

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

ВК «Кузбасская ярмарка»



Посвящается 300-летию Кузбасса

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 7 - 2021

Главный редактор
д.т.н., проф. Фрянов В.Н.

Редакционная коллегия:
чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. Клишин В.И., д.т.н., проф. Никитенко С.М.,
д.т.н. Павлова Л.Д. (технический редактор), д.т.н., проф. Домрачев А.Н.,
д.э.н., проф. Петрова Т.В.

Н 340 Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов : науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2021. - № 7. – 400 с.

Рассмотрены аспекты развития инновационных наукоемких технологий диверсификации угольного производства и обобщены результаты научных исследований, в том числе создание роботизированных и автоматизированных угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, базирующиеся на использовании прорывных технологий добычи угля и метана, комплексной переработке этих продуктов в угледобывающих регионах и реализации энергетической продукции потребителям в виде тепловой и электрической энергии.

Журнал предназначен для научных и научно-технических работников, специалистов угольной промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Номер подготовлен на основе материалов Международной научно-практической конференции «Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов», проводимой в рамках специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» (Новокузнецк, 1-4 июня 2021 г).

Основан в 2015 г.
Выходит 1 раз в год

Учредитель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

УДК 622.2
ББК 33.1

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР	13
ГЕОМЕХАНИКА ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ МОЩНОГО ПЛАСТА	15
Ройтер М., докт. Крах М., Кисслинг У., д.т.н. Векслер Ю.	15
Фирма Марко Системный анализ и разработки гмбх, г. Дахау, Германия.....	15
СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ	
МАССИВА ВОКРУГ ЗАБОЕВ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК	19
Ройтер М., докт. Крах М., Кисслинг У., д.т.н. Векслер Ю.	19
Фирма Марко Системный анализ и разработки гмбх, г. Дахау, Германия.....	19
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА КУЗБАССА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ С	
РОБОТИЗИРОВАННЫМ ВЫПУСКОМ УГЛЯ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ	24
чл.-корр. РАН Клишин В.И., к.т.н. Кузнецова Л.В., к.т.н. Анфёров Б.А.....	24
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	24
КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ГИДРООБРАБОТКИ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА	
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ И ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	31
член-корр. РАН Клишин В.И., д.т.н. Шадрин А.В., Телегуз А.С. Федеральный	
исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	31
СХЕМА ОПЕРАТИВНОГО РАЗУПРОЧНЕНИЯ ПОРОД ОСНОВНОЙ КРОВЛИ ПЛАСТА ИЗ	
ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ МЕТОДОМ НАПРАВЛЕННОГО ГИДРОРАЗРЫВА	35
¹ член-корр. РАН Клишин В.И., ¹ к.т.н. Опрук Г.Ю., ¹ Телегуз А.С., ² Галкин А.В., ³ Буянов К.А.	
.....	35
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия ..	35
2 - АО «ТопПром», г. Новокузнецк, Россия	35
3 - ООО «Шахта «Юбилейная», г. Новокузнецк, Россия	35
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НДС МАССИВА С ГРАВИТАЦИОННО-	
ТЕКТОНИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ	
НАПРЯЖЕНИЙ В ОКРЕСТНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК	39
д.ф.-м.н. С.В.Лавриков, д.ф.-м.н. А.Ф.Ревуженко.....	39
Институт горного дела им. Н.А.Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия.....	39
К РАСЧЕТУ НЕУСТОЙЧИВЫХ РЕЖИМОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ	
АКТИВНОГО МАССИВА В ОКРЕСТНОСТИ ФРОНТА ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ.....	43
д.ф.-м.н. Лавриков С.В.	43
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, Россия	43
ЛАГОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ	
ЗОЛОТОРУДНОГО КАРЬЕРА «БРЕКЧИЯ»	50
^{1,2} д.т.н. А.А. Ордин, ³ И.В. Васильев.....	50
1 – Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	50
2 - ООО «НПЦ ВостНИИ», г. Кемерово, Россия.....	50
3 - ООО «Сибгипрошахт», г. Новосибирск, Россия.....	50
ОРИЕНТАЦИЯ ТРЕЩИН НАПРАВЛЕННОГО ГИДРОРАЗРЫВА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ	
ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОД.....	55
д.т.н. Сердюков С.В., Азаров А.В.....	55
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	55
ФОРМА ТРАЕКТОРИИ ДИСКОВОЙ ТРЕЩИНЫ ГИДРОРАЗРЫВА ОКОЛО ПЛАСТОВОЙ	
ВЫРАБОТКИ	61
¹ д.т.н. Черданцев Н.В., ² д.т.н. Черданцев С.Н.	61
1 - Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия.....	61
2 - АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной	
отрасли» (АО «НЦ ВостНИИ»), г. Кемерово, Россия.....	61
ЛОКАЛИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДОМЕНОВ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	66
¹ д.т.н. Рогова Т.Б., ² д.т.н. Шаклеин С.В. ² д.т.н. Писаренко М.В.....	66
1 - Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово,	
Россия	66
2 - Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, Кемерово, Россия	66
ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ УГОЛЬНОЙ БАЗЫ КУЗБАССА.....	70

¹ д.т.н. С.В. Шаклеин, ² д.т.н. Т.Б. Рогова, ¹ д.т.н. М.В. Писаренко.....	70
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	70
2 – Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева,.....	70
г. Кемерово, Россия	70
АНАЛИЗ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА.....	73
д.т.н. Федорин В.А., к.т.н. Шахматов В.Я., к.т.н. Опрук Г.Ю., Кузнецова Е.И.	73
Институт угля Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН,.....	73
г. Кемерово, Россия	73
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИТОТИПОВ УГЛЕЙ КУЗБАССА	76
к.х.н. Семенова С.А., д.х.н. Патраков Ю.Ф., д.т.н. Майоров А.Е.	76
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	76
О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	82
д.т.н. Прошунин Ю.Е.	82
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	82
О РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛУБОКОЙ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КАМЕННЫХ И БУРЫХ УГЛЕЙ.....	88
д.т.н. Прошунин Ю.Е.	88
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	88
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЛАНСОВ	94
к.э.н. Новоселов С.В.,.....	94
г. Кемерово, Россия	94
ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ КУЗБАССА С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	96
Головачев А.А., к.х.н. Черкасова Е.В.	96
Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия	96
ОБОСНОВАНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ТОЛЩИНЫ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА ИЗ МОНОЛИТНОГО АРМИРОВАННОГО БЕТОНА В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОНТАЖНОЙ МАШИНЫ ТИПА RETITTO MULE HAUL.....	99
Бубнов К.А., к.т.н. Новиньков А.Г., Заволокина Е.А.....	99
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва г. Кемерово, Россия	99
ВЛИЯНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД В РАЙОНЕ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ НА УДАРООПАСНОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	103
д.т.н. Лобанова Т.В., к.т.н. Линдин Г.Л., Лобанов С.А.....	103
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	103
ОЦЕНКА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ КУЗБАССА	110
¹ к.т.н. Исаченко А.А., ² к.т.н. Петрова Т.В.....	110
1 - филиал «Шахта «Ерунаковская-VIII» АО «ОУК «Южкузбассуголь», г. Новокузнецк, Россия	110
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	110
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ ОБНАЖЕНИЯ НЕЗАКРЕПЛЕННОЙ ЧАСТИ КРОВЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ООО «ШАХТА «АЛАРДИНСКАЯ»	114
Никитина А.М., Борзых Д.М., Риб С.В., Лесных А.С.....	114
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	114
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИКОНТУРНОГО МАССИВА В ОКРЕСТНОСТИ ПРОВОДИМОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ	119
Никитина А.М., Борзых Д.М., Риб С.В., Лесных А.С.....	119
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	119
ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЙ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ США С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ.....	123

^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В.	123
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	123
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия	123
ПРИМЕНЕНИЕ БЕТОНА ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ТЕХНОЛОГИИ БЕСТРАНШЕЙНЫХ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ КОММУНИКАЦИЙ	128
к.т.н. Корнеев В.А., к.т.н. Корнеева Е.В., Корнеев П.А., Кулебакин И.И.	128
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	128
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ШАХТАХ ЮЖНОГО КУЗБАССА	130
Варгольских А.А.	130
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва», г. Кемерово, Россия	130
ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ	133
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОМПЛЕКСОВ ГЛУБОКОЙ РАЗРАБОТКИ УГЛЯ МЕТОДАМИ ВИБРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ	135
¹ Копытин Д.В., ¹ д.т.н. Тащиенко В.П., ^{1,2,3} д.т.н. Герике Б.Л., ¹ к.т.н. Дрозденко Ю.В., ⁴ к.т.н. Артамонов П.В.	135
1 – Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия	135
2 – Прокопьевский филиал КузГТУ, г. Прокопьевск, Россия.....	135
3 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	135
4 – Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия	135
ОБ ОДНОМ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ ГОРНЫХ МАШИН	141
¹ к.т.н. Герике П.Б., ^{1,2} д.т.н. Герике Б.Л.....	141
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	141
2 – Прокопьевский филиал КузГТУ, г. Прокопьевск, Россия.....	141
ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	147
к.т.н. Абрамов И.Л.	147
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	147
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ РАБОЧИХ КОЛЕС ШАХТНЫХ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ СКОРОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ ..	149
Панова Н.В., к.т.н.....	149
Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	149
НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗГРУЗКИ СМЕРЗШЕГОСЯ УГЛЯ ИЗ ОТКРЫТЫХ ПОЛУВАГОНОВ	152
¹ к.т.н. Куликова Е.Г., ² к.т.н. Левенсон	152
1 – Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия	152
2 – Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	152
РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПРИВОДА ДРОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ, РАБОТАЮЩЕЙ НА СДВИГ .157	
¹ д.т.н. Никитин А.Г., ¹ Шабунев М.Е., ¹ Курочкин Н.М., ² к.т.н. Баженов И.А.	157
1 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	157
2 - Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия.....	157
ПСЕВДОХАОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ	160
д.т.н. Никитин А.Г., к.т.н. Тагильцев-Галета К.В., к.ф.-м.н. Лактионов С.А.	160
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	160
РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ВОЗВРАТА ИНВЕСТИЦИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В АВТОДОРОЖНОМ КОМПЛЕКСЕ	162
¹ д.т.н. Новичихин А.В., ² Буйвис В.А.	162

1 - Петербургский государственный университет путей сообщения, г. Санкт-Петербург, Россия	162
2 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	162
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ ГОРНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ	167
^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В.	167
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	167
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия	167
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ И ЛОГИСТИКИ УГОЛЬНЫХ ПОТОКОВ В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ ШТАТА ТЕХАС В США.....	170
^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В.	170
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	170
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия	170
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕШЕНИЯ ПРИ СЕРВИСНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ БОЛЬШЕГРУЗНОЙ ТЕХНИКИ КОМПАНИИ ООО «МАЙНТЕК МАШИНЕРИ».....	174
д.т.н. Булакина Е.Н., Недзельская О.Н., Бикинеева А.Н., Моисеев В.В., Почуфаров Д.О., Кетов А.В.	174
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия	174
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТОРА «ИЗНОС» В ПРИВОДНЫХ ЕДИНИЦАХ ПРИ РАБОТЕ ШАХТНЫХ ПОДВЕСНЫХ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ДИЗЕЛЕВОЗОВ.....	179
к.э.н. Новоселов С.В.....	179
г. Кемерово, Россия	179
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИТАНА НА МИКРОСТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ Fe-C-SI-MN-CR-MO-NI СЛОЯ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ИЗНОСА	182
д.т.н. Козырев Н.А., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Кибко Н.В., Михно А.Р., к.т.н. Козырева О.А. ..	182
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	182
ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ И СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ИЗ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ	187
д.т.н. Юрьев А.Б., Шевченко Р.А., д.т.н. Козырев Н.А., Михно А.Р., к.и.н. Гутак О.Я.	187
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	187
НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПЛАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	192
к.т.н. Усольцев А.А., д.т.н. Козырев Н.А., Михно А.Р., к.т.н. Крюков Р.Е., Шевченко Р.А.....	192
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	192
ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ ПОРОШКА ТИТАНА В СОСТАВ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ НАПЛАВКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	196
д.т.н. Козырев Н.А., Михно А.Р., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Крюков Р.Е., д.т.н. Гизатулин Р.А.....	196
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	196
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО УДАРНО-АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА, ПУТЕМ НАПЛАВКИ	199
Гусев А.И., д.т.н. Козырев Н.А., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Крюков Р.Е., Михно А.Р.....	199
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	199
ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА ПОЕЗДА «САПСАН» НА ТВЕРДОПОЛИМЕРНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ПЛАТИНО-НИКЕЛЕВЫЙ КАТАЛИЗАТОР	205
О.В. Шугаев, Т.П. Воскресенская, М.Г. Дружинина	205
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	205

РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	211
РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРНО НЕОДНОРОДНОМ ГЕОМАССИВЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОЙ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ	213
Павлова Л.Д., Фрянов В.Н.....	213
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	213
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ	216
Фрянов В.Н., Исаченко А.А., Петрова О.А.....	216
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	216
ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКОМПЛЕКСНОГО РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	221
¹ Макаров Г.В., ¹ Мышляев Л.П., ¹ Саламатин А.С., ¹ Грачев В.В., ² Вдовиченко В.М.....	221
¹ ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк, Россия.....	221
² ООО «Омрон Электроникс», г. Москва, Россия	221
ЦИФРОВИЗАЦИЯ – ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ	225
¹ д.т.н. Мышляев Л.П., ² к.т.н. Венгер К.Г., ³ к.т.н. Грачев В.В.	225
1 – ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк, Россия	225
2 – ООО «РТ-СтройИнжиниринг», г. Москва, Россия	225
3 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	225
ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК: ПОНЯТИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	227
¹ Коровин Д.Е., ¹ к.т.н. Грачев В.В., ² д.т.н. Мышляев Л.П., ² Иванов Д.В., ² Кулюшин Г.А., ² Загидулин И.Р., ² Свинцов М.М., ² Макаров Г.В.	227
1 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	227
2 - Научно-исследовательский центр систем управления, г. Новокузнецк, Россия	227
МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КВАДРАТИЧНЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЕГАЗАЦИОННЫХ И ГАЗООТСАСЫВАЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ	232
Колегов Г.А.....	232
Томский государственный университет, г. Томск, Россия	232
МЕТОДОЛОГИЯ УЧЁТА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫРАБОТАННЫХ ПРОСТРАНСТВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ С ЦЕЛЬЮ ИХ ВКЛЮЧЕНИЯ В МОДЕЛИ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	238
Колегов Г.А.....	238
Томский государственный университет	238
г. Томск, Россия.....	238
РАЗРАБОТКА ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ СМЕРЗШЕГОСЯ В ВАГОНЕ УГОЛЬНОГО СЫРЬЯ НА УСТАНОВКЕ ДЛЯ ЕГО РАЗМОРОЗКИ.....	243
д.т.н. Рыбенко И.А., к.т.н. Сеченов П.А., д.т.н. Калашников С.Н.	243
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	243
РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ	246
д.т.н. Рыбенко И.А., к.т.н. Буинцев В.Н., к.т.н. Ермакова Л.А.	246
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	246
ПРЕДОБРАБОТКА ДАННЫХ С ДАТЧИКОВ АЭРОГАЗОВОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКЕ ГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДЛЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ	250
Дворянчиков М.В., д.т.н. Павлова Л.Д.....	250
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	250
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕТОДА СЕТЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	253
Ефимов Н.Ю., Завьялов Ю. А., Свинцов М.М., Гишанинов Ю.Ю., к.т.н. А.В. Зимин	253
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	253
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА СЕТЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ.....	258

¹ к.т.н. А.В. Зимин, ² д.т.н. И.В. Буркова, ³ А.А. Селезнев, ¹ д.т.н. В.В. Зимин,	258
1 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	258
2 - Институт проблем управления РАН, г. Москва, Россия	258
3 – ООО «ТК-СДН», г. Новосибирск, Россия.....	258
РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В ЦЕПИ РОТОРА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШАХТНОГО ПОДЪЕМА.....	262
Островлянчик В.Ю., Поползин И.Ю., Кубарев В. А., Маршев Д.А.	262
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	262
АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ В ЦЕПИ РОТОРА.....	266
Островлянчик В.Ю., Поползин И.Ю., Кубарев В. А., Маршев Д.А.	266
Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия	266
ПРЕДИКТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	272
¹ Аниканов Д.С., ² к.т.н. Кипервассер М.В., ² к.т.н. Симаков В.П.	272
1 – ООО «СИБШАХТОСТРОЙ», г. Новокузнецк, Россия.....	272
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	272
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	277
к.т.н., Кипервассер М.В., к.ф.-м.н. Лактионов С.А.	277
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	277
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ЛИТЫХ И СВАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	281
к.т.н. Князев С. В., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Куценко А.И., Ознобихина Н.В.	281
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	281
СОЗДАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАСТОМИЗИРОВАННОГО МЕЛКОСЕРИЙНОГО ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ.....	283
к.т.н. Князев С.В., к.т.н. Куценко А.И., к.т.н. Усольцев А.А., Соколов Б.М.	283
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	283
ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	286
к.т.н. Князев С.В., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Куценко А.И., к.т.н. Куценко А.А.	286
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	286
РАЗРАБОТКА ТЕСТОВОГО ТРЕХМЕРНОГО РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА И МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА ПРИ РАБОТЕ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ	288
¹ к.т.н. Никитенко М.С., ¹ Кизилов С.А., ² д.м.н. Тарасова И.В., ³ к.б.н. Игнатова А.Ю., ¹ Натура Е.С.	288
.....	288
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	288
2 – Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, г. Кемерово, Россия	288
3 – Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. г. Кемерово, Россия	288
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТАВОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ С ИЗБЫТОЧНОЙ УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ.....	293
^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В.	293
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	293
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия	293
ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	297
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВЫБРОСООПАСНЫХ ЗОНАХ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ПРИ ПРОХОДКЕ ВЫРАБОТОК.....	299

^{1,3} Разумов Е.Е., ¹ д.т.н. Простов Сергей Михайлович, ² Рахматуллаев Р.Р., ³ Панин С.Ф.	299
1 – Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия	299
2 – АО «АрселорМиттал Темиртау», г. Караганда, Республика Казахстан	299
3 – Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела – межотраслевой научный центр «ВНИМИ», г. Санкт-Петербург, Россия.....	299
ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ЭНЕРГЕТИКА»	302
д.т.н. Тайлаков О.В., к.т.н. Застрелов Д.Н., Лукина Е.В., Снетова Е.С.	302
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	302
ИЗУЧЕНИЕ ПОРОД КРОВЛИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ.....	305
д.т.н. Тайлаков О.В., к.т.н. Застрелов Д.Н., Салтымаков Е.А., Соколов С.В.	305
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	305
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД	311
д.т.н., Тайлаков О.В., Смыслов А.И., Таюрский М.А., Колесниченко С.Е.	311
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	311
ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН В ШАХТНЫХ НАБЛЮДЕНИЯХ	315
д.т.н. Тайлаков О.В., к.т.н. Застрелов Д.Н., Салтымаков Е.А., Колесниченко С.Е.....	315
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	315
АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГАЗОВОЗДУШНЫХ СМЕСЯХ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ПРОТЕКАНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ С КОНЕЧНЫМИ СКОРОСТЯМИ	318
д.т.н. С.В. Черданцев, к.т.н. П.А. Шлапаков, к.т.н. С.И. Голоскоков, Д.Н. Батраков, В.В. Колыхалов, Е.А. Шлапаков, С.А. Хаймин	318
АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» (АО «НЦ ВостНИИ»), г. Кемерово, Россия.....	318
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТЕРИЯ ВЫБРОСОПАСНОСТИ СПЕКТРАЛЬНО-АКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРОГНОЗА	324
д.т.н. Шадрин А.В., чл.-корр. РАН Клишин В.И., Диюк Ю. А.	324
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	324
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЧАСТКОВ ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОД С ИЗМЕНЕННЫМИ ФИЛЬТРАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ В КРОВЛЕ ВЫЕМОЧНОГО СТОЛБА НА ОСНОВЕ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ	329
¹ д.т.н. Тайлаков О.В., ¹ к.т.н. Застрелов Д.Н., ¹ Колесниченко С.Е., ² Соколов С.В., Роут Г.Н.	329
1 - Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН.....	329
2 - Кузбасский технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия.....	329
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ.....	333
д.т.н. Тайлаков О.В., к.т.н. Макеев М.П., Соколов С.В., Колмакова А.А.	333
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	333
ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ФИЛЬТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И МЕТАНА В УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ.....	336
д.т.н. О.В. Тайлаков, к.т.н. Д.Н. Застрелов, к.т.н. Е.А. Уткаев, к.т.н. М.П. Макеев	336
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	336
ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ПРИМЕРЕ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	339
д.т.н. Тайлаков О.В., к.т.н. Застрелов Д.Н., Снетова Е.С.	339
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	339
КИНЕТИКА АДСОРБЦИИ КИСЛОРОДА ГАЗОНАСЫЩЕННЫМИ УГЛЯМИ	341
д.т.н. С.П. Греков, к.т.н. В.П. Орликова.....	341
Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор», г. Донецк	341
НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗУ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	345
¹ Караблин М.М., ² д.т.н. Простов С.М.	345

1 - ОАО «Кузбасгипрошахт», Россия, г. Кемерово	345
2 - Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия	345
ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ОТРАБОТКИ ВЕСЬМА МОЩНЫХ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ШАХТАХ КУЗБАССА	352
¹ Разумов Е.А., ¹ Венгер В.Г., ² к.т.н. Пудов Е.Ю., ¹ д.т.н. Калинин С.И.	352
1 – Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия	352
2 – Филиал КузГТУ, г. Прокопьевск, Россия	352
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКИХ КУПОЛОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ КУПОЛОВ И АНКЕРНОЙ КРЕПИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ КУПОЛОВ.....	356
¹ Венгер В.Г., ¹ Разумов Е.А., ² к.т.н. Пудов Е.Ю., ¹ д.т.н. Калинин С.И.	356
1 – Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия	356
2 – Филиал КузГТУ, г. Прокопьевск, Россия	356
ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ	360
к.т.н. Волошин В.А., Сабиров Р.М., Петров В.И., Балачев С.Н.	360
Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия	360
ВЕДЕНИЕ МОНИТОРИНГА СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ШАХТАХ ЮГА КУЗБАССА	364
¹ Мулев С.Н., ² Разумов Е.А., ¹ к.т.н. Волошин В.А.	364
1 – АО «ВНИМИ», г. Санкт-Петербург, Россия	364
2 – Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия	364
КЛЕТОЧНО-АВТОМАТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ СОРБЦИИ ГАЗА В КОНЕЧНОМ ОБЪЕМЕ УГЛЯ	368
Немцев А.Ю., д.т.н. Калашников С.Н.	368
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	368
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИИ АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА	371
д.т.н. Калашников С.Н., Бабушкина О.С., Гаун М.А.	371
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	371
АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАДИЦИОННЫХ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ДЕГАЗАЦИИ ВЫСОКОГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ	374
Крестьянинов А.В., Шмаков И.К., к.т.н. Васильев П.В.	374
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	374
ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ.....	379
к.э.н. Новоселов С.В.	379
г. Кемерово, Россия	379
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА ОБЪЕМНОГО ОКРАШИВАНИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ	382
д.т.н. Столбошкин А.Ю., Акст Д.В., Истерин Е.В., к.т.н. Фомина О.А.	382
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	382
РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА БОГОСЛОВСКОМ УГОЛЬНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ.....	386
^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В.	386
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	386
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия	386
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ НА ОТРАБОТАННЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ.....	389
^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В.	389
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	389

2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия	389
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ НА ТЕРРИТОРИЯХ ОТРАБОТАННЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СРЕДНЕМ И ЮЖНОМ УРАЛЕ	391
^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В.	391
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	391
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия	391
ОЦЕНКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ ОТХОДАМИ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ-КУЗБАССЕ.....	394
¹ к.б.н. Семина И.С., ² к.б.н. Соловьев С.В., ² д.б.н. Андроханов В.А., ¹ к.с-х.н. Шипилова А.М.....	394
1 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	394
2 - Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия	394

**РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В СТРУКТУРНО НЕОДНОРОДНОМ ГЕОМАССИВЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОЙ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ****Павлова Л.Д., Фрянов В.Н.****Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия**

Аннотация. Разработана цифровая модель геомеханических процессов в структурно неоднородном геомассиве с учетом влияния природных и техногенных сил. По результатам численного моделирования выявлены закономерности изменения напряжений, конвергенции пород кровли и почвы, устойчивости угольных целиков между очистными и подготовительными выработками при увеличении глубины разработки и мощности пород междупластья в пределах выемочного столба угольной шахты.

Ключевые слова: геомассив, глубина разработки, моделирование, напряжения, остаточная прочность, разрушение пород, угольный целик, цифровая модель.

Введение. Одним из ключевых приоритетов в производственной деятельности угледобывающих предприятий является обеспечение безопасных условий труда работников при минимизации рисков, связанных с процессом подземной угледобычи.

Основными рисками при подземной угледобыче являются возникновение потенциально взрывоопасной концентрации метана, непрогнозируемые сейсмические события и геодинамические явления, возникающие вследствие увеличения глубины разработки и усложнения горно-геологических условий.

Сложность горно-геологических условий характеризуется следующими признаками: наведенная техногенная сейсмичность в пределах сейсмогеодинамического полигона группы горнодобывающих предприятий; интенсивные проявления динамических явлений в виде горных ударов, внезапных выбросов угля, породы и газа при увеличении глубины разработки до 800 м, а природной метаноносности до 30 м³/т; негативное влияние на эксплуатационную устойчивость горных выработок структурной неоднородности массива горных пород в виде пликтивных и дизъюнктивных геологических нарушений, замещений породных слоёв и угольных пластов.

Целью исследований является установление по результатам численного моделирования закономерностей геомеханических процессов в структурно неоднородном геомассиве при изменении глубины разработки в пределах выемочного столба и мощности пород междупластья.

Объект и методы исследований. В качестве объекта исследований рассмотрены геомеханические процессы в окрестности системы взаимовлияющих отработанных выемочных столбов и подготовительных выработок при подземной разработке свиты сближенных пластов Ерунаковского месторождения каменного угля Кузбасса.

Особенностью объекта исследований является нетрадиционная пространственная ориентировка выемочных столбов относительно элементов залегания угольных пластов. Как правило, для отработки пологих газоносных пластов длинными комплексно-механизированными очистными забоями продольные оси выемочных столбов в панелях располагаются по линии, близкой к простиранию пластов [1, 2]. Однако, по результатам геодинамического и морфологического районирования установлено [3-5], что Ерунаковский геолого-экономический район характеризуется сложным тектоническим строением, отличающимся структурной неоднородностью и наличием системы тектонических блоков, ограниченных региональными зонами разломов. В этой связи, с целью исключения количества перемонтажей очистного оборудования и простоев очистного забоя при встрече геологических нарушений разрывного типа на практике ориентируют выемочные столбы вдоль нарушений.

В работе рассмотрен вариант расположения выемочных столбов по падению пласта почти параллельно простиранию линий сместителей дизъюнктивов (рис. 1). При реализации этого варианта по длине столба глубина разработки изменяется в пределах 380-665 м. Согласно Методическому руководству ВНИМИ [6-7] ширина устойчивых угольных целиков существенно зависит от глубины разработки, длины лавы в отработываемом столбе, свойств угля и вмещающих отработываемый пласт пород, а также пространственного расположения дизъюнктивных нарушений.

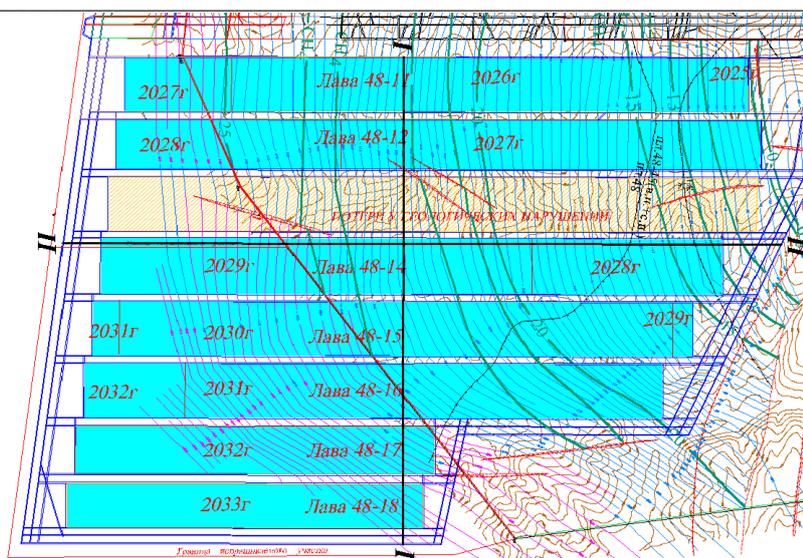


Рис. 1. Вариант пространственного расположения выемочных столбов на лицензионном участке угольной шахты

Для исследования геомеханических процессов в структурно неоднородном геомассиве при техногенном воздействии системы подземных выработок принята трансверсально-изотропная нелинейная упругая математическая модель среды, в которой массив горных пород идеализируется следующим образом:

- для аппроксимации непрерывной функции перемещения, математическая модель идеализируется дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе элементов;

- дискретная модель принимается слоистой с трансверсально-изотропным распределением прочностных и деформационных характеристик слоев; также учитываются наклонное расположение слоев, форма и размеры подземных выработок;

- слои считаются вязкоупругими; учитываются упругие мгновенные деформации, которые возникают при нагружении в начальный момент, и деформации ползучести, развивающиеся во времени;

- область исследования считается ограниченной: сверху земной поверхностью, снизу высотой зоны надработки нижнего пласта свиты, по простиранию и падению пластов – максимальными размерами горных выработок; на всех ограничивающих поверхностях модели задаются граничные условия в виде нагрузок или смещений;

- силовые воздействия, распределенные по всему объему модели, рассматриваются как статические нагрузки, прикладываемые на внешних и внутренних границах.

Математическая модель строится на основе уравнений механики сплошных сред (равновесия, неразрывности деформаций, геометрических и физических уравнений, связывающие компоненты напряжений и деформаций). Для приведения дифференциальных уравнений к системе линейных алгебраических уравнений, порядок которой определяется числом степеней свободы идеализированной модели, используется метод конечных элементов [8, 9].

Устойчивость выработок, внезапные выбросы пород, угля и газа связаны с процессом деформирования и разрушения пород горного массива. Поэтому для прогнозирования устойчивости угля и пород в окрестности выработанного пространства необходимо дополнительное использование критерия, базирующегося на одной из теорий прочности. Критерии прочности не следуют из уравнений равновесия и движения, они являются дополнительными условиями при решении задач о предельном равновесии.

Для определения остаточной прочности пород и прогноза границ зоны поврежденных пород используется критерий Кулона-Мора с учетом изменения напряженного состояния горного массива под влиянием системы подземных выработок, положение которых изменяется во времени и пространстве.

При численном моделировании используется авторский комплекс программ [10], который предназначен для двух- и трехмерного решения задач нелинейной теории упругости методом конечных элементов.

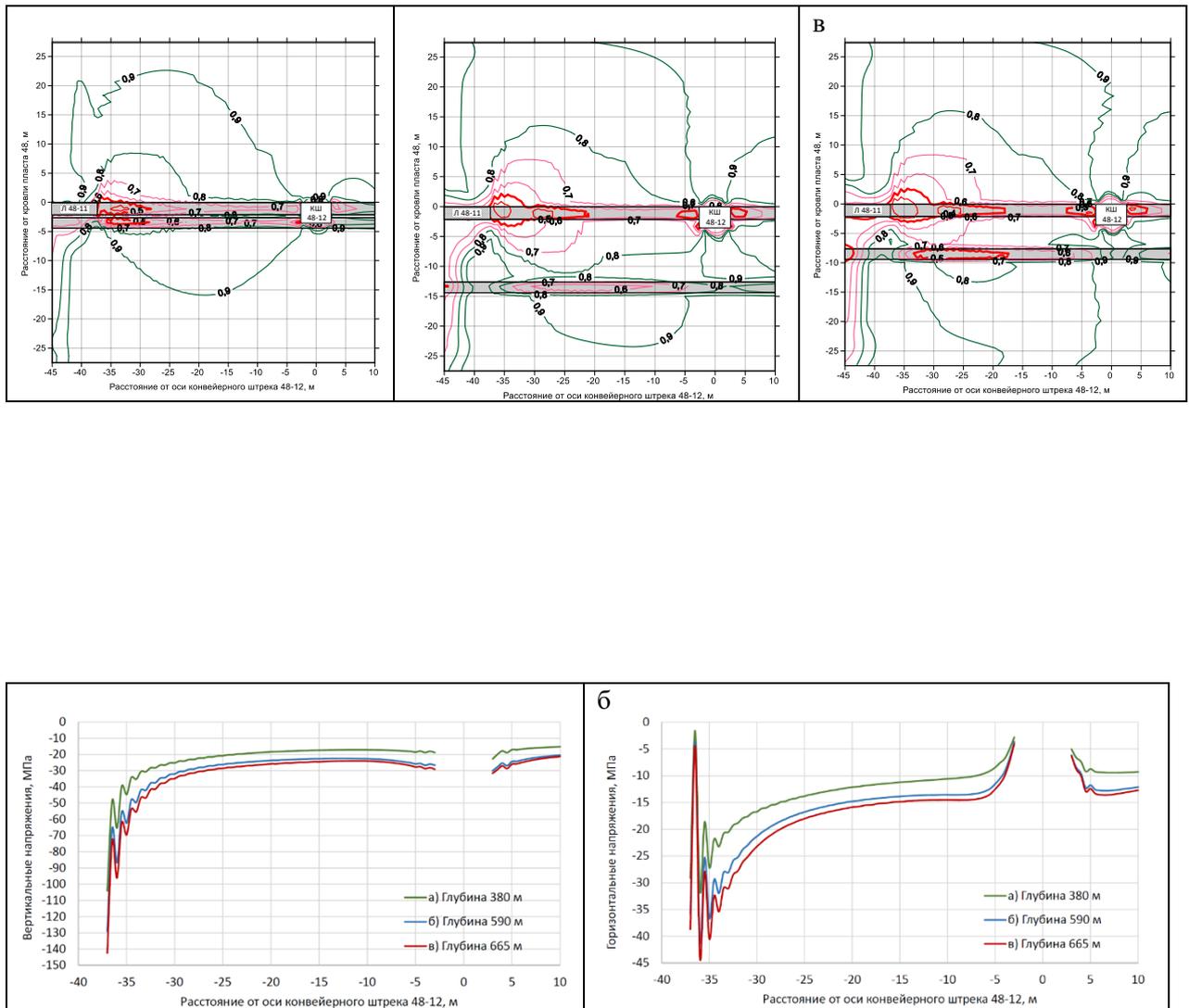


Рис. 3. Эпюры распределения вертикальных (а) и горизонтальных (б) напряжений (МПа) в угольном целике шириной 35 м и в окрестности конвейерного штрека 48-12 при разных глубинах разработки пласта 48 и постоянном коэффициенте бокового давления $\lambda=0,5$

На основе анализа эпюр распределения вертикальных и горизонтальных напряжений в угольном пласте установлено, что максимальная концентрация вертикальных напряжений возникает в краевых участках пласта на границе с выработанным пространством и в боках конвейерного штрека 48-12 (рис. 3 а). В почве и кровле конвейерного штрека 48-12 происходит разгрузка пород и переход напряжений от сжимающих к растягивающим на расстоянии 1-2 м от контура выработки, что необходимо учитывать при выборе параметров крепи штреков.

Горизонтальные напряжения в боках подготовительных выработок близки к нулю, что соответствует граничным условиям расчётной модели при плосконапряжённом состоянии боков выработки (рис. 3 б). В средней части угольный целик находится в условиях объёмного сжатия, однако, на краевых участках угольного целика горизонтальные напряжения стремятся к нулю, поэтому под влиянием только сжимающих напряжений на этих участках происходит разрушение угля, что подтверждается графиками отношения остаточной прочности угля к исходной, указанным на рис. 2.

Выводы. Разработанная цифровая модель геомеханических процессов в структурно неоднородном геомассиве позволяет по результатам численного моделирования прогнозировать параметры напряженно-деформированного состояния массива горных пород при техногенном воздействии на него в сложных горно-геологических условиях.

Учёт прогнозируемых геомеханических параметров на стадии разработки проектной документации позволит снизить в процессе отработки пласта риски опасных проявлений горного давления в виде обрушений пород кровли, отжима угля с краевых участков угольных пластов, пучения пород почвы.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Кемеровской области в рамках научного проекта № 20-41-420004.

Список литературы

1. Рубан А.Д. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов: справ. пособие. – М.: Горная книга, 2010. – 500 с.
2. Коровкин Ю.А., Савченко П.Ф. Теория и практика длиннолавных систем. – М.: Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2012. – 808 с.
3. Геодинамическое районирование Южного Кузбасса: монография / Т.И. Лазаревич [и др.]. – Кемерово: Редакционно-издательская фирма «Весть», 2006. – 184 с.
4. Черкас О.В. Морфоструктурное районирование Кузнецкой впадины как основа при создании прикладных карт: дисс. канд. техн наук : спец.25.00.25. – Новосибирск, 2015. – 120с .
5. Шик В.М. Геомеханические принципы подготовки горного производства на угольных шахтах: пер. с англ. – М.: Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2015. – 256 с.
6. Методическое руководство по выбору геомеханических параметров технологии разработки угольных пластов короткими забоями / Кол. авторов. – СПб.: ВНИМИ, 2003. – 55 с.
7. Охрана подготовительных выработок целиками на угольных шахтах / В.Б. Артемьев [и др.]. – М.: Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. – 204 с.
8. Цветков А.Б., Павлова Л.Д., Фрянов В.Н. Нелинейная математическая модель геомеханического состояния углепородного массива // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – № 1. – С. 365–370.
9. Eremin M.O., Pavlova L.D., Fryanov V.N. Features of the roof and floor fracture during mining of near coal beds of the Erunakovsky deposit // AIP Conference Proceedings. – 2019. – Vol. 2167. - P. 1-4 (020086). – Режим доступа: <https://doi.org/10.1063/1.5131953>
10. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 17997. Комплекс проблемно-ориентированных программ для моделирования геомеханических процессов в горном массиве при подземной разработке угольных пластов / Е.С. Корнев, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов, ФГБОУ ВПО Сиб. гос. индустр. ун-т. – Гос. акад. наук, ИНИПИ РАО, ОФЭРНиО; дата регистр. 01.03.2012.

УДК 622.831.232:004.94

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

Фрянов В.Н., Исаченко А.А., Петрова О.А.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

Аннотация. Выявлены закономерности изменения геомеханических параметров углепородного массива в окрестности очистного забоя и пересекаемой им передовой выработки при наклонном залегании угольного пласта на разных глубинах и переменной мощности пород между сближенными пластами в свите.