

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 28

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
15 – 16 мая 2024 г.*

ЧАСТЬ I

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

**Новокузнецк
2024**

ББК 74.48.288
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Коновалов С.В.,
д-р физ.-мат. наук, профессор Громов В.Е.,
д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.,
канд. техн. наук Шевченко Р.А.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.,
канд. техн. наук, доцент Темлянцева Е.Н.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 15–16 мая 2024 г. Выпуск 28. Часть I. Естественные и технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет; под общ. ред. С.В. Коновалова – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2024. – 450 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Первая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных наук; металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования; перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых; экологии, безопасности, рационального использования природных ресурсов; информационных технологий и систем автоматизации управления.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2024

новейшие исследования и технологические решения, результат которых может решить данную проблему. Перечисленные выше методы могут благотворно повлиять на снижение уровня эндогенной пожароопасности.

Библиографический список

1. Руководство по использованию комплекса техногенных мероприятий для профилактики и тушения пожаров на разрезах / Standart.GOST. – URL: <https://standartgost.ru/g/pkey-14293736802> (Дата обращения 20.01.2024).

2. Моисеев А.А. Анализ причин возникновения и разработка рекомендаций по профилактике и тушению эндогенных пожаров на шахтах Юга Кузбасса / А.А. Моисеев, А.М. Никитина, С.В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией М.В. Темлянцева. 2020. С. 133-138.

3. Борзых Д.М. Предупреждение и тушение эндогенных пожаров на ОАО «Шахта имени В.И. Ленина» / Д.М. Борзых, А.М. Никитина, С.В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2015. – С. 26–28.

4. Борзых Д.М. Предупреждение и локализация эндогенных пожаров в угольных шахтах/ Д.М. Борзых, А.М. Никитина, С.В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. – Вып. 23. Ч. 4. Естественные и технические науки. – С. 89-92.

5. Белавенцев Л.П. Профилактика очагов самовозгорания на угольных разрезах / Л.П. Белавенцев, А.Я. Каминский, С.А. Лебедев // Вестник Научного центра, 2008. - №2. - С. 15-17.

УДК 622.015 : 622.271.3.004.4

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

Трабер Н.С., Ворсина А.М., Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: nikitatraber01@gmail.com*

В статье рассматривается целесообразность использования роботизированных технологий на разрезах, оценивается технико-экономическая эффективность применения автоматизированных систем, таких как беспилотные автосамосвалы при добычи полезных ископаемых.

Ключевые слова: автоматизация, роботизация, повышение безопасности, беспилотные самосвалы.

Сегодня в развитых государствах наблюдается внедрение инновационной технологической волны, которую принято называть «Индустрия-4.0». Данная инициатива охватывает разнообразные сферы промышленности, включая горнодобывающий сектор [1,2].

Горнодобывающая промышленность обладает большим потенциалом для автоматизации. Одним из главных достоинств роботизированных систем является повышение уровня безопасности за счет вывода человека из зоны ведения горных работ. Основным направлением для достижения безлюдной выемки полезных ископаемых является комплексная механизация и автоматизация производства с последующим внедрением робототехники, выполняющей тяжелые операции.

На сегодняшний день производится такая роботизированная горнопромышленная техника, как беспилотные самосвалы Камаз-6959, Komatsu, Caterpillar, Scania и др. Такая техника решает сразу несколько производственных задач, снижает производственный травматизм, профессиональные заболевания и способствует повышению экономической выгоды [3].

В 2016 году компания Komatsu представила свой инновационный проект - автономный карьерный самосвал без кабины водителя, которого заменил центральный контроллер. При этом существенно изменена компоновка и эргономика машины.

Основным отличием подобных машин является их способность двигаться вперед и назад с равной скоростью, полный привод и управление, как вращением всеми четырьмя колесами, так и поворотом. Вследствие этого, уменьшается время на постановку машины под погрузку и разгрузку. Поскольку отсутствует необходимость в развороте автомобиля, то экономится место в призабойной и разгрузочной зонах, следовательно, требуется минимум вскрышных работ.

Использование лидаров, радаров, ультразвуковых датчиков и оптико-электронной системы (рисунок 1) обеспечивает точность позиционирования самосвала до 1 см. Система управления технологическим транспортом исключает возможность столкновения с обычными транспортными средствами, управляемыми водителями, в той же рабочей зоне. Если человек или другое транспортное средство окажутся вблизи от беспилотного самосвала при его движении, то датчик препятствий активируется, и самосвал останавливается в аварийном режиме.

ПАО «БЕЛАЗ» совместно с компанией «ВИСТ Групп» (Россия) представили беспилотный самосвал БелАЗ-75137R, который самостоятельно спускается в карьер и поднимается оттуда с грузом. Он может работать в трех режимах: традиционном (оператор-водитель управляет машиной из кабины самосвала), дистанционном (оператор управляет машиной с удаленного рабочего места) и автономном (оператор удаленно только контролирует бортовую систему).

Для повышения безопасности используется ряд систем:

- CDS (система обнаружения столкновений): когда границы цифровых пузырьков пересекаются, CDS подает предупреждение.
- ODS (система обнаружения препятствий): при обнаружении препятствий система остановит самосвал.
- ESB (кнопка аварийного останова): эта система останавливает все беспилотные машины, находящиеся в эксплуатации [4].



Рисунок 1 – Распределение датчиков для беспилотного вождения [5]

Роботизированный комплекс (рисунок 2) состоит из роботизированных самосвалов, терминала дистанционного управления, системы управления, системы связи и системы видеонаблюдения, автоматических шлагбаумов.

Роботизированные самосвалы представляют собой карьерные самосвалы, поддерживающие автономное управление их работой посредством передачи к ним цифровых команд и получения от них обратной связи, но помимо ручного и автоматического управления, они могут управляться оператором дистанционно.

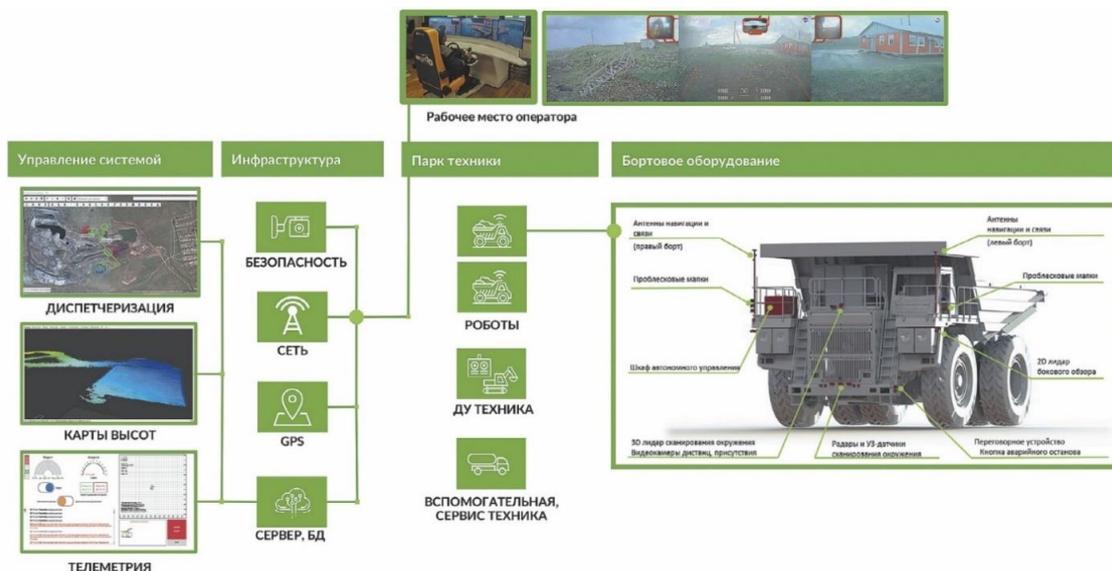


Рисунок 2 - Структура роботизированной системы грузоперевозок [5]

Система управления представляет собой комплекс серверных приложений, установленных на серверном оборудовании и работающих непрерывно в целях оперативного контроля производственной обстановки. Задачи, решаемые под управлением системы:

- движение по маршруту между его конечными точками;
- выполнение маневров под погрузку и на разгрузку;
- построение цифровой карты маршрута движения.

Терминал дистанционного управления (ДУ) состоит из кресла, педалей, руля и видеоэкранов.

Программное обеспечение терминала ДУ интегрировано с системой управления. Управляющие действия на терминале ДУ отключают автоматическое управление роботизированными самосвалами.

Консоль машиниста экскаватора – это микрокомпьютер с сенсорным экраном, устанавливаемый в кабине экскаватора и работающий под управлением встроенного программного обеспечения, интегрированного с системой управления. Консоль машиниста обеспечивает оперативное взаимодействие экскаватора с роботизированными самосвалами при подготовке и выполнении погрузки [5, 6].

По сравнению с традиционным горнотранспортным оборудованием затраты на автономную технику безусловно выше. Однако достаточное количество требуемой инфраструктуры (например, GPS и сети связи) уже есть на многих крупных горнодобывающих предприятиях.

Применение автономного автотранспорта обеспечивает сокращение расхода топлива на 10-15 %, износа шин на 5-15 % и расходов на техническое обслуживание на 8 % [4].

Минусы автоматизации во всех отраслях практически одинаковы:

- беспилотные автотранспортные средства работают по четким логическим правилам, которые для людей могут быть неочевидны. Автономные перевозки требуют новых навыков работы по сравнению с пилотируемыми операциями;

- любая компьютеризация приносит программную уязвимость и угрозу взлома системы;

- в случае массового внедрения автономных систем получим увеличение технической безработицы.

Рассмотрим анализ производственного травматизма на примере АО «УК «Кузбассразрезуголь», в частности, Краснобродский угольный разрез. За шесть лет с 2013 года по 2018 год на разрезе произошёл 41 несчастный случай. В результате выше указанного анализа выявлена самая травмоопасная должность – это эксплуатация карьерных автосамосвалов. Наибольшее количество несчастных случаев произошло в результате воздействия на работников таких опасных факторов, как обрушение, обвалы и падение предметов, падение пострадавшего с высоты, а также дорожно-транспортные происшествия.

На Кузбасских угольных разрезах в основном используются БелАЗы-75306 грузоподъемностью 220 т. Предлагается ввести в эксплуатацию автоматизированные беспилотные автосамосвалы той же грузоподъемности, что позволит решить сразу несколько производственных задач: снизить производственный травматизм, профессиональные заболевания, повысить экономическую эффективность предприятия на 15-20 %, вовлекать в оборот низкорентабельные месторождения. Эффективность производства может достигаться за счет минимизации времени простоев роботизированной техники. Обед, пересменки и т.д. – все эти вынужденные простои техники отсутствуют в случае применения автономной карьерной техники.

С 2024 года рынок роботов будет только расти в среднем на 10-12 % в год.

Библиографический список

1. Гельгенберг И. О. Возможности роботизации карьерной техники на примере автосамосвалов при открытой добыче / И. О. Гельгенберг // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 17–18 мая 2022 года / Под общей редакцией С.В. Коновалова. Том Выпуск 26. Часть V. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2022. – С. 353-357.

2. Дадынский Р. А. Цифровые технологии вспомогательных процессов в горном производстве / Р. А. Дадынский, А. М. Никитина, С. В. Риб // Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов. – 2023. – № 9. – С. 189-192.

3. Тищенко И.В. Автоматизация и роботизация добычи твердых полезных ископаемых / И.В. Тищенко, Ю.В. Ванаг // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2022. – Т. 2. - № 3. – С. 325-333.

4. Хазин М.Л. Роботизированная техника для добычи полезных ископаемых / М.Л. Хазин // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова – 2020. – Т. 18. - № 1. – С. 4-15.

5. Клебанов Д.А. Применение автономной и дистанционно-управляемой техники на открытых горных работах / Д.А. Клебанов, М.А. Макеев, Д.Н. Сиземов // Горная промышленность. – 2020. – №6. – С. 14-16.

6. Роботизация и цифровизация в горнодобывающей промышленности. БЕЛАЗ об инновационных решениях. – URL: https://www.belarus.by/ru/press-center/speeches-and-interviews/robotizatsija-itsifrovizatsija-v-gornodobyva-jusc-hej-promyshlennosti-belaz-ob-innovatsionnyxreshenijax_i_0000148173.html/ (дата обращения: 04.04.2024). – Режим доступа: свободный.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА

Апенкин Д.Е., Волошин В.А., Марченко Д.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail:denisden2002@gmail.com*

В статье сформулированы основные направления составления паспортов буров взрывных работ на разрезах Кузбасса, расположенных в границах населенных пунктов. Вопросы охраны окружающей среды занимают первоочередное место. Анализ сейсмических последствий массовых взрывов проводится на основе мониторинга сейсмической активности при ведении взрывных работ рядом с населенным пунктом. Эффективность проводимых работ мониторинга определяется снижением скорости колебаний фундаментов зданий и сооружений социального назначения в зоне действия массового взрыва действующих разрезов.

Ключевые слова: угольный разрез, массовый взрыв, сейсмомониторинг, замедление, количество серий взрывания.

Контроль за воздействием массовых взрывов на угольных разрезах проводится представителями Института горного дела и геосистем СибГИУ методом онлайн мониторинга с использованием сейсмодатчиков и переносных замерных станций ZETLAB отечественного производства. Проведение мониторинга за работой угольного разреза «Междуречье» проводится на протяжении четырех лет. Показания сейсмомонозмеров увеличиваются по мере приближения разреза к зданиям и сооружениям социально значимых объектов. Для ограничения роста скорости смещений сейсмопоказаний при взрывах на разрезе проводились мероприятия по снижению влияния взрывов на колебания поверхности. Схемы зарядов на разрезах представлены на рисунке 1.

Ограничение влияния массовых взрывов на фундаменты сооружений возможно двумя способами: сокращение объема взрывчатого вещества при приближении разреза к населенным пунктам или изменения схемы взрывания и параметров заряжения скважинных зарядов.

В 2021 году, в целях совершенствования ведения буровзрывных работ, было предложено использовать специальное устройство для формирования скважинного заряда «Рукав зарядный универсальный» (РЗУ) (рисунок 2). Особенностью применения данного устройства РЗУ является возможность формирования скважинного заряда взрывчатого вещества, диаметром менее диаметра забуренной скважины. При использовании создается кольцевой воздушно-водный промежуток между зарядом взрывчатого вещества в рукаве и стенками скважины. Не расходуется энергия взрыва на переизмельчение горной массы в ближней от заряда части увеличивается коэффициент полез-

СОДЕРЖАНИЕ

I ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ	3
КОНСТАНТЫ ПЛАВЛЕНИЯ БРОМИДА ЭРБИЯ (Ш) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДВУХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ: ДСК и ДТА <i>Чумачкова Е.Г., Маринич В.С., Бендре Ю.В., Горюшкин В.Ф.</i>	3
ДОСТИЖЕНИЯ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ «ПРОЧНОСТЬ И ПЛАСТИЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ» <i>Громов В.Е., Юрьев А.Б., Коновалов С.В., Невский С.А., Загуляев Д.В., Крюков Р.Е., Романов Д.А., Семин А.П., Малушин Н.Н., Панченко И.А.</i>	10
ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ТИТАНОВЫХ ФОЛЫГ НА ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ КЕРАМОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ УДАРНОМ НАГРУЖЕНИИ <i>Кузнецова А.Е., Гоморова Ю.Ф., Буякова С.П., Карпов С.М., Шмаков В.В., Буякова С.П.</i>	14
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ДИСЛОКАЦИЙ В КРИСТАЛЛЕ ЖЕЛЕЗА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА <i>Гостевская А.Н., Кондратова О.А., Маркидонов А.В.</i>	18
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОЁМКОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ НА ПРИМЕРЕ AL-SC <i>Чинов В.Ю., Арышенский Е.В., Сарычев В.Д., Клепов Д.Н.</i>	21
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ НАПЛАВКИ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОТПУСКА И ЭПО <i>Чапайкин А.С., Громов В.Е., Черепанова Г.И., Миненко С.С.</i>	24
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО СПЛАВА $CoCrZr_xMn(40-x)Ni$ С ПОМОЩЬЮ РАСЧЕТА ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ <i>Панова В.С., Кузнецова В.А., Осинцев К.А., Коновалов С.В., Панченко И.А.</i>	27
СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ <i>Клопотов А.А., Абзаев Ю.А., Громов В.Е., Иванов Ю.Ф., Шлярова Ю.А., Селиванов И.Д.²</i>	29
ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ <i>Гусаров К.О., Ващук Е.С.</i>	33
ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА AL-SI <i>Шлярова Ю.А., Шляров В.В., Загуляев Д.В.</i>	37

МИКРОЛЕГИРОВАНИЕ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ НИОБИЕМ <i>Бессонова О.В., Осколкова Т.Н.</i>	153
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ <i>Олифиренко И.А.¹, Осколкова Т.Н.²</i>	157
III ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	161
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕХОДА РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕ-ТЕСТИРУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ «ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ» <i>Кротков И.А., Любогощев В.И., Домрачев А.Н.</i>	161
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ В РОССИИ (2016-2023 ГГ.) <i>Коновалова О.Ю., Курдюков М.О., Ермаков А.Ю.</i>	165
ВАРИАНТЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ <i>Кротков И.А., Никитина А.М.</i>	168
ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ МАШИНАМИ И МЕХАНИЗМАМИ В УСЛОВИЯХ АЛМАЗОДОБЫВАЮЩИХ РУДНИКОВ <i>Марченко Л.А., Владимиров В.В., Карнов А.В., Гордеева А.П., Коряга М.Г.</i>	172
ПРИМЕНЕНИЕ БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА <i>Ворсина А.М., Агеев Д.А., Никитина А.М.</i>	175
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЯ НА РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА <i>Ворсина А.М., Агеев Д.А., Никитина А.М.</i>	179
ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ <i>Трабер Н.С., Ворсина А.М., Никитина А.М.</i>	182
РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА <i>Апенкин Д.Е., Волошин В.А., Марченко Д.И.</i>	187
МОНИТОРИНГ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ НА РАЗРЕЗАХ <i>Ефименко И.А., Волошин В.А., Апенкин Д.Е.</i>	191
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ГОРНОПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПО КРЕПКИМ ПОРОДАМ <i>Марченко Д.И., Волошин В.А., Володина А.В., Апенкин Д.Е.</i>	194

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Выпуск 28

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Часть I

Под общей редакцией

С.В. Коновалова

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 14.05.2024 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 26,8 Уч.-изд. л. 28,37 Тираж 300 экз. Заказ № 87

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

Издательский центр СибГИУ