

**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

<b>ГЕОТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР .....</b>	<b>13</b>
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
<b>СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ</b>	
<b>МАССИВА ВОКРУГ ЗАБОЕВ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК .....</b>	<b>19</b>
Ройтер М., докт. Крах М., Кисслинг У., д.т.н. Векслер Ю. ....	19
Фирма Марко Системный анализ и разработки гмбх, г. Дахау, Германия.....	19
<b>МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА КУЗБАССА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ С</b>	
<b>РОБОТИЗИРОВАННЫМ ВЫПУСКОМ УГЛЯ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ .....</b>	<b>24</b>
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
<b>КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ГИДРООБРАБОТКИ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА</b>	
<b>ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ И ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....</b>	<b>31</b>
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
<b>СХЕМА ОПЕРАТИВНОГО РАЗУПРОЧНЕНИЯ ПОРОД ОСНОВНОЙ КРОВЛИ ПЛАСТА ИЗ</b>	
<b>ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ МЕТОДОМ НАПРАВЛЕННОГО ГИДРОРАЗРЫВА .....</b>	<b>35</b>
<sup>1</sup> член-корр. РАН Клишин В.И., <sup>1</sup> к.т.н. Опрук Г.Ю., <sup>1</sup> Телегуз А.С., <sup>2</sup> Галкин А.В., <sup>3</sup> 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
<b>ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НДС МАССИВА С ГРАВИТАЦИОННО-</b>	
<b>ТЕКТОНИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ</b>	
<b>НАПРЯЖЕНИЙ В ОКРЕСТНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК .....</b>	<b>39</b>
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
<b>К РАСЧЕТУ НЕУСТОЙЧИВЫХ РЕЖИМОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ</b>	
<b>АКТИВНОГО МАССИВА В ОКРЕСТНОСТИ ФРОНТА ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ.....</b>	<b>43</b>
д.ф.-м.н. Лавриков С.В. ....	43
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, Россия .....	43
<b>ЛАГОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ</b>	
<b>ЗОЛОТОРУДНОГО КАРЬЕРА «БРЕКЧИЯ» .....</b>	<b>50</b>
<sup>1,2</sup> д.т.н. А.А. Ордин, <sup>3</sup> 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
<b>ОРИЕНТАЦИЯ ТРЕЩИН НАПРАВЛЕННОГО ГИДРОРАЗРЫВА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ</b>	
<b>ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОД.....</b>	<b>55</b>
д.т.н. Сердюков С.В., Азаров А.В.....	55
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия .....	55
<b>ФОРМА ТРАЕКТОРИИ ДИСКОВОЙ ТРЕЩИНЫ ГИДРОРАЗРЫВА ОКОЛО ПЛАСТОВОЙ</b>	
<b>ВЫРАБОТКИ .....</b>	<b>61</b>
<sup>1</sup> д.т.н. Черданцев Н.В., <sup>2</sup> 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
<b>ЛОКАЛИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДОМЕНОВ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....</b>	<b>66</b>
<sup>1</sup> д.т.н. Рогова Т.Б., <sup>2</sup> д.т.н. Шаклеин С.В. <sup>2</sup> 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
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ УГОЛЬНОЙ БАЗЫ КУЗБАССА.....</b>	<b>70</b>

<sup>1</sup> д.т.н. С.В. Шаклеин, <sup>2</sup> д.т.н. Т.Б. Рогова, <sup>1</sup> 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
<sup>1</sup> к.т.н. Исаченко А.А., <sup>2</sup> 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

<sup>1,2</sup> 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
<b>ПРИМЕНЕНИЕ БЕТОНА ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ТЕХНОЛОГИИ БЕСТРАНШЕЙНЫХ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ КОММУНИКАЦИЙ</b> .....	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
<b>СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ШАХТАХ ЮЖНОГО КУЗБАССА</b> .....	130
Варгольских А.А. ....	130
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва», г. Кемерово, Россия .....	130
<b>ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ</b> .....	133
<b>ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОМПЛЕКСОВ ГЛУБОКОЙ РАЗРАБОТКИ УГЛЯ МЕТОДАМИ ВИБРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ</b> .....	135
<sup>1</sup> Копытин Д.В., <sup>1</sup> д.т.н. Тащиенко В.П., <sup>1,2,3</sup> д.т.н. Герике Б.Л., <sup>1</sup> к.т.н. Дрозденко Ю.В., <sup>4</sup> 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
<b>ОБ ОДНОМ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ ГОРНЫХ МАШИН</b> .....	141
<sup>1</sup> к.т.н. Герике П.Б., <sup>1,2</sup> 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
<b>ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b> .....	147
к.т.н. Абрамов И.Л. ....	147
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	147
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ РАБОЧИХ КОЛЕС ШАХТНЫХ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ СКОРОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ</b> ..	149
Панова Н.В., к.т.н.....	149
Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия .....	149
<b>НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗГРУЗКИ СМЕРЗШЕГОСЯ УГЛЯ ИЗ ОТКРЫТЫХ ПОЛУВАГОНОВ</b> .....	152
<sup>1</sup> к.т.н. Куликова Е.Г., <sup>2</sup> 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
<b>РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПРИВОДА ДРОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ, РАБОТАЮЩЕЙ НА СДВИГ</b> .157	157
<sup>1</sup> д.т.н. Никитин А.Г., <sup>1</sup> Шабунин М.Е., <sup>1</sup> Курочкин Н.М., <sup>2</sup> 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
<b>ПСЕВДОХАОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ</b> .....	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
<b>РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ВОЗВРАТА ИНВЕСТИЦИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В АВТОДОРОЖНОМ КОМПЛЕКСЕ</b> .....	162
<sup>1</sup> д.т.н. Новичихин А.В., <sup>2</sup> 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
<sup>1,2</sup> 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
<sup>1,2</sup> 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

<b>РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....</b>	<b>211</b>
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
<sup>1</sup> Макаров Г.В., <sup>1</sup> Мышляев Л.П., <sup>1</sup> Саламатин А.С., <sup>1</sup> Грачев В.В., <sup>2</sup> Вдовиченко В.М.....	221
<sup>1</sup> ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк, Россия.....	221
<sup>2</sup> ООО «Омрон Электроникс», г. Москва, Россия .....	221
ЦИФРОВИЗАЦИЯ – ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ .....	225
<sup>1</sup> д.т.н. Мышляев Л.П., <sup>2</sup> к.т.н. Венгер К.Г., <sup>3</sup> 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
<sup>1</sup> Коровин Д.Е., <sup>1</sup> к.т.н. Грачев В.В., <sup>2</sup> д.т.н. Мышляев Л.П., <sup>2</sup> Иванов Д.В., <sup>2</sup> Кулюшин Г.А., <sup>2</sup> Загидулин И.Р., <sup>2</sup> Свинцов М.М., <sup>2</sup> 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., Тишанинов 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

<sup>1</sup> к.т.н. А.В. Зимин, <sup>2</sup> д.т.н. И.В. Буркова, <sup>3</sup> А.А. Селезнев, <sup>1</sup> 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
<b>РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В ЦЕПИ РОТОРА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШАХТНОГО ПОДЪЕМА.....</b>	<b>262</b>
Островлянчик В.Ю., Поползин И.Ю., Кубарев В. А., Маршев Д.А. ....	262
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	262
<b>АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ В ЦЕПИ РОТОРА.....</b>	<b>266</b>
Островлянчик В.Ю., Поползин И.Ю., Кубарев В. А., Маршев Д.А. ....	266
Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия .....	266
<b>ПРЕДИКТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ .....</b>	<b>272</b>
<sup>1</sup> Аниканов Д.С., <sup>2</sup> к.т.н. Кипервассер М.В., <sup>2</sup> к.т.н. Симаков В.П. ....	272
1 – ООО «СИБШАХТОСТРОЙ», г. Новокузнецк, Россия.....	272
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	272
<b>ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ .....</b>	<b>277</b>
к.т.н., Кипервассер М.В., к.ф.-м.н. Лактионов С.А. ....	277
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	277
<b>СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ЛИТЫХ И СВАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....</b>	<b>281</b>
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
<b>СОЗДАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАСТОМИЗИРОВАННОГО МЕЛКОСЕРИЙНОГО ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ.....</b>	<b>283</b>
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
<b>ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....</b>	<b>286</b>
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
<b>РАЗРАБОТКА ТЕСТОВОГО ТРЕХМЕРНОГО РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА И МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА ПРИ РАБОТЕ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ .....</b>	<b>288</b>
<sup>1</sup> к.т.н. Никитенко М.С., <sup>1</sup> Кизилев С.А., <sup>2</sup> д.м.н. Тарасова И.В., <sup>3</sup> к.б.н. Игнатова А.Ю., <sup>1</sup> 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
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТАВОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ С ИЗБЫТОЧНОЙ УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ.....</b>	<b>293</b>
<sup>1,2</sup> 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
<b>ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....</b>	<b>297</b>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВЫБРОСООПАСНЫХ ЗОНАХ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ПРИ ПРОХОДКЕ ВЫРАБОТОК.....</b>	<b>299</b>

<sup>1,3</sup> Разумов Е.Е., <sup>1</sup> д.т.н. Простов Сергей Михайлович, <sup>2</sup> Рахматуллаев Р.Р., <sup>3</sup> 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
<sup>1</sup> д.т.н. Тайлаков О.В., <sup>1</sup> к.т.н. Застрелов Д.Н., <sup>1</sup> Колесниченко С.Е., <sup>2</sup> 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 ГОРНТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	345
<sup>1</sup> Караблин М.М., <sup>2</sup> 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
<b>ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ОТРАБОТКИ ВЕСЬМА МОЩНЫХ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ШАХТАХ КУЗБАССА .....</b>	<b>352</b>
<sup>1</sup> Разумов Е.А., <sup>1</sup> Венгер В.Г., <sup>2</sup> к.т.н. Пудов Е.Ю., <sup>1</sup> д.т.н. Калинин С.И. ....	352
1 – Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия .....	352
2 – Филиал КузГТУ, г. Прокопьевск, Россия .....	352
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКИХ КУПОЛОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ КУПОЛОВ И АНКЕРНОЙ КРЕПИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ КУПОЛОВ.....</b>	<b>356</b>
<sup>1</sup> Венгер В.Г., <sup>1</sup> Разумов Е.А., <sup>2</sup> к.т.н. Пудов Е.Ю., <sup>1</sup> д.т.н. Калинин С.И. ....	356
1 – Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия .....	356
2 – Филиал КузГТУ, г. Прокопьевск, Россия .....	356
<b>ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ .....</b>	<b>360</b>
к.т.н. Волошин В.А., Сабиров Р.М., Петров В.И., Балачев С.Н. ....	360
Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия .....	360
<b>ВЕДЕНИЕ МОНИТОРИНГА СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ШАХТАХ ЮГА КУЗБАССА .....</b>	<b>364</b>
<sup>1</sup> Мулев С.Н., <sup>2</sup> Разумов Е.А., <sup>1</sup> к.т.н. Волошин В.А. ....	364
1 – АО «ВНИМИ», г. Санкт-Петербург, Россия .....	364
2 – Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия .....	364
<b>КЛЕТОЧНО-АВТОМАТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ СОРБЦИИ ГАЗА В КОНЕЧНОМ ОБЪЕМЕ УГЛЯ .....</b>	<b>368</b>
Немцев А.Ю., д.т.н. Калашников С.Н. ....	368
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	368
<b>ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИИ АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА .....</b>	<b>371</b>
д.т.н. Калашников С.Н., Бабушкина О.С., Гаун М.А. ....	371
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	371
<b>АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАДИЦИОННЫХ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ДЕГАЗАЦИИ ВЫСОКОГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ .....</b>	<b>374</b>
Крестьянинов А.В., Шмаков И.К., к.т.н. Васильев П.В. ....	374
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	374
<b>ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ.....</b>	<b>379</b>
к.э.н. Новоселов С.В. ....	379
г. Кемерово, Россия .....	379
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА ОБЪЕМНОГО ОКРАШИВАНИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ .....</b>	<b>382</b>
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
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА БОГОСЛОВСКОМ УГОЛЬНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ.....</b>	<b>386</b>
<sup>1,2</sup> 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
<b>ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ НА ОТРАБОТАННЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ.....</b>	<b>389</b>
<sup>1,2</sup> 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
<sup>1,2</sup> 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
<sup>1</sup> к.б.н. Семина И.С., <sup>2</sup> к.б.н. Соловьев С.В., <sup>2</sup> д.б.н. Андроханов В.А., <sup>1</sup> 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

**ПРЕДОБРАБОТКА ДАННЫХ С ДАТЧИКОВ АЭРОГАЗОВОГО КОНТРОЛЯ  
ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКЕ ГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ  
ДЛЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ**

**Дворянчиков М.В., д.т.н. Павлова Л.Д.**

**Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Представлены этапы первичного изучения и предобработки данных, полученных с датчиков аэрогазового контроля для дальнейшего изучения с использованием методов машинного обучения.

**Ключевые слова:** предобработка данных, анализ данных, нейронная сеть, газовыделение, подземная выработка, прогнозирование.

Метановыделение при разработке газоносных угольных пластов существенно ограничивает возможные нагрузки на очистное и проходческое оборудование, приводит к удорожанию добычи угля вследствие необходимости проведения дополнительных мероприятий по управлению газовыделением [1].

При проведении подземных работ вопрос безопасности стоит на первом месте. Для борьбы с выбросами газа применяется дегазация угольных пластов. Для принятия решения о продолжении или остановки работы важно своевременно распознать и предсказать газодинамическое явление, учесть множество факторов. Когда количество факторов изучаемого явления значительно возрастает, устанавливать какие-либо связи между ними становится весьма затруднительно. Для решения подобных задач предлагается использовать специальный математический аппарат – нейронные сети. После обучения нейронная сеть должна обладать способностью воспроизводить выходные данные по новым входным [2, 3].

Одним из способов обеспечения безопасности горных работ путем непрерывного автоматического контроля параметров метановоздушной смеси являются датчики измерения концентрации метана системы аэрогазового контроля шахты. Датчики позволяют зафиксировать объемную долю метана в воздушной атмосфере и на основе этой информации принять решение по дальнейшему проведению работ. Непрерывное измерение этих и других изменяемых параметров выработки позволяет сформировать базу данных, на основе которой можно применять математические методы анализа влияния факторов друг на друга, построение прогностических моделей.

Таким образом, при прогнозировании концентрации метана в шахте с учётом большого количества измеряемых показателей целесообразно воспользоваться аппаратом нейронных сетей. Важным условием обеспечения эффективного управления газовыделением является корректный прогноз метановыделения на выемочном участке и допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору [4, 5].

Предобработка данных – это важный этап, который включает в себя удаление флуктуаций, нормализацию, трансформацию данных, извлечение полезных характеристик, удаление строк с пустыми значениями или, если возможно, восстановление их значений. От качества предобработки напрямую зависит возможность применения различных методов и их результативность [6].

Данные, зарегистрированные датчиками системы аэрогазодинамического контроля, представляют из себя таблицы с 3 столбцами: статус датчика (работает или нет), исследуемый показатель (концентрация метана в % или скорость метановоздушной смеси), третья позиция – дата и время с точностью до секунд. Датчики располагаются в поступающей вентиляционной струе (*in\_lava\_C*), струе сопряжения (*kutok\_C*) и на исходящей струе (*out\_lava\_C*). На исходящей струе также находится датчик, измеряющий скорость воздуха (*out\_lava\_speed*).

На рис. 1 представлено распределение показаний датчика метана на исходящей струе по дням (в промежутке 25 дней) в виде диаграммы размаха.

Прямоугольники на рисунке показывают интерквартильный размах распределения – 25% (Q1) и 75% (Q3) перцентили. Линия внутри прямоугольника показывает медиану распределения. Отрезки отображают весь разброс точек, кроме выбросов, то есть минимальные и максимальные значения, попадающие в промежуток  $(Q1 - 1.5 * IQR, Q3 + 1.5 * IQR)$ , где  $IQR = Q3 - Q1$  – интерквартильный размах. Точками на графике обозначаются выбросы – значения, которые не вписываются в промежуток значений, заданный отрезками.

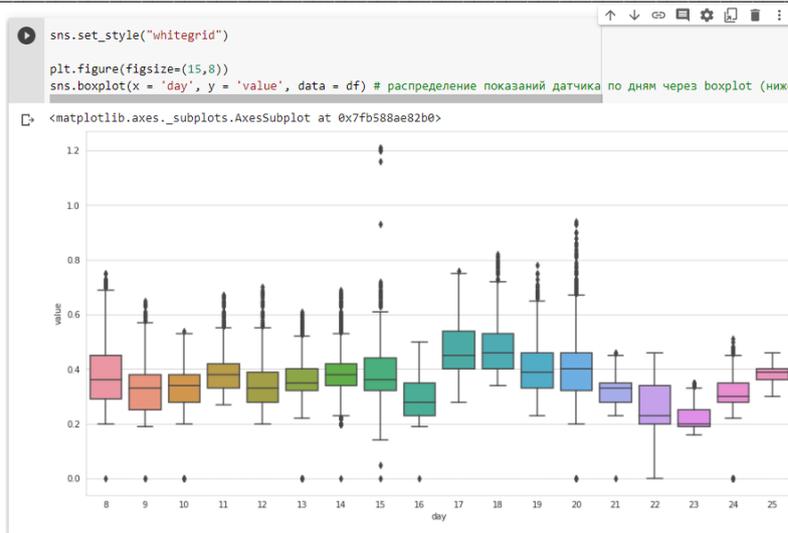


Рис. 1. Диаграмма размаха распределения показаний датчика метана

Для каждого из дней построены графики, показывающие, как изменяются показания по метану в течение суток (рис. 2). На фоне серым цветом представлены показания в другие дни. Жёлтыми прямоугольниками выделяются периоды, когда показания практически не изменяются. Вероятно, в эти периоды очистной забой не работал. В некоторые моменты показания уходят в ноль, датчик в это время неисправен (точки выделены окружностями красного цвета).

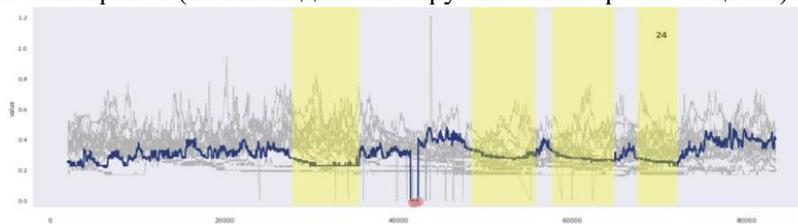


Рис. 2. Показания датчика на исходящей струе за сутки

Один из наборов данных (*out\_lava\_C*) охватывает меньший интервал времени – 410 часов, чем остальные – 456 часов. Это требует сокращение длины всех наборов до его длины для совместного использования. Кроме того, наборы данных содержат различное количество значений (рис. 3). Датчики срабатывают с разной частотой. Для объединения данных требуется выровнять значения по строкам.

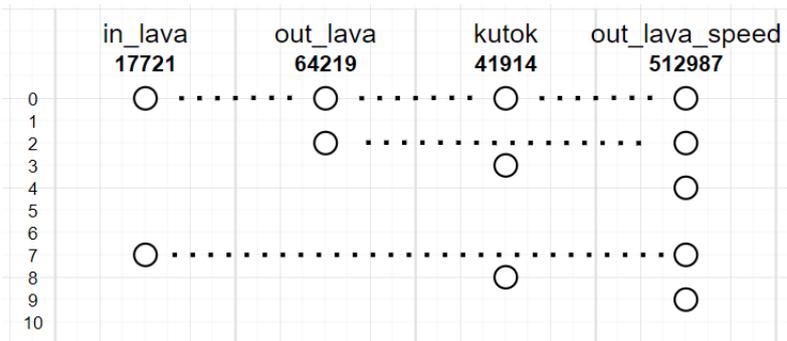


Рис. 3. Иллюстрация поступления информации с датчиков

С учётом того, что параметры изменяются незначительно, если датчик не срабатывает (показания вообще не записываются), для объединения массивов данных можно воспользоваться следующим алгоритмом:

1. Записать в один набор информацию двух наборов.
  2. Отсортировать значения по дате.
  3. Заполнить пропущенные значения предыдущими показаниями по датчику.
  4. Исключить значения, когда датчик уходил в обрыв (статус датчика не равен 0).
- Полученный набор данных представлен на одной шкале на рис. 4.

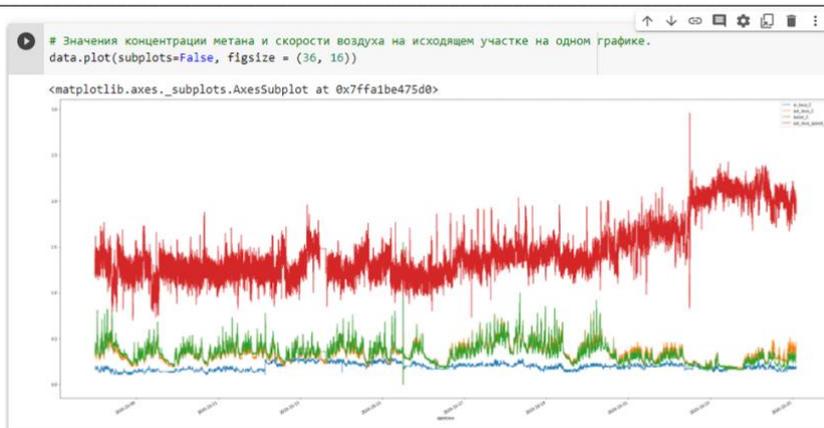


Рис. 4. Объединённые данные на одной шкале

На исходящей струе сопряжения (параметр *out\_lava\_C*) был зафиксирован выброс, который соответствует превышению допустимой концентрации метана в указанный на рис. 5 период. Значения больше ожидаемых расположены до и после периодов, когда статус был не равен 0 (датчик неисправен), которые были обработаны. Также до возникновения события в какой-то момент времени показания датчика на струе сопряжения были равны нулю. Позже подобная ситуация фиксируется и датчиками, расположенными в поступающей вентиляционной струе и на исходящей, но значения выбросов были обработаны (исключены ранее). Возможно, датчики последовательно были отключены, а затем подключены. И в какой-то настроечный момент дают завышенные показатели.

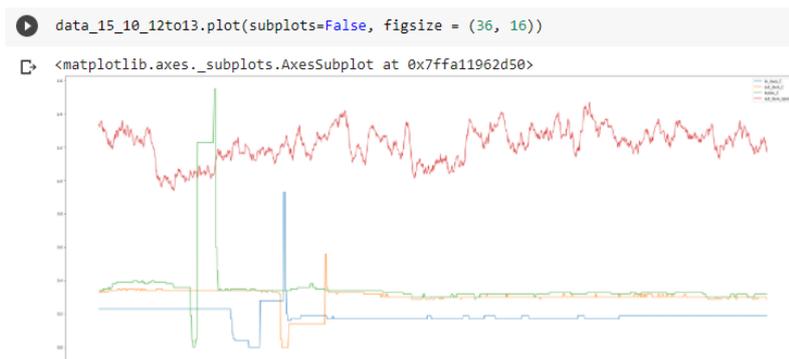


Рис. 5 Флуктуации концентрации метана (промежуток времени с 12:00 до 13:00)

В эти периоды времени датчики переподключались и в связи с возникшими после этого аномалиями (скачками значений в настроечный период) данные значения требуют исключения для дальнейшего анализа.

Остаётся вопрос с неравномерностью интервалов между показаниями датчиков. Если последовательность берется с разными сдвигами между элементами, то нельзя утверждать, что на вход модели подаются вектора данных с одинаковыми параметрами. В связи с этим данные необходимо перенести на равномерную шкалу.

Для обучения, валидации и тестирования выполнено разделение данных на 70% , 20% и 10% соответственно.

Перед обучением нейронной сети важным шагом является масштабирование (шкалирование) данных. После кодирования информации входами и выходами нейронной сети могут быть получены разнородные величины, изменяющиеся в различных диапазонах. Все входные переменные желательно привести к единому диапазону и нормировать (максимальное абсолютное значение входных переменных не должно превышать единицу). В противном случае ошибки, обусловленные переменными, изменяющимися в широком диапазоне, будут сильнее влиять на обучение сети, чем ошибки переменных, изменяющихся в узком диапазоне.

Одним из распространённых способов выполнения масштабирования является стандартизация (standardization), вычисляемая для каждого признака  $x$  по формуле:

$$x_{scaled} = \frac{(x - u)}{s},$$

где  $\mu$  – среднее значение;  $s$  – стандартное отклонение.

Среднее и стандартное отклонение следует вычислять только с использованием обучающих данных, чтобы модели не имели доступа к значениям в наборах для проверки и тестирования.

Для визуализации процесса распределения данных до и после применения стандартизации построены графики вида скрипичный сюжет, показывающие плотность вероятности распределения данных, ширина скрипки показывает, как часто встречаются значения с определённой величиной (рис. 6).

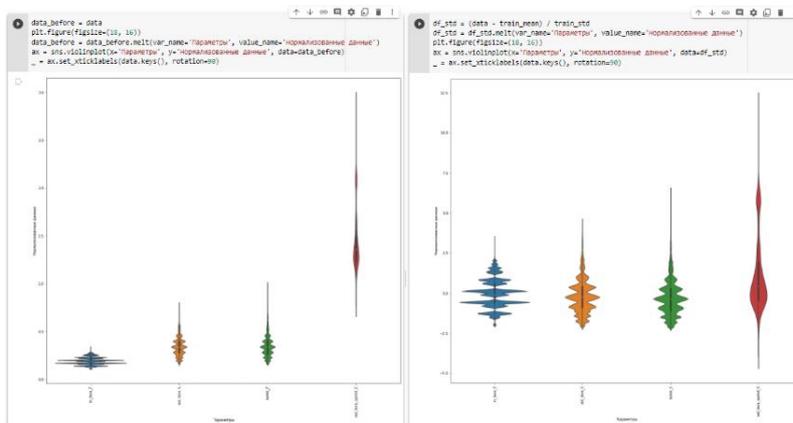


Рис. 6. Скрипичный сюжет. Данные до и после нормализации

В результате приведения к единой безразмерной форме все признаки до начала обучения становятся равны по своему возможному влиянию на объект, что позволяет повысить качество применяемых к ним алгоритмов машинного обучения.

**Вывод.** Описанные процедуры фильтрации, обработки отсутствующих значений и масштабирования обеспечивают подготовку исходных наборов данных к их применению для методов машинного обучения, таких как нейронные сети.

#### Список литературы

1. Дворянчиков М.В., Павлова Л.Д. Разработка конвейера исследования данных для определения взаимного влияния подземных горных работ и сейсмических событий // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах: тр. V междунар. науч.-практ. конф. – Новокузнецк, 2021. – С. 285-290.
2. Дворянчиков М.В., Павлова Л.Д. Обоснование возможности применения нейронной сети для прогнозирования метановыделения при подземной отработке газоносных угольных пластов // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2020. – № 6. – С. 241-244.
3. Нихиль Б., Будума Н., Локашо Н. Основы глубокого обучения. Создание алгоритмов для искусственного интеллекта следующего поколения : пер. с англ. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2020. – 304 с.
4. Шпрехер Д.М., Бабокин Г.И., Колесников Е.Б. Выбор структуры и параметров нейронной сети для прогнозирования концентрации метана в угольном забое // Известия Тульского государственного университета. – 2020. – № 5. – С. 46-57.
5. Tutak Magdalena, Brodny Jarosław. Predicting Methane Concentration in Longwall Regions Using Artificial Neural Networks // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2019. – № 16. – URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph16081406/>
6. García S. Data Preprocessing in Data Mining. – Springer International Publishing, 2015.

УДК 519.876.2

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕТОДА СЕТЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Ефимов Н.Ю., Завьялов Ю. А., Свинцов М.М., Тишанинов Ю.Ю., к.т.н. А.В. Зимин  
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

**Аннотация.** В статье на основе компьютерного моделирования получены оценки эффективности и производительности метода сетевого программирования в сравнении с соответствующими характеристиками метода полного перебора альтернатив. Оценки получены при решении линейной задачи формирования