

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Администрация Правительства Кузбасса
Администрация г. Новокузнецка
Институт проблем управления им. Трапезникова РАН
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2023

ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
(с международным участием)

12-14 декабря 2023 г.

Новокузнецк
2023

УДК 658.011.56
С 409

Редакционная коллегия:

д.т.н., проф. В.В. Зимин (ответственный редактор),
д.т.н., проф. С.М. Кулаков, к.т.н., доц. В.А. Кубарев,
д.т.н., проф. Л.Д. Павлова, д.т.н., доц. И.А. Рыбенко,
к.т.н., доц. В.И. Кожемяченко (технический редактор).

С 409 Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) AS'2023: труды Всероссийской научно–практической конференции (с международным участием), 12-14 декабря 2023 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. В.В. Зимина. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2023. – 420 с.

ISBN 978-5-7806-0583-6

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам в области современных систем автоматизации и информатизации учебных, исследовательских и производственных процессов. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры.

УДК 658.011.56

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2023

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ СИБГИУ НА РАЗРЕЗЕ АО «МЕЖДУРЕЧЬЕ»

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

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, denisden2002@gmail.com

Аннотация. В данной статье описан инновационный подход к решению задачи создания современных автоматизированных систем управления горным производством – проект по созданию цифровых двойников наиболее затратных технологических и производственных процессов угледобывающих предприятий, реализуемый в настоящее время студентами института горных технологий и геосистем и кафедры автоматизации и информационных систем СибГИУ.

Ключевые слова: инновационный проект, угледобывающее предприятие, цифровой двойник, цифровой макет, комплекс программно-технических средств, автоматизированная система, контроль транспорта, контроль вибрации.

Abstract. This article describes an innovative approach to solving the problem of creating modern automated mining management systems – a project to create digital counterparts of the most expensive technological and production processes of coal mining enterprises, currently being implemented by students of the Institute of Mining Technologies and Geosystems and the Department of Automation and Information Systems of SibGIU.

Keywords: innovative project, coal mining enterprise, digital twin, digital layout, software and hardware package, automated system, transport control, vibration control.

Современные требования и вызовы обязывают ВУЗы в соответствии с техническим прогрессом развивать автоматизированные системы управления горным производством.

Внедрение инновационных программ с цифровой трансформацией производства требует большого числа высококвалифицированных программистов, имеющих один штаб управления и четкое направление движения к конечной цели. Кроме того, для достижения наилучшего результата при реализации проекта приходится привлекать специалистов из многих областей действующего производства. Такая команда должна быть оснащена самым современным оборудованием, что сегодня для университета почти невозможно. При этом нужно учитывать тот факт, что общие затраты на выполнение проекта могут во много раз превышать ожидаемые результаты от проведенной работы.

Авторами статьи предложен иной путь для достижения поставленной цели. Студентам института горного дела необходимо провести детальный анализ производственных и технологических процессов горнодобывающих предприятий, выявить наиболее затратные из них и найти способы создания «цифровых двойников» отдельных небольших частей предприятия для оптимизации затрат. Из этого множества нужно выбрать вариант, наиболее пригодный для реализации учебного процесса по дисциплинам, связанным с технологией отработки запасов угля открытым способом.

Такой экспериментальный цифровой макет отдельной части предприятия для контроля эффективности принимаемых технических решений предлагается создать на базе кафедры открытых горных работ СибГИУ совместно со студентами института информационных технологий, в частности, кафедры автоматизации и информационных систем, и при тесном взаимодействии со специалистами угольных предприятий.

На основании проведенного анализа работы угольных разрезов определены основные проблемы, существующие на разрезах в настоящее время:

- высокие затраты на буровзрывные работы;
- отсутствие автоматизации транспортных перевозок продукции.

Работа по уменьшению расходов в данном направлении является первым пунктом начальной стадии проекта по созданию «цифрового двойника» производства по добыче

угля открытым способом, т.е. создания ситуационной модели развития предприятия на основе математического моделирования. Целью этого проекта является оптимизация объемов планируемых инвестиций при заданных конкретных параметрах доходности и установленных критериях качества продукта и услуг.

На начальном этапе предлагается рассмотреть возможность внедрения системы контроля транспорта, а также сравнить ожидаемую эффективность от внедрения автоматизированного процесса буровзрывных работ с предстоящими финансовыми затратами на разрезе АО «Междуречье».

Чрезмерное количество привлеченных на сменную работу машин негативно сказывается на погрузке и циклах транспортировки горной массы по причине создания очередей или непрогнозируемых простоев. Ежедневный мониторинг и анализ работы транспорта повлечет за собой снижение простоев техники, повышение экономии топлива. Стабильное снижение аварийности позволит разработать и внедрить на разрезе беспилотные самосвалы [1].

Мониторинг работы горнодобывающих предприятий на вскрышных работах позволит определить целесообразность применения методов дистанционного контроля и управления за работой бурового оборудования на экспериментальном участке.

Широкое применение специального программного обеспечения для оптимизации работы и автоматической диспетчеризации горнотранспортного оборудования позволит выявить резервы производства и снизить производственные расходы. Для оценки фактической трудоемкости работ и сокращения простоев дорогостоящего оборудования дополнительно принята к применению программа учета расходов на монтаж, обслуживание и ремонт, используемая на угольных разрезах при контроле качества работ.

Все эти факторы определяют технологическую и техническую целесообразность перехода к безлюдным технологиям добычи полезных ископаемых на основе дистанционно управляемого горно-шахтного оборудования и роботизированной буровой техники, обеспечивающих частичное или полное исключение человека из процессов непосредственного управления оборудованием в зоне ведения открытых горных работ.

Комплекс технических и программных средств, объединяющий программный пакет «Цифровой двойник» в систему сбора данных с буровых станков имеет рабочее название «ЦИФРА». Взаимодействие между системами в нем осуществляется через единую базу данных (рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Схема информационных потоков программно-технического комплекса «Цифровой двойник»

Автоматизированная система предназначена для получения данных о работе бурового станка и занесения результатов в базу данных. После приёма и первичной обработки результатов работы бурового станка происходит кодированная пересылка готовой информации в пункт диспетчерской для систематизации информации и далее с установленных контрольных датчиков. передаётся по радиоканалу на буровой станок производственной службы. Проект на бурение корректируется и затем по радиоканалу также передается на буровой станок. Особо точная навигация станка на скважины осуществляется с помощью глобальной навигационной спутниковой системы GPS/ГЛОНАСС. В процессе бурения регистрируются физические величины, характеризующие параметры и режим бурения [2].

Группой обучающихся СибГИУ разработан пакет компьютерных программ для клиентов, позволяющий персоналу предприятия комфортно и эффективно работать с данными, которые создаются и записываются в процессе эксплуатации комплекса.

В указанный комплекс планируется включение системы контроля вибрации оборудования на платформе Arduino, которая в настоящее время создается также силами студентов института горного дела и геосистем и кафедры автоматизации и информационных систем СибГИУ. Прототип этой системы [4, 5] был успешно испытан на нескольких предприятиях в текущем году в течение трех месяцев.

На предприятии разрезе АО «Междуречье» созданы специализированные бригады из числа студентов института горного дела и геосистем СибГИУ, занимающиеся ведением хронометражных замеров за работой бурового оборудования и общим временем проведения массовых взрывов, включая мониторинг сейсмической активности в зоне зданий АБК. Данные, собранные группами мониторинга, заносятся в единую базу с компьютерной обработкой для включения в цифровую модель буровзрывных работ по разрезу АО «Междуречье». При помощи программы, разработанной студентами института информационных технологий и автоматизированных систем СибГИУ, производится сравнение показателей работы бурового оборудования с автоматизированными системами на аналогичных разрезах с фактическими данными после компьютерной обработки и анализ полученных результатов.

Ожидаемый экономический эффект от реализации проекта по созданию цифрового двойника складывается из экономии в результате сокращения расходов на организацию буровзрывных работ до 10% и повышения производительности работы горнотранспортного оборудования до 8%.

Библиографический список

1. Матющенко Ю. Атака белорусских роботов. «Вист групп» и БелАЗ обкатают роботизированные самосвалы в Кузбассе и Хакасии / Ю. Матющенко / Коммерсантъ. от 20.07.2018.- №127.
2. Коваленко В.А. Система автоматизированной подготовки производства на карьерах. «Цифровой двойник»// Добывающая промышленность. 2018.Т.11. № 3. С. 294-296.
3. Коваленко В.А. Автоматизированная подготовка производства на карьерах. Программно-технический комплекс «Цифровой двойник» // Добывающая промышленность. • 2017.Т.7.-№ 3. С. 50-53.
4. Куксин, В.С. Создание датчика вибрации с использованием акселерометра и микроконтроллера Arduino Nano / Куксин В.С., Олейник А.А., Михайлова О.В., Садов Д.В. // ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ НАУКА: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ : сборник статей XXXI Международной научно-практической конференции (22 июня 2023 г.) – Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2023. – 362 с. : ил. – С. 74-79. - <https://sciencen.org/assets/Kontent/Konferencii/Arhiv-konferencij/KOF-833.pdf>
5. Куксин, В.С. Система контроля вибрации оборудования на платформе Arduino / Куксин В.С., Олейник А.А., Михайлова О.В., Садов Д.В. // НАУКА, СТУДЕНЧЕСТВО,

УДК 62-519

О СИСТЕМЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ В ОТКРЫТОМ УГОЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ

Волошин В.А., Апёнкин Д.Е., Марченко Д.И., Куксин В.С., Олейник А.А.,
Прохоров И.М.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, denisden2002@gmail.com

Аннотация. В статье описан способ устранения недостатков существующего метода измерения колебаний за счет применения разработанного авторами статьи интеллектуального датчика вибрации. Приведены технические характеристики указанного датчика и блок-схема алгоритма обработки информации в системе измерения вибрации при контроле параметров массового взрыва на угольном разрезе.

Ключевые слова: массовый взрыв, сейсмические колебания, амплитуда, сейсмограмма, допустимые скорости колебаний, интеллектуальный датчик вибрации.

Abstract. The article describes a way to eliminate the disadvantages of the existing method of measuring vibrations by using an intelligent vibration sensor developed by the authors of the article. The technical characteristics of the specified sensor and a block diagram of the information processing algorithm in the vibration measurement system for monitoring the parameters of a mass explosion at a coal mine are given.

Keywords: mass explosion, seismic vibrations, amplitude, seismogram, permissible vibration velocities, intelligent vibration sensor.

Открытый способ добычи угля получил большое распространение благодаря своим преимуществам перед подземной добычей в шахтах. У способа существуют как преимущества (безопасность, высокая производительность труда, удобство и комфорт для персонала по сравнению с шахтным способом), так и недостатки (в основном – неблагоприятное воздействие на окружающую среду), причем достоинства открытого способа добычи угля до сих пор перекрывают его недостатки, несмотря на экологическую проблему, которая в последнее время стоит весьма остро. Самая сложная ситуация сейчас в центре угледобычи — Кузбассе, где не утасует довольно жёсткий конфликт между местным населением и угольными предприятиями. Тем не менее, высокая производительность, экономическая эффективность и безопасность держат немалую толику угольных предприятий на плаву. Таким образом, возникает необходимость оценки воздействия открытых горных работ на экологическую обстановку. С увеличением количества угольных разрезов в Кузбассе и ростом объемов вскрышных работ, в том числе и объемов взрывааемых ВВ, а также с учетом приближения этих работ к населенным пунктам и другим важным объектам существенную опасность, в числе прочих, представляет негативное сейсмическое воздействие массовых взрывов.

Воздействие на окружающую среду в основном будет определяться последствиями открытых горных работ как непосредственно в процессе их проведения, так и после завершения. На угольных разрезах в настоящее время остается востребованным способ разрушения коренных горных пород с использованием энергии взрыва. Данные проявления являются предметом промышленной безопасности и подлежат непрерывному контролю, начиная со стадии проектирования буровзрывных работ, с последующим мониторингом за интенсивностью их проявления и разработкой мероприятий либо по снижению до допустимых норм, либо вплоть до их исключения.

<i>Пашико Е.А., Тараборина Е.Н.</i> Обзор и сравнительный анализ программного обеспечения для автоматизации процессов управления персоналом и оценки сотрудников.....	78
<i>Пимонов А.Г., Кудрявцев Д.С., Ларин Н.М.</i> Автоматизация бизнес-процессов Кемеровского филиала ППК «Роскадастр» средствами php-фреймворка Laravel	82
<i>Мельникова Ю.С., Симикина А.А.</i> Актуальность применения искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений в ветеринарии	85
<i>Марченко Д.И., Аленкин Д.Е., Волошин В.А., Михайлова О.В.</i> Инновационные проекты обучающихся СибГИУ на разрезе АО	89
<i>Волошин В.А., Алёнкин Д.Е., Марченко Д.И., Кукулин В.С., Олейник А.А., Прохоров И.М.</i> О системе сейсмического контроля массовых взрывов в открытом угольном разрезе.....	92
СЕКЦИЯ 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ И НАУКОЕМКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ	
<i>Спирин Н.А., Лавров В.В., Гурин И.А.</i> Об использовании технологии машинного (технического) зрения для оценки внутреннего состояния сложных, распределенных объектов в пирометаллургии (на примере доменного производства).....	98
<i>Сеченов П.А., Рыбенко И.А.</i> Сравнение методов LUP-разложения и разложения Холецкого применительно к задаче нахождения равновесного состава сложной многокомпонентной гетерогенной системы	103
<i>Сеченов П.А., Рыбенко И.А.</i> Выбор замены переменных в задаче нахождения равновесного состава термодинамической системы.....	108
<i>Четвертков Е.В., Короблина Т.В.</i> Применение ИИ в высшей школе при организации проектной деятельности	115
<i>Губанов К.Н., Рыбенко И.А.</i> Оптимизация бизнес процесса проверки 3D модели, реализованной инженером-конструктором при производстве металлических конструкций	119
<i>Гейль К.Э.</i> Использование машинного обучения для модерирования карточек товара маркетплейса	122
<i>Elman K.A.</i> Innovative development of oil field development technology	126
<i>Голодова М.А., Рыбенко И.А., Рожихина И.Д., Нохрина О.И.</i> Термодинамическое моделирование процесса восстановления кобальта углеродом в элементарных системах	128
<i>Темнохудов Д.Р.</i> Введение в предиктивное обслуживание с использованием методов машинного обучения	134

Научное издание

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2023**

**ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**
(с международным участием)

12-14 декабря 2023 г.

Под общей редакцией д.т.н., доц. В.В. Зимина

Техническое редактирование и компьютерная верстка В.И. Кожемяченко

Подписано в печать 01.12.2023 г.

Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага писчая. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 25.04. Уч.-изд. л. 26.64. Тираж 20 экз. Заказ 260.

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, зд. 42.
Издательский центр СибГИУ