

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

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

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**ВЫПУСК 28**

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

**ЧАСТЬ I**

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

**Новокузнецк  
2024**

ББК 74.48.288  
Н 340

Редакционная коллегия:

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

Н 340

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

ISSN 2500-3364

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

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

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный  
индустриальный университет, 2024

## Библиографический список

1. Вестник Кузбасского технического университета. 2017 №5, с. 10-14  
Копытов А.И., Лебедев А.А., Утробин Б.А. Разработка рациональной технологии крепления.
2. Применение набрызгбетонных теплозащитных покрытий в условиях криолитозоны. А.С. Курилко, 2005 УДК 622.28
3. Приложение N 2 к Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности "Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах", утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 декабря 2013 г. N 610
4. Торкрет-смеси МБВ и опыт их применения при креплении подземных горных выработок. Манин Ю.А., Мельников А.Е

УДК 622.242.2

### **СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ПРИ ВЕДЕНИИ ПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ НА ПОДЗЕМНОМ РУДНИКЕ «АЙХАЛ»**

**Ворсина А.М., Агеев Д.А., Трабер Н.С., Никитина А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: lika.vorsina.2001@mail.ru*

В статье приведен анализ ведения подземных горных работ на руднике «Айхал». Рассмотрены пути решения проблемы модернизации этапов добычи полезных ископаемых (ПИ).

Ключевые слова: рудник, полезное ископаемое, месторождение алмазов, проветривание, анкер, проходка, буровые установки, модернизация, снижение затрат.

Трубка Айхал – коренное месторождение алмазов, которое было открыто в январе 1960 г. Месторождение эксплуатируется открытыми горными работами с 1961 г. Отработка месторождения открытым способом завершена в 1-м квартале 1997 г. на глубине 320 м. Фактические абсолютные отметки дна карьера на юго-западном участке составили +235 м, на северо-восточном +195 м.

Породы, вмещающие кимберлитовую трубку «Айхал», представлены доломитами, мергелями, известняками и имеют слоистое горизонтальное залегание. Породы располагаются в области развития многолетней мерзлоты. В районе месторождения выделяются 3 типа подземных вод: над-, меж- и подмерзлотные.

На руднике «Айхал» в качестве системы разработки применяется система с выемкой ромбовидными камерами, расположенными относительно друг друга в «шахматном» порядке (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Рудник «Айхал»

Схема вскрытия месторождения фланговая представлена на рисунке 2. Вскрытие осуществлено двумя наклонными стволами, вертикальным стволом и уклонами с бермы карьера на отметке +395 м.

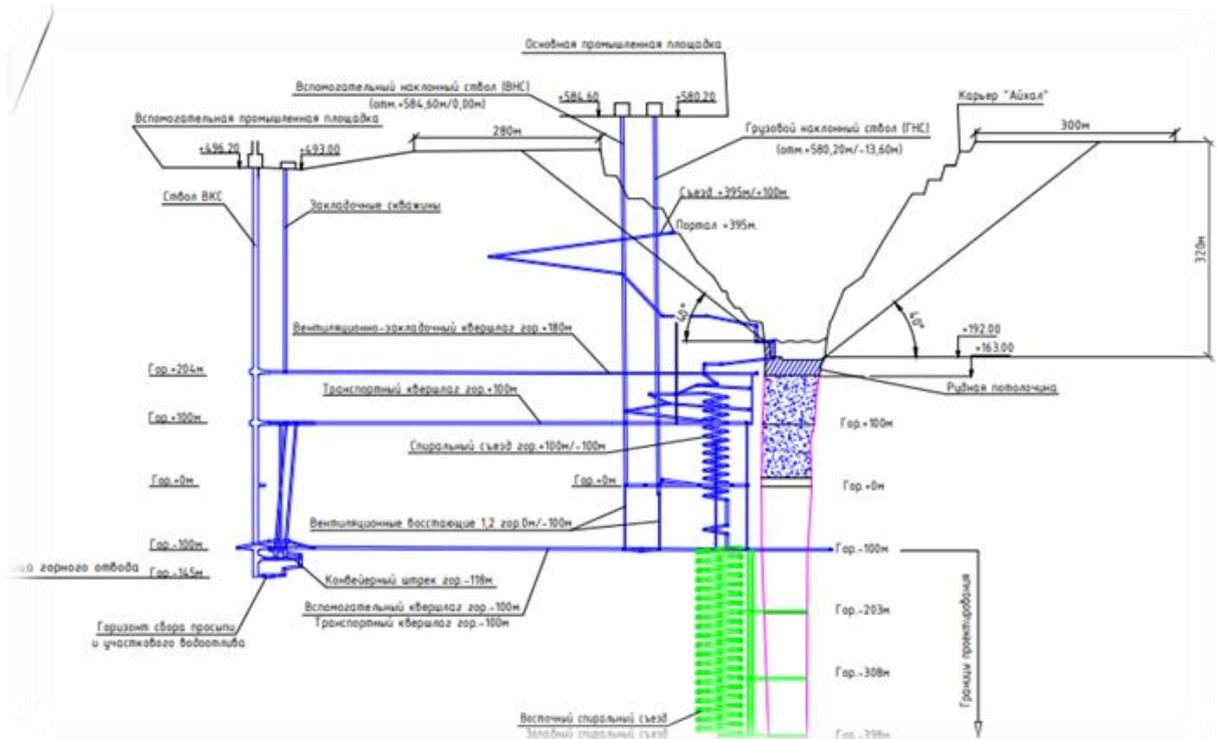


Рисунок 2 – Схема вскрытия месторождения

Проветривание основных вскрывающих, подготовительных и нарезных выработок, а также выемочных камер на СВРТ в отметках +80/-100 м осуществляется за счёт общешахтной депрессии. Проветривание тупиковых выработок ведется с помощью вентиляторов местного проветривания типа ВМЭ-6, ВМЭ-12, Korfmann.

Отбойка рудной массы осуществляется буровзрывным способом с помощью зарядов ВВ, размещаемых в скважинах диаметром 89 мм. Взрывные работы при проходке осуществляются системой шпуровых зарядов диаметром 45 мм.

Проходка горно-капитальных выработок буровзрывным способом производится с использованием самоходной техники – буровых установок Sandvik DD-410-40; ПДМ ST-1030 и LH-410; самосвалов МТ-2010 и ТН-320.

В условиях рудника «Айхал» наиболее широко применяется анкерная крепь сплошного закрепления. Основной вид анкеров – самозакрепляющиеся, обеспечивающие режим «сшивки» массива. Работа крепи обеспечивается сцеплением стенок анкера с породными стенками шпура.

Также применяются канатные (тросовые) анкера, работающие в режиме «подвешивания» и закрепляющиеся в замковой части. Использование таких анкеров целесообразно в случаях, когда высота выработки не позволяет установить самозакрепляющиеся анкера нужной длины.

Анкера с подхватами и сетчатой затяжкой представляют собой комбинированную крепь, в которой опорные плитки и подхваты являются поддерживающими элементами [2].

Рассматривается несколько направлений модернизации этапов добычи полезного ископаемого:

- замена анкерной крепи и установка насосов для нагнетания воды внутрь анкера;
- цифровизация рудника;
- изменение способа проходки и замена оборудования, применяемого на предприятии.

При установке анкера Swellex используется принцип гидрораспора трубки, торцы которой перекрыты глухими гильзами.

Профиль трубки имеет специальную форму, позволяющую анкеру увеличиваться в диаметре до 40 %. При этом, для нагнетания воды используется специальный насос, подающий воду внутрь анкера. На рисунке 3 представлена анкерная крепь, применяемая на руднике, а на рисунке 4 анкерная крепь и насосы предлагаемые для модернизации производства [3].

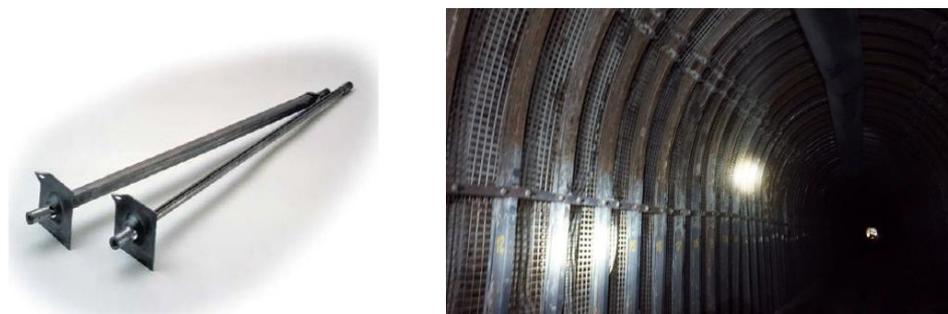


Рисунок 3 – Конструкция анкерной крепи: а) самозакрепляющейся анкерной крепи; б) анкерные крепи с подхватами и сетчатой затяжкой [1]



Рисунок 4 – Схема установки и работы анкера Swellex [1]

Комплекс «Горизонт»: отечественное решение для обеспечения промышленной безопасности при подземной добыче полезных ископаемых (рисунок 5). Сеть позиционирования и аварийного оповещения в реальном времени непрерывно определяет местонахождение горнорабочих и транспортных средств с разрешением  $\pm 20$  м, направление их движения и передает эту информацию на АРМ диспетчера.

Шахтный информационный комплекс «Горизонт» обеспечивает передачу данных аэрологической обстановки в систему аэрогазового контроля рудника [2].

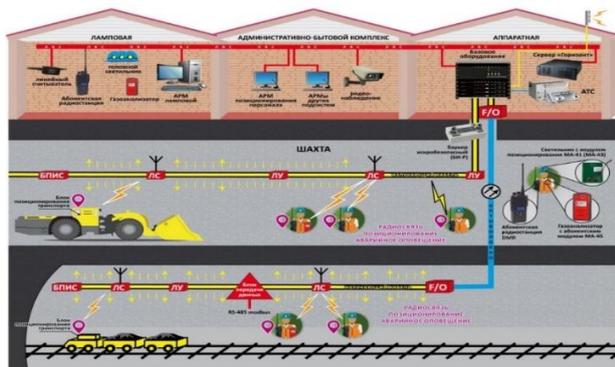


Рисунок 5 – Комплекс «Горизонт» [2]

Интеллектуальная технология управления проходческим комбайном EBZ-160 оснащена оборудованием ставок и анкероустановщика. Интеллектуальный многофункциональный проходческий комбайн основан на системе 5G.

Продукт позиционируется как продукт автоматизации высокого класса, который способствует модернизации и преобразованию интеллектуальной системы разработки месторождений для обеспечения безопасного производства [3,4].

Особенности:

- многофункциональная комбинация;
- четыре режима работы;
- инерциальное навигационное позиционирование;

- три метода резки;
- интеллектуальный мониторинг.



Рисунок 6 – Проходческий комбайн EBZ-160

Экономический эффект от внедрения предложенных направлений модернизации составит 336,2 руб/м<sup>3</sup>. Годовой объем добычи увеличится за счет быстрых темпов оконтуривания рудного тела. Также модернизация ведения проходческих работ способствует снижению уровня профессиональных заболеваний на рабочих местах, в том числе, за счет активного пылеподавления в выработках.

#### Библиографический список

1. Копырин А.А. Крепление горных выработок технологией Swellex в условиях рудника «Айхал» / А.А. Копырин // Вестник науки и творчества. 2016. №5 (5). С. 256-260.
2. Маликов Ю.О. Шахтный аппаратно-программный комплекс «Горизонт» для решения задач позиционирования, горно-подземной радиосвязи и промышленной автоматизации / Ю.О. Маликов, В.А. Васильев // Горная промышленность. 2019. №1 (143). С. 46-47.
3. Кобылкин С.С. Классификация систем снижения уровня запыленности рудничной атмосферы тупиковых горных выработок / С.С. Кобылкин, А.Н. Тимченко // ГИАБ. 2021. №10-1. С. 112-123.
4. Никитина А. М. Увеличение темпов проведения горных выработок в условиях шахт Кузбасса / А. М. Никитина, С. В. Риб, Д. М. Борзых // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 19–21 мая 2020 года / Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева. Том Выпуск 24. Часть VI. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2020. – С. 142-145.

## СОДЕРЖАНИЕ

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

КОМБИНИРОВАННАЯ ДОСТАВКА ГОРНОЙ МАССЫ НА РУДНЫХ КАРЬЕРАХ РОССИИ <i>Апенкин Д.Е., Волошин В.А., Володина А.В., Ефименко И.А., Марченко Д.И.</i> .....	198
ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ КРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК СО СРОКОМ СЛУЖБЫ БОЛЕЕ 5 ЛЕТ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ КУЗБАССА <i>Марченко Д.И., Володина А.В., Апенкин Д.Е.</i> .....	203
СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ПРИ ВЕДЕНИИ ПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ НА ПОДЗЕМНОМ РУДНИКЕ «АЙХАЛ» <i>Ворсина А.М., Агеев Д.А., Трабер Н.С., Никитина А.М.</i> .....	206
АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗАРЯЖАНИЯ ШПУРОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ <i>Гельгенберг И.О., Никитина А.М.</i> .....	211
СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ПРИ ПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ <i>Гельгенберг И.О., Никитина А.М., Риб С.В.</i> .....	214
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ЭКВИВАЛЕНТНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ <i>Ефименко И.А., Никитина А.М., Володина А.В.</i> .....	217
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ <i>Кротков И.А., Ефименко И.А., Волошин В.А., Никитина А.М., Риб С.В.</i> .....	221
ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ГАФНИЯ ИЗ УГЛЯ <i>Трапезников К.С., Чаплыгин В.В.</i> .....	225
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ УГОЛЬНЫМ РАЗРЕЗОМ ГЛУБИНЫ РАЗРАБОТКИ 150 МЕТРОВ И НИЖЕ С ЦЕЛЬЮ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕВОДА РАБОТНИКОВ НА «ПОДЗЕМНЫЙ ГОРНЫЙ СТАЖ» <i>Кисель В.В., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i> .....	229
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ <i>Дудкин В.П., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i> .....	235
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА (ЦМР) УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА ПО ИМЕЮЩЕЙСЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ПЛАНА <i>Дудник С.А., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i> .....	239
ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА ОСНОВАНИЯ ОТВАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ <i>Сунегин Д.Н., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i> .....	243
ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЗРЕЗАМИ МАЛОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ С ЗЕМЛЕСБЕРЕГАЮЩИМ ОТВАЛООБРАЗОВАНИЕМ <i>Третьякова Я.А., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i> .....	250
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТОНКИХ ПОРОДНЫХ ПРОСЛОЕВ НА ЗОЛЬНОСТЬ УГЛЯ ЭЛЬГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ <i>Кетов Д.В., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i> .....	253

Научное издание

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

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**Выпуск 28**

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

**Часть I**

Под общей редакцией

С.В. Коновалова

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 14.05.2024 г.

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

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

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

Издательский центр СибГИУ