг.); на Всероссийской конференции «Проблемы повышения экологической и промышленной безопасности производственно-технических комплексов промышленных регионов» (г. Магнитогорск, 2004 г.); на Всероссийской научно-практической конференции «Программное обеспечение для цифровизации предприятий и организаций» (г. Магнитогорск, 2021 г.); на XII Национальной конференции с международным участием по открытой и подводной добыче полезных ископаемых (Варна, Болгария, 2013 г.); на международной научно-практической конференции «Маркшейдерское и геологическое обеспечение горных работ» (г. Магнитогорск, 2013 г.); III международной научно-практической конференции «Открытые горные работы в XXI веке» (г. Красноярск, 2017 г.); на научных

семинарах НИИОГР ООО «Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства» (Челябинск, 2016-2022 гг.).

6. Замечания по диссертации

1. Не ясно с какой целью в автореферате представлен рисунок 9 – схема разработки пластового месторождения комплексами оборудования. Автором предложена новая комбинация комплексов оборудования или это схема для определения параметров системы разработки?

2. На рисунке 10 автореферата представлено два графика зависимости расчетной высоты уступа от годовой производительности разреза. Один график построен для фактических значений удельной производительности экскаваторов равной 116 тыс. м³/м³ емкости ковша, а второй для повышенной удельной производительности экскаваторов равной 150 тыс. м³/м³ емкости ковша. Не ясно каким образом возможно увеличение удельной производительности, представленной вторым графиком?

3. Можно ли из установленной автором зависимости, представленной на рисунке 12 автореферата, предположить, что при добыче железной руды из карьера глубиной 500-600 м средне годовая прибыль получаемая при реализации 1 млн. тонн железной руды будет сопоставима со среднегодовой прибылью получаемой при реализации 1 млн. тонн строительного камня из отвалов? Проводилось ли аналогичное исследование для других видов полезных ископаемых?

4. Не ясно с какой целью в тексте диссертации предложенные формулы расчета линейной величины потерь, представленные на стр. 149-150, дублируются на стр. 236.

5. Методика оценки влияния стратегии расширения производственной деятельности и номенклатуры продукции на эффективность освоения участка недр в разделе 5.3 диссертации представлена в виде графиков, расчетных таблиц и описания примера, просчитанного для месторождения хромовых руд. При этом не представлен алгоритм реализации данной методики. Таким образом, не ясно возможно ли использование данной методики для других видов полезных ископаемых?

6. Не ясно, какое программное обеспечение было использовано в работе, при компьютерном моделировании вариантов развития горных работ и параметров горнотехнической системы, расчета и построения графиков функций. Какова доля отечественных программных продуктов?

7. В заключительной части диссертации было бы целесообразно более подробно обосновать предлагаемые направления для будущих научных исследований.

Сформулированные замечания не снижают научной и практической значимости выполненных исследований и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Они подтверждают важность и многогранность поднятой проблемы управлению параметрами устойчивого функционирования горнотехнической системы и комплексного техногенного преобразования и освоения участка недр при открытой геотехнологии в изменяющихся горно-геологических, горнотехнических и рыночных условиях.

7. Соответствие диссертации требованиям Положения о присуждении ученых степеней

Диссертация Заляднова Вадима Юрьевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе выполненных научных и экспериментальных исследований разработана совокупность технологических решений по управлению параметрами устойчивого функционирования горнотехнической системы и комплексного техногенного преобразования и освоения участка недр при открытой геотехнологии в изменяющихся горно-геологических, горнотехнических и рыночных условиях путем оптимизации значений данных параметров по предложенному критерию эффективности, определяемого интегральным показателем всего комплекса производственной деятельности горнодобывающего предприятия, что имеет важное социально-экономическое значение для развития горной промышленности России.

Диссертация соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842), предъявляемым к докторским диссертациям. Автор диссертации, Заляднов Вадим Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальностям 2.8.8. Геотехнология, горные машины и 2.8.7. Теоретические основы проектирования горнотехнических систем.

Официальный оппонент

Доктор технических наук (специальность - 05.26.01 – «Охрана труда (по отраслям)»), профессор кафедры Механики материалов и геотехнологий ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,

Почтовый адрес: 300012, г. Тула, пр. Ленина, 92

E-mail: ecology_tsu_tula@mail.ru

Телефон: +7 (4872) 25-71-06

Качурин Николай Михайлович

(подпись, дата)

Я, Качурин Николай Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Качурин Николай Михайлович

(подпись, дата)

Подпись Качурина Николая Михайловича заверяю:



Секретарь диссертационного совета
Ю. П. Савинкина