

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

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

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ VII

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
14 – 16 мая 2019 г.*

выпуск 23

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

Новокузнецк
2019

ББК 74.580.268
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянецв,
д-р техн. наук, профессор С.М. Кулаков,
канд. техн. наук, доцент О.А. Полях,
канд. техн. наук, доцент А.В. Новичихин,
канд. техн. наук, доцент А.М. Никитина

Н 340 Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения:
труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под
общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр
СибГИУ, 2019.- Вып. 23. - Ч. VII. Технические науки. – 341 с.,
ил.- 135, таб.-61 .

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Седьмая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления, металлургических процессов, технологии, материалов и оборудования, теории механизмов, машиностроения и транспорта, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых.

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

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2019

III. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ.....	202
ИНСТРУМЕНТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ПАССАЖИРСКОМ АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ	
<i>Осипова С.С.</i>	202
ТРЕУГОЛЬНИК РЕЛО	
<i>Антонов А.Н.</i>	205
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ СОВРЕМЕННЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА СУДНА	
<i>Виликов Д.О.</i>	210
ПНЕВМОУПОР ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО КРАНА	
<i>Бураков С.Н.</i>	215
РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
<i>Бакулева М.А.</i>	218
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ	
<i>Василин А.К.</i>	221
КОНЦЕПЦИЯ ОБОСНОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ПОЛИТРАНСПОРТНОЙ МАГИСТРАЛИ «ЕВРАЗИЯ – АМЕРИКА»	
<i>Емельянов Г.С.</i>	224
IV. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	231
АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ ПЛАСТА	
<i>Елкина Д.И., Павловский К.А.</i>	231
РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ДЕГАЗАЦИИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ОАО «ШАХТА «ЕСАУЛЬСКАЯ»	
<i>Зелушин С.А., Никитина А.М., Риб С.В., Борзых Д.М.</i>	236
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕМОНТАЖА МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ АО «ШАХТА «АНТОНОВСКАЯ»	
<i>Никитина А.М., Риб С.В., Борзых Д.М.</i>	241
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА, ЭКВИВАЛЕНТНОГО ГОРНОЙ ПОРОДЕ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
<i>Павловский К.А.</i>	246
РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГОРНОГО МАССИВА С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ В ОКРЕСТНОСТИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОАО «ШАХТА «ОСИННИКОВСКАЯ»	
<i>Павловский К.А.</i>	250
ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПУСКА УГЛЯ ИЗ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ПАЧКИ НА ЗАВАЛЬНЫЙ КОНВЕЙЕР	
<i>Перов А.А., Никитина А.М., Риб С.В.</i>	257

Риб С.В., Басов В.В., Никитина А.М., Борzych Д.М. // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов : сб. науч. ст. – Новокузнецк, 2014. – С. 123–128.

3. Риб С.В. Разработка комплексного метода исследования геомеханических процессов при интеграции физического и численного моделирования / С.В. Риб, Ю.М. Говорухин / Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Тула: Изд-во ТулГУ. – 2018. - Вып.2. – С. 363 - 378.

4. Риб С.В., Домрачев А.Н. Разработка алгоритма оценивания напряжённо-деформированного состояния неоднородного угольного целлика с использованием двух- и трёхмерной реализации метода конечных элементов // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды X Всероссийской научно-практической конференции; под общ. редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева; Сиб. гос. индустр. ун-т. Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2015. С. 465–469.

5. Моделирование в геомеханике / Ф.П. Глушихин, Г.Н. Кузнецов, М.Ф. Шклярский и др. - М.: Недра, 1991. 240 с.

6. Риб С.В. Закономерности распределения напряжений в неоднородных угольных целликах / Риб С.В. // Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. ст. - Новокузнецк: 2008. - С. 148-153.

7. Геомеханика: Учебник для вузов. В 2 т. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – Т. 1. Основы геомеханики. – 208 с.: ил.

8. Басов В.В., Риб С.В. Подбор эквивалентного материала для физического моделирования геомеханических процессов в окрестности подготовительных выработок угольных шахт // Вестник СибГИУ. Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. № 4 (18). С. 32-35.

УДК 622.272.013

**РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГОРНОГО МАССИВА С
ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ В ОКРЕСТНОСТИ
ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ В
УСЛОВИЯХ ОАО «ШАХТА «ОСИННИКОВСКАЯ»**

Павздерин К.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kirill_03_04@mail.ru*

В данной статье рассматривается применение способа моделирования на эквивалентных материалах в условиях пласта Е-5 шахты «Осинниковская».

Ключевые слова: физическое моделирование, эквивалентные материалы.

Целью физического моделирования является выявление закономерностей распределения деформаций в эквивалентном материале в окрестности искусственной полости, воспроизводящей горную выработку на пласте сложного строения [1-4].

Проведен анализ горно-геологических и горнотехнических условий шахты «Осинниковская». Установлено, что горно-геологические условия шахтного поля являются как благоприятными, так и сложными. К осложняющим факторам относятся [5]:

- неустойчивость боковых пород. Все пласты имеют ложную кровлю от 0,05 до 0,25 м. Боковые породы ложной и непосредственной кровли представлены преимущественно алевролитами. Коэффициент крепости алевролитов 3-4 (по Протодяконову). Крепость песчаников 6;
- наличие мощной толщи обводненных юрских отложений. Породы на контакте юрских и палеозойских отложений мощностью 3-20 м отличаются слабой устойчивостью. Пройденные в этой зоне выработки испытывают повышенное горное давление, наблюдается куполение пород;
- включения конкреций («колчеданов») различной крепости и размеров наблюдаются практически по всем пластам. Наиболее конкрециеносными являются пласты E₄, E₁ и K₄, что приводит к значительным трудностям их отработки, особенно при бурении скважин по пласту.

В таблице 1 представлена структурная колонка пласта E-5, на основании которой строилась физическая модель.

Для изготовления эквивалентного материала осуществляли смешивание песка и парафина, процентное содержание материалов смеси по массе в соответствии с таблицей 2.

Таблица 1 – Структурная колонка пласта E-5 шахты «Осинниковская»

Мощность Породы слоев	Уголь- ный пачек		$\sigma_{сж}$, МПа	Коэф. крепо- сти	Содержа- ние угля рези- нино, кг/см ³	Коэф. раз- рыхле- ния	Объем- ная масса, т/м ³	Описание пород
0,30			30-40	3-4		1,5	2,52	Аргиллит трещиноватый
0,05-0,07 «колчеданов»	1,20		8-11	0,8-11	130	1,1	1,29	Уголь блестящий, крупный, трещиноватый, «колчеданов» около 5%
0,24			30-40	3,4		1,5	2,52	Алевролит мелкозернистый
0,07-0,09 «колчеданов»	1,70		8-11 60-80	0,8-1,1 6-8	130	1,1 1,7	1,29 2,6	Уголь блестящий, крупный, трещиноватый, «колчеданов» около 5%
15,4			40-60	4-6		1,6	2,52	Алевролит мелкозернистый

Таблица 2 – Процентное содержание песка и парафина в эквивалентном материале

Название пород	Песок, %	Парафин, %	f
Уголь	98,52	1,48	1
Аргиллит	98	2	1,5
Алевролит	97	3	2,4
Алевролит мелко-зернистый	95	5	4

Размеры физической модели следующие:

- Всего 25 кг песчано-парафиновой смеси;
- Выработка: произведение высоты на ширину 5×6,5 см (в натуре 5×6,5м);
- В верхней части пласта породный прослой (алевролит) толщиной 0,5 мм (5 см в натуре).

Для определения параметров напряженно-деформированного состояния горных пород в окрестности горной выработки на пластах сложного строения был использован лабораторный стенд [6]. Общий вид лабораторного стенда и схема расположения горной выработки в модели из эквивалентных материалов показаны на рисунке 1.

Измерение смещений поверхности модели проводили по реперным маркам (рисунок 2), которые закрепляли на лицевой поверхности модели (семь рядов марок) в окрестности горной выработки (в почве, боках и кровле). Расстояния между марками, приведенные к условиям натуре, по вертикали и по горизонтали составляли от 1 до 4 м.



Рисунок 1 – Общий вид модели в начале испытаний

На корпус используемого стенда наклеивали опорные реперные марки, которые остаются неподвижными в процессе испытания.



Рисунок 2 – Вид используемых марок

Посредством опорных реперных марок фиксировали оседание всей модели и конвергенцию на участках между марками в горизонтальном и вертикальном направлениях. После установки всех марок на лицевую и тыльную части модели прикручиваются на шпильки прозрачные оргстекла толщиной 10 мм.

В ходе лабораторного эксперимента на модели определили качественную картину изменения деформаций массива в окрестности одиночной выработки при наличии породного прослойка в пласте.

Координаты реперных марок определяли методом фотофиксации. Проводили фотографирование модели до начала испытаний, а затем последовательно при каждом цикле нагружения. Положение фотокамеры неизменно для того, чтобы на снимке были расположены опорные реперные марки на корпусе стенда. После проведения испытаний проводили обработку результатов с помощью компьютерной программы AutoCAD (рисунок 3).

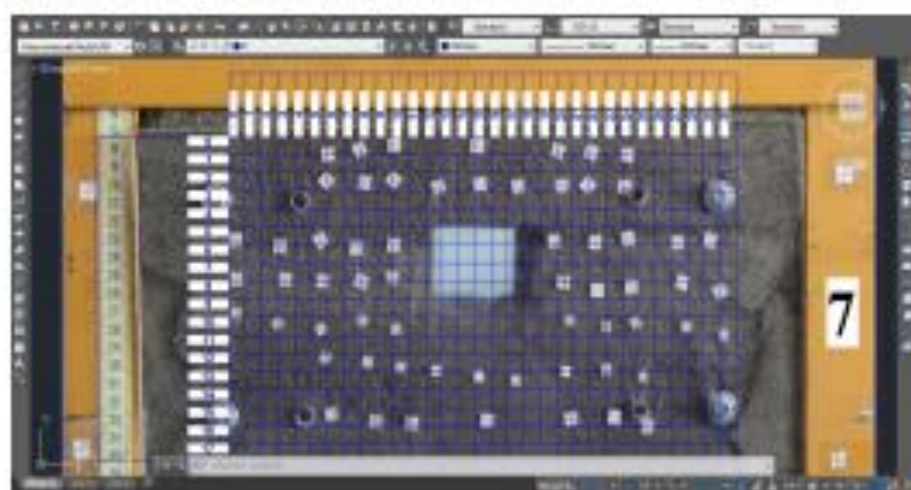


Рисунок 3 – Процесс вычисления смещения марок

По результатам исследования (таблица 3) построены зависимости изменения вертикальных смещений кровли и почвы выработки от величины нагружения (рисунки 4-6).

Таблица 3 – Результаты обработки фотоснимков

№ этап	Нагрузка, кН	Смещение марок, мм															
		Второй ряд				Третий ряд				Четвертый ряд				Шестой ряд			
		1	3	7	9	3	5	6	8	3	5	6	8	1	3	7	9
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2	11,5	0,17	0,30	0,45	0,36	0,26	0,54	0,36	0,32	0,31	0,45	0,36	0,43	0,27	0,29	0,19	0,22
8	13,0	0,48	0,68	1,05	1,04	0,50	0,79	0,96	1,04	0,51	0,81	0,97	1,07	0,65	0,70	0,72	0,99
9	14,5	3,43	4,09	4,44	4,28	3,23	3,93	3,79	3,67	2,46	2,88	3,00	2,82	1,95	1,67	1,60	2,15
10	16,0	7,14	7,81	7,95	7,65	6,74	7,52	6,22	6,13	4,75	4,97	4,96	4,37	4,27	3,10	1,78	3,15
11	17,5	8,18	8,80	8,69	8,09	7,86	8,01	6,77	6,32	4,99	5,24	5,35	4,69	4,32	3,22	1,94	3,28
12	19,0	10,53	11,22	11,15	10,33	9,78	10,06	9,00	8,23	6,60	6,65	6,83	5,92	6,10	4,96	2,30	4,93
13	21,5	11,93	12,74	12,47	11,59	10,82	11,23	10,15	9,07	7,46	7,55	7,72	6,64	6,92	5,57	2,72	5,39
14	23,0	14,29	14,92	14,49	13,19	12,54	13,16	11,86	10,40	8,86	9,06	8,90	7,89	8,23	6,82	3,22	7,09
15	24,5	15,67	16,35	16,02	14,33	13,73	14,63	13,38	11,69	9,99	10,08	10,17	9,52	9,32	7,88	4,43	8,35
16	26,0	16,16	16,94	16,77	15,16	14,48	15,37	14,19	12,51	10,61	10,71	11,05	10,13	10,04	8,41	5,21	9,17
17	27,5	17,33	18,37	18,04	16,38	15,60	16,55	15,41	13,59	11,84	11,80	12,11	11,30	10,93	9,18	5,79	10,26
18	29,0	17,48	18,46	18,05	16,26	15,75	16,55	15,35	13,57	11,87	11,81	12,13	11,20	11,12	9,33	5,69	10,14
19	30,5	18,77	19,87	19,72	18,08	16,99	18,10	16,97	15,26	13,16	13,13	13,66	12,97	12,32	10,29	7,14	11,97
20	32,0	18,85	19,98	19,81	18,19	17,08	18,22	17,18	15,52	13,24	13,26	13,92	13,17	12,35	10,32	7,23	12,29
21	33,5	19,73	20,97	21,17	19,66	17,88	19,16	18,38	16,85	14,04	14,26	15,23	14,56	13,30	11,40	8,40	13,52

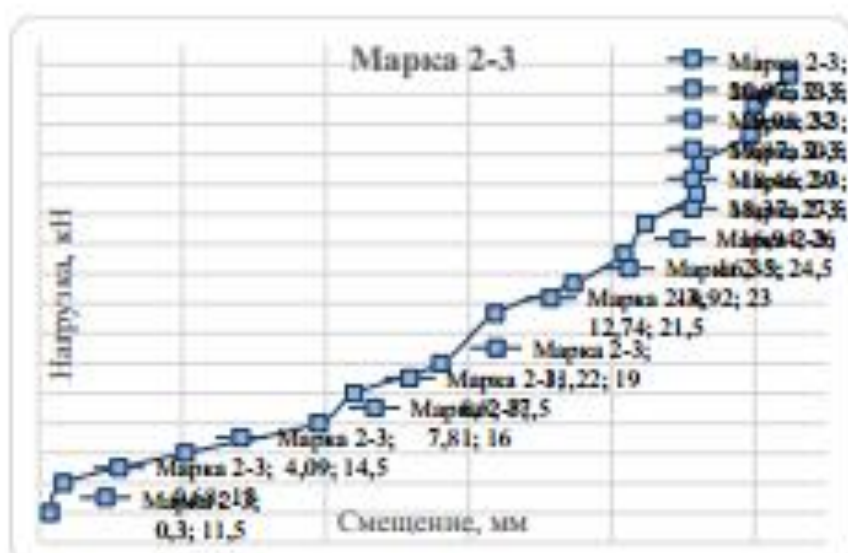


Рисунок 4 – Смещение марки возле кровли выработки

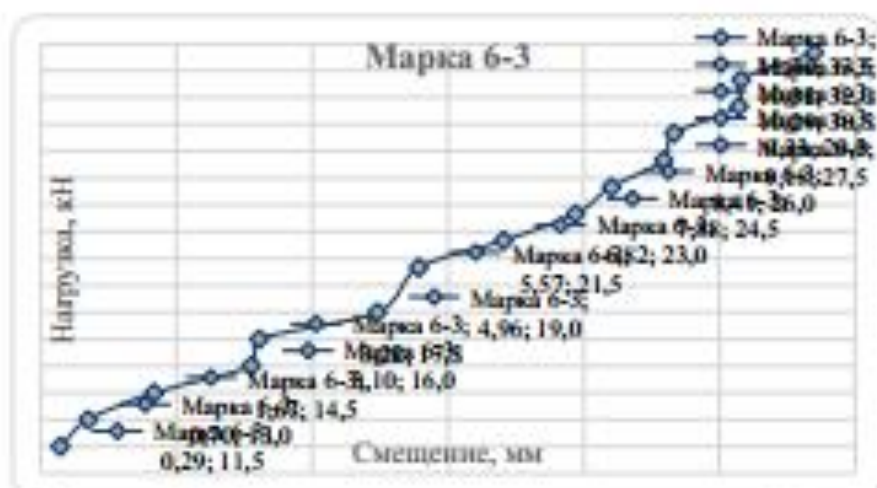


Рисунок 5 – Смещение марки возле почвы выработки

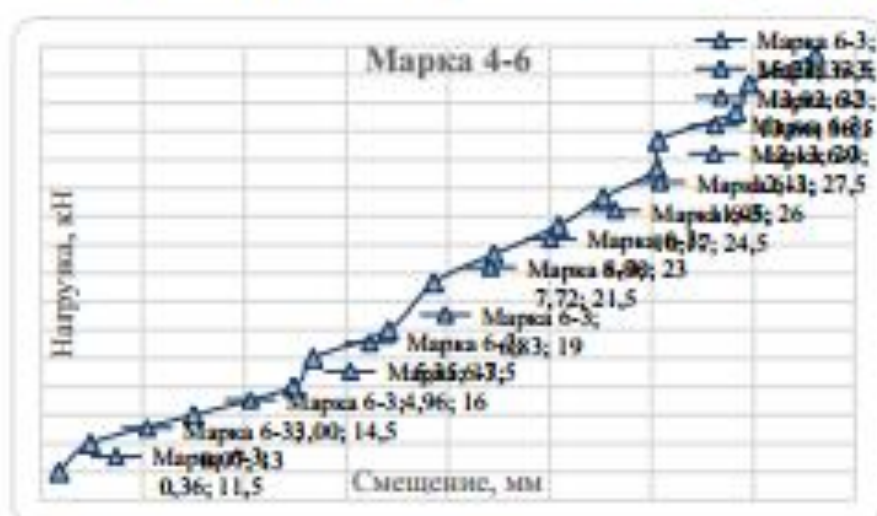


Рисунок 6 – Смещение марки в пачке пласта возле выработки

Вывод. Были проанализированы горно-геологические и горно-технические условия шахты «Осинниковская». Исходя из структурной колонки пласта Е-5, физико-механических свойств горных пород пласта были подобраны эквивалентные материалы для построения физической модели горной выработки.

Была построена физическая модель и проведен лабораторный эксперимент, в ходе которого на модели определили качественную картину изменения деформаций массива в окрестности одиночной выработки при наличии породного прослойка в пласте.

По результатам обработки фотоснимков установлена закономерность распределения смещений марок в зависимости от их расположения относительно выработки: выявлено меньшее смещение в почве выработки и большее – в кровле выработки. Зависимость смещения от нагружения, после преодоления предела прочности, близка к линейной.

Библиографический список

1. Кузнецов Г. Н. Моделирование проявлений горного давления / Г. Н. Кузнецов, М. Н. Будько, Ю. И. Васильев [и др.]. – Л.: Недра, 1968. – 279 с.
2. Моделирование в геомеханике / Ф.П. Глушихин, Г.Н. Кузнецов, М.Ф. Шклярский и др. - М.: Недра, 1991. 240 с.
3. Геомеханика: Учебник для вузов. В 2 т. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – Т. 1. Основы геомеханики. – 208 с.: ил.
4. Риб С.В. Физическое моделирование геомеханических процессов в окрестности горной выработки / С.В. Риб, В.В. Басов // Вестник СибГИУ. – 2017. – № 4 (22). – С. 45-51.
5. Техническое перевооружение опасного производственного объекта «Шахта угольная» ООО «Шахта «Осинниковская» в части подготовки и отработки запасов пластов Е5 и Е6. / Акционерное общество «Институт промышленного проектирования угольных предприятий», 2017. -93 с.
6. Риб С.В. Лабораторный стенд для определения деформаций горных пород в окрестности выработки на пластах сложного строения / С.В. Риб // Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов: науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2017.- № 3. - С. 155-157.

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть VII

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

Выпуск 23

Под общей редакцией

М.В. Темлянцева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

В.Е. Хомичева

Подписано в печать 26.11.2019 г.

Формат бумаги 60х84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 19,8 Уч.-изд. л. 22,1 Тираж 300 экз. Заказ № 312

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

Издательский центр СибГИУ