

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

№ 5 - 2019

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, 2019. - № 5. – 533 с.

Рассмотрены аспекты развития инновационных наукоёмких 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, 4-7 июня 2019 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

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ КРУПНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ	418
к.т.н. Лазаревич Т.И., Харкевич А.С., Власенко Ю.Н., к.т.н. Шубина Е.А.	418
Научный центр проблем безопасного освоения недр «ВНИИ-ГЕО», г. Кемерово, Россия	418
ВАЖНЕЙШИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СОВМЕЩЕННОЙ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ В УСЛОВИЯХ ВОЗРАСТАНИЯ СТЕПЕНИ ИХ ВЗАИМНОГО НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	426
¹ Харкевич А.С., ² Мефодьев С.Н., ¹ Денисов С.В.	426
1 - Научный центр проблем безопасного освоения недр ВНИИ-ГЕО, г. Кемерово, Россия	426
2 - ООО «Шахта «Южная», г. Кемерово, Россия	426
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИМИ РИСКАМИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТОВ С ТЯЖЕЛЫМИ КРОВЛЯМИ	428
¹ Лазаревич Т.И., ¹ Харкевич А.С., ² Полищук Л.В., ¹ Денисов С.В.	428
1 - Научный центр проблем безопасного освоения недр ВНИИ-ГЕО, г. Кемерово, Россия	428
2 - ООО «Шахта «Юбилейная», г. Новокузнецк, Россия	428
ОЦЕНКА КОНСТРУКТИВНОГО РЕСУРСА СТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ АКТИВИЗАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ, ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	433
Лазаревич Т.И., Поляков А.Н., Харкевич А.С., Добрынин Р.Р.	433
Научный центр проблем безопасного освоения недр «ВНИИ-ГЕО», г. Кемерово, Россия	433
РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ДЕЙСТВИЙ РУКОВОДИТЕЛЯ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ	436
² д.т.н. Домрачев А.Н., ^{1,2} к.т.н. Говорухин Ю.М., ¹ к.т.н. Криволапов В.Г., ^{1,3} д.т.н. Палеев Д.Ю.	436
1 – Национальный горноспасательный центр, г. Новокузнецк, Россия	436
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	436
3 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	436
SWOT-АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ВОЕНИЗИРОВАННЫХ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ	439
² д.т.н. Домрачев А.Н., ^{1,2} к.т.н. Говорухин Ю.М., ¹ к.т.н. Криволапов В.Г., ^{1,3} д.т.н. Палеев Д.Ю.	439
1 – Национальный горноспасательный центр, г. Новокузнецк, Россия	439
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	439
3 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	439
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНКИ ДЕБИТОВ МЕТАНА ИЗ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ГАЗОВОГО БАЛАНСА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ	445
^{1,2} к.т.н. Говорухин Ю.М., ¹ к.т.н. Криволапов В.Г., ^{1,3} д.т.н. Палеев Д.Ю.	445
1 – Национальный горноспасательный центр, г. Новокузнецк, Россия	445
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	445
3 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	445
АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ АВАРИЙ И ИНЦИДЕНТОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	448
² д.т.н. Домрачев А.Н., ^{1,2} к.т.н. Говорухин Ю.М., ¹ к.т.н. Криволапов В.Г., ^{1,3} д.т.н. Палеев Д.Ю.	448
1 – Национальный горноспасательный центр, г. Новокузнецк, Россия	448
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	448
3 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	448
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ОПЕРАТИВНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ	450
^{1,2} к.т.н. Говорухин Ю.М., ¹ к.т.н. Криволапов В.Г., ^{1,3} д.т.н. Палеев Д.Ю., ² д.т.н. Домрачев А.Н.	450
1 – Национальный горноспасательный центр, г. Новокузнецк, Россия	450
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	450
3 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	450
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CFD-ПАКЕТОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ВЕНТИЛЯЦИИ ШАХТ И ПОДГОТОВКЕ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ	453

5. Домрачев А.Н. Методология анализа и оценки риска при ведении аварийно-спасательных работ на горных предприятиях: монография / А.Н. Домрачев, В.Г. Криволапов, Ю.М. Говорухин, А.В. Масленков. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2013. – 204 с.

6. Agarwal R., Grassl W., Pahl J. Meta-SWOT: introducing a new strategic planning tool. *Journal of Business Strategy*, 33(2), 2012, pp. 12-21.

7. Helms M.M., Nixon J. Exploring SWOT analysis – where are we now?: A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management*, 3(3), 2010, pp. 215-251.

УДК 622.411.33:622.416.3

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНКИ ДЕБИТОВ МЕТАНА ИЗ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ГАЗОВОГО БАЛАНСА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ

^{1,2} к.т.н. Говорухин Ю.М., ¹к.т.н. Криволапов В.Г., ^{1,3}д.т.н. Палеев Д.Ю.

1 – Национальный горноспасательный центр, г. Новокузнецк, Россия

2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

3 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия

Аннотация. Выполнен анализ существующих алгоритмов оценки дебитов метана из разрабатываемых длинными очистными забоями пластов. Выявлены основные их преимущества и недостатки. Установлен наиболее рациональный алгоритм с точки зрения достоверности оценки дебитов метана как при нормально функционировании горного предприятия, так и при ведении аварийно-спасательных (горноспасательных) работ.

Ключевые слова: угольная шахта, горные выработки, алгоритм, дебит метана, газовый баланс, объёмы загазования.

Введение. При проектировании вентиляции высокопроизводительных угольных шахт или при ведении аварийно-спасательных (горноспасательных) работ (АСР) одной из важных практических задач является определение дебитов метана на участке в зависимости от конкретных горно-геологических и горнотехнических условий. В первом случае это необходимо с целью выбора наиболее эффективных систем управления газовыделением на выемочном участке и как следствие повышения безопасности горных работ и увеличения нагрузки на очистной забой. Во втором – определения возможных объёмов загазованных выработок и времени их загазования для определения безопасных расстояний (рис. 1).

Для безопасных условий ведения горных работ на угольных шахтах существуют нормативно-технические документы, регламентирующие порядок расчёта дебитов метана [1, 2]. При авариях с обрушениями, нарушением проветривания и т.п. положения таких документов не всегда могут адекватно отражать возникшие условия и достоверный прогноз создавшейся обстановки.



Рис. 1. Практическое применение результатов оценки дебитов метана на горном предприятии

Ряд крупных техногенных катастроф на угольных шахтах России, и гибели как горнорабочих, так и горноспасателей, в результате неверного определения дебитов метана, объёмов загазований и,

как следствие, безопасных расстояний при взрывах метановоздушных смесей, показал необходимость разработки документа применительно к аварийным условиям. Ошибки в определении объёмов выработок загазованных пылегазовоздушной смесью, принимаемых для расчёта силы взрыва и последующего проявления поражающих факторов в горных выработках, приводят к трагическим последствиям.

Анализ существующих алгоритмов оценки дебитов метана. Существуют различные алгоритмы оценки метанообильности [1 - 12].

1. Горно-статический. Основан на предположении, что метанообильность шахт растёт ступенчато в зависимости от глубины разработки. Данный метод является весьма ориентировочным и применялся для оценки метанообильности до глубины 700-800 м в условиях действующего предприятия.

2. Модели на основе аналитических зависимостей (разработки Г.Д. Лидина, Б.Г. Тарасова, В.А. Колмакова, А.Э. Петросяна, А.А. Мясникова, Н.И. Линденау, В.М. Маевской и др.). Данные математические модели учитывают физические закономерности, которые лежат в основе процессов переноса метана из угля и пород. Они позволяют учитывать изменение метанообильности во времени в зависимости от горного и газового давления, газопроницаемости, как при добычных (проходческих работах) – подвижный массив, так и при внеплановых остановках – неподвижный массива. К примеру, в основе модели Б.Г. Тарасова и В.А. Колмакова использована потенциальная функция Л.С. Лейбензона $F(P)$, $\text{м}^3/(\text{м} \cdot \text{сут})$, учитывающая условия фильтрации метана в зависимости от проницаемости массива k , м^2 , плотности среды ρ , $\text{т}/\text{м}^3$, и давления газа P , Па, имеющая общий вид

$$F(P) = \frac{1}{\mu} \int k(P) \rho(P) dP, \quad (1)$$

где μ – динамическая вязкость, Па·с.

Существенными недостатками данного типа моделей являются:

- попытка учесть большое количество горно-геологических параметров конкретных месторождений, что является в принципе достаточно сложной задачей;
- данные параметры могут широко варьироваться в пределах одного шахтного поля и даже в пределах разрабатываемого пласта;
- в условиях конкретного геомассива на газодинамические процессы накладываются дополнительные, зачастую плохо прогнозируемые эффекты;
- использование этих моделей затруднено отсутствием достоверных необходимых для расчёта исходных данных. Например, проницаемость угля (зависит от генезиса, трещиноватости, газового давления), исходное газовое давление в пласте, постоянные сорбции Лэнгмюра и др.
- сложность реализации в целях практического применения при проектировании и в условиях действующих угольных предприятий.

Все эти причины обусловили то, что данные модели не получили широкого распространения на практике.

3. По разности природной и остаточной газоносности. Этот метод закреплён в нормативно-технических документах [1, 2] и применяется при проектировании вентиляции шахт в целом и отдельных объектов проветривания. Преимуществом данного метода является то, что он сравнительно прост и расчёт базируется на свойствах угля и пород десорбировать газ при отделении их от массива. Параметры, учитывающие газовое давление, проницаемость, горное давление и т.п. введены в алгоритм в виде эмпирических коэффициентов, которые получены для разных бассейнов и месторождений угля. Эти коэффициенты имеют разный физический смысл, поэтому справедливы только для тех условий, в которых они были получены.

К особенностям можно отнести возможность чрезмерного завышения прогнозных дебитов метана в горные выработки и необходимость уточнения эмпирических коэффициентов.

4. По фактической метанообильности (по данным лав-аналогов).

Применяется для условий действующих шахт. Основан на степенном законе изменения абсолютной газообильности в зависимости от длины очистного забоя и объёмов добычи угля. При этом влияние горно-геологических и горнотехнических факторов может учитываться эмпирическими коэффициентами. Данный метод получил широкое распространение в связи со своей большей достоверностью и простотой расчётов.

Источники метановыделения в шахте и структура газового баланса. При разработке пластов длинными столбами с обрушением кровли основными источниками метановыделения являются (рис. 2) [3 - 6, 11] следующие.



Рис. 2. Источники метановыделения

1) Разрабатываемый пласт (очистной забой). Интенсивность данного источника метановыделения изменяется в зависимости от длины забоя. При длине до 100 м роль этого источника метана в газовом балансе сравнительно невелика из-за частичной дегазации массива выработками, особенно при значительном разрыве во времени между завершением подготовительных и началом очистных работ.

2) Выработанное пространство. Метановыделение из выработанного пространства связано с наличием в под- и надрабатываемой угленосных толщах сближенных пластов и газоносных пород, а также не вынимаемых пачек угля. Величина газовыделения зависит от площади выработанного пространства и шага обрушения основной кровли.

3) Обнаженные поверхности пластов в подготовительных выработках. На величину газовыделения из этого источника оказывают влияние тектонические особенности участка, газоносность пласта, скорость проведения и общая протяженность сети выработок.

При большой скорости подвигания очистных и подготовительных выработок в газовом балансе повышается роль газовыделения из отбитого угля.

Выводы. При выемке мощных пластов с разделением на слои (первый (верхний) слой) и управлением кровлей полным обрушением метановыделение из выработанного пространства определяется поступлением метана из временно не вынимаемого слоя. Крупным источником также является почва призабойного пространства. При выемке второго слоя источниками метановыделения в ВП являются потери угля, скопления метана в полостях и пустотах после отработки первого слоя, сближенные пласты и пропластки.

Библиографический список

1. Инструкция по применению схем проветривания выемочных участков шахт с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью газоотсасывающих установок, утвержденная приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 01.12.2011 № 680 (зарегистрировано Минюстом России 29.12.2011, рег. № 22815).
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / Кол. авторов. – Макеевка-Донбасс: МакНИИ, 1989. – 319 с.
3. Говорухин Ю.М. Программа расчёта вентиляции выемочных участков / Ю.М. Говорухин, В.Г. Криволапов, А.Н. Домрачев, О.Ю. Лукашов // Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк. – 2016. – №2. – С.445-448.
4. Говорухин Ю.М. К вопросу об управлении газовыделением выемочного участка / Ю.М. Говорухин, В.Г. Криволапов // Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк. – 2010. – С.396-399.
5. Говорухин Ю.М. Сравнительная оценка фактического и проектного метановыделения в выработанное пространство угольных шахт / Ю.М. Говорухин, В.Г. Криволапов, Д.Ю. Палеев, А.Н. Кнышенко // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – Кемерово. – 2010. – №1. – С.27-30.

6. Говорухин Ю.М. Математическое моделирование миграции метана в горные выработки при остановленном очистном забое / Ю.М. Говорухин, А.Н. Домрачев, В.Г. Криволапов, Д.Ю. Палеев // Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк. – 2017. – №3. – С.424-429.

7. Аэрология горных предприятий: учебник для вузов / К.З. Ушаков [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 421 с.

8. Петросян А.Э. Выделение метана в угольных шахтах / А.Э. Петросян. – М.: Наука, 1975. – 188 с.

9. Рудничная вентиляция: справочник / Н.Ф. Гращенков [и др.]; под ред. К.З. Ушакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 440 с.

10. Тарасов Б.Г. Газовый барьер угольных шахт / Б.Г. Тарасов, В.А. Колмаков. – М.: Недра, 1978. – 200 с.

11. Фрянов В.Н. Состояние и направление развития безопасной технологии подземной угледобычи / В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова; Мин-во образования и науки РФ, Федер. агентство по образованию, Сиб. гос. индустриальный ун-т. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2009. – 238 с.

12. McPherson M.J. Subsurface Ventilation Engineering [Электронный ресурс] / M.J. McPherson. – URL: <http://www.mvsengineering.com>.

УДК 622.86

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ АВАРИЙ И ИНЦИДЕНТОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

²д.т.н. Домрачев А.Н., ^{1,2} к.т.н. Говорухин Ю.М., ¹к.т.н. Криволапов В.Г., ^{1,3}д.т.н. Палеев Д.Ю.

1 – Национальный горноспасательный центр, г. Новокузнецк, Россия

2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

3 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия

Аннотация. Выполнен анализ аварийного предприятия горной промышленности и подземного строительства России. Выявлены основные причины возникновения аварий.

Ключевые слова: опасные производственные объекты, горная промышленность, подземное строительство, аварии, травматизм.

Как отмечено в подпрограмме «Безопасность и охрана труда в угольной промышленности» [1] продолжает увеличиваться доля подземной добычи угля, осуществляемой в неблагоприятных горно-геологических условиях. За последние 10 лет средняя глубина отработки пластов на шахтах увеличилась на 12 % и в 2012 г составила 441 м. В результате реализации «Стратегии...» к 2030 г. предполагается снизить среднюю глубину разработки на шахтах до 350 м в 2030 г.

За период с 2008 по 2012 гг. уровень смертельного травматизма был снижен с 0,19 до 0,15 человека на 1 млн тонн добытого угля [1]. Однако если в период с 2013 по 2015 г. существовала успокаивающая тенденция снижения количества смертельных случаев на шахтах с 57 до 11, то уже в первом квартале 2016 г. это количество выросло до 36 (шахта «Северная», г. Воркута). Соответственно, в этот период по количеству смертельных случаев на 1 млн т добычи угля (1,44) Россия сравнялась с Китаем (1,5 в 2010 г.), занимающим первое место в мире по аварийности шахт. Следует отметить, что на первом месте в мире по безопасности шахт находится Австралия (0,03 смертей/млн. т), где законодательством предусмотрен запрет эксплуатации угольных шахт с метаноносностью пластов более 9 м³/т без предварительной дегазации. В России дегазация угольного пласта обязательна, когда работами по вентиляции невозможно обеспечить содержание взрывоопасных газов (метана) в рудничной атмосфере действующих горных выработок шахты в размере до 1 %, а также, когда природная метаноносность пласта превышает 13 м³/т с.б.м. и работами по вентиляции невозможно обеспечить содержание метана в исходящей струе очистной горной выработки в размере менее 1 % и [2]. Неявное ограничение 13 м³/т с.б.м. (достаточно обеспечить 1 % в исходящей струе) позволяет без какой-либо предварительной дегазации эксплуатировать сверхкатегорные шахты с метаноносностью пластов более 20 м³/т и даже до 40 м³/т. Так, например, в Кузбассе 22 из 60 эксплуатируемых шахт относятся к сверхкатегорным с метаноносностью свыше 15 м³/т, в том

Научное издание

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Под общей редакцией профессора В.Н. Фрянова

Компьютерная верстка Л.Д. Павловой

Подписано в печать 24.05.2019 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 31,68 Уч.-изд. л. 33,52 Тираж 1000 экз. Заказ 132

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ