

ДОНЕЦКАЯ НАРОДНАЯ РЕСПУБЛИКА  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

ГОУ ВПО  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО  
«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГОУ ВПО ЛНР  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Горный факультет  
Кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых»

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**  
**кафедры разработки месторождений полезных ископаемых**

**№4 (2018)**

# **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**по материалам международной научно-практической  
конференции молодых ученых, аспирантов и студентов**

**г. Донецк, 24 мая 2018 г.**

ДОНЕЦК  
2018

УДК 622.001.76 (082)

И 66

Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. труд. Вып. 4. / редкол.: Н.Н. Касьян [и др.]. – Донецк: ДОННТУ, 2018. – 226 с.

Представлены материалы научно-исследовательских работ студентов, аспирантов и молодых ученых, которые обсуждались на международной научно-практической конференции «Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых» в рамках проведения IV-го международного научного форума «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие» Донецкой Народной Республики. Представленные материалы отражают широкий диапазон научных исследований по актуальным проблемам в области геотехнологии, геомеханики, геоинформатики и экологии при разработке месторождений полезных ископаемых.

Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников угольной промышленности, ученых, преподавателей, аспирантов и студентов горных специальностей.

Организатор конференции – кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых» (РМПИ) Горного факультета ГОУ ВПО «ДОННТУ».

Соорганизаторы конференции:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет» (г. Тула, РФ);

Карагандинский государственный технический университет (г. Караганда, Республика Казахстан);

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Луганской Народной Республики «Донбасский государственный технический университет» (г. Алчевск, ЛНР).

Организационный комитет:

Касьян Николай Николаевич – председатель конференции, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой РМПИ;

Новиков Александр Олегович – зам. председателя конференции, д-р техн. наук, профессор кафедры РМПИ;

Касьяненко Андрей Леонидович – секретарь конференции, канд. техн. наук, доцент кафедры РМПИ.

Конференция проведена на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк) 24 мая 2018 г.

Члены организационного комитета:

Петренко Юрий Анатольевич – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры РМПИ;

Стрельников Вадим Иванович – канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры РМПИ;

Шестопалов Иван Николаевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры РМПИ.

Редакционная коллегия:

Касьян Н. Н. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ»;

Новиков А. О. – д-р техн. наук, проф., профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ»;

Петренко Ю. А. – д-р техн. наук, проф., профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ»;

Саммаль А. С. – д-р техн. наук, проф., профессор кафедры механики материалов ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»;

Хуанган Нурбол – доктор Ph.D., заведующий кафедрой промышленного транспорта Карагандинского государственного технического университета;

Леонов А. А. – канд. техн. наук, доц., доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет»;

Стрельников В.И. – канд. техн. наук, проф., профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ»;

Касьяненко А. Л. – канд. техн. наук, доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ».

Компьютерная верстка: Моисеенко Л.Н., ведущий инженер кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ».

Статьи публикуются в авторской редакции, ответственность за научное качество материала возлагается на авторов.

Контактный адрес:

Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Артема, 58, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», 9-й учебный корпус, Горный факультет, кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых», каб. 9.505, тел.: +3(8062)300-2475, 301-0929, E-mail: [rpm@mine.donntu.org](mailto:rpm@mine.donntu.org), WWW: <http://krmpi.gf.donntu.org>

УДК 528.7:622.016

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЯВЛЕНИЙ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНЫХ СКАНИРУЮЩИХ СИСТЕМ

Гречко П. А., Касьяненко А. Л.\*

*В данной работе рассмотрен опыт использования лазерных сканирующих систем на поверхности, а также дана оценка возможности их применения при изучении проявлений горного давления в подземных условиях.*

*Ключевые слова:* лазерные сканирующие системы, горное давление, подземные условия, репер, деформации пород.

Сложность изучения проявлений горного давления заключается в отсутствии автоматизации измерений, а также в постоянном участии человека, что не исключает ошибки, вызванной человеческим фактором.

Наиболее широкое распространение при изучении проявлений горного давления в качестве средства для инструментальных исследований массива получило использование реперов – контурных и глубинных. Глубинные репера позволяют вести наблюдения за характером смещения, расслоения и деформирования массива горных пород вокруг выработок, за характером деформирования горных пород и угля в зонах опорного давления и в зонах разгрузки, за проявлением горного давления. При этом могут возникать следующие ошибки: репер смещается больше, чем отсчетное устройство, и наоборот. При первом варианте проволока выйдет из скважины, а во втором – втянется. В этом случае требуется вводить дополнительные поправки на отклонения и искривления проволок. Для одновременной регистрации абсолютных и относительных деформаций пород, глубины расслоения породных толщ, выявления зоны сдвижения пород и других параметров горного давления целесообразно использовать многореперные системы в скважине, что еще больше усложняет процесс измерения. Более сложно вычислять смещение реперов при изгибе слоев с отслоениями их друг от друга, смещении блоков по поверхностям скола и при развороте блоков [1].

Таким образом, **цель данной статьи** рассмотреть опыт использования лазерных сканирующих систем для изучения проявлений горного давления и повышения эффективности и автоматизации измерений.

---

\* Гречко П. А. – студент группы РПМ-15

Касьяненко А. Л. – к.т.н., доцент (научный руководитель)

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

[kas@mine.donntu.org](mailto:kas@mine.donntu.org)

В маркшейдерии и геодезии используются приборы с различными источниками света. Среди них указатель направления световой УНС, малогабаритный взрывобезопасный световой указатель МСУ, световые отвесы СО-1, СО-2, СО-3, также серия лазерных указателей направления: ЛВ-1, ЛВ-2, ЛВ-5, ЛУН-1, ЛУН-3 и многие другие, которые помимо решения задач задания направления при проходке подземных горных выработок применяются при задании и контроле отметок рабочих площадок, контроле прямолинейности и вертикальности сооружений [2].

Применение наземных лазерных сканирующих систем даёт возможность производить тотальную съёмку пространства с высокой степенью плотности съёмочных точек. Большой объём получаемой съёмочной информации позволяет создавать высококачественные трёхмерные точечные и полигональные модели внутреннего пространства тоннелей, горных выработок, что, до недавнего времени, было невозможно.

К настоящему времени применение наземных лазерных сканера Riegl LMS-Z420i (рис. 1) получило широкое распространение во многих областях – в проектировании и строительстве, маркшейдерском деле, геодезии, картографии, в формировании географических информационных систем (ГИС) и разработке дизайнерских решений на любой стадии производства работ [3].



Рисунок 1 – Riegl LMS-Z420i- лазерная система

Суть технологии заключается в определении пространственных координат точек поверхности объекта и реализуется посредством измерения расстояния до всех определяемых точек с помощью лазерного дальномера. При каждом измерении луч дальномера отклоняется от своего предыдущего положения так, чтобы пройти через узел некой мнимой нормальной сетки, называемой сканирующей матрицей (рис. 2).

Результатом работы сканера является множество точек с вычисленными трехмерными координатами, называемое облаком точек или сканом. Количество точек в одном облаке может варьироваться от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов (рис. 3).

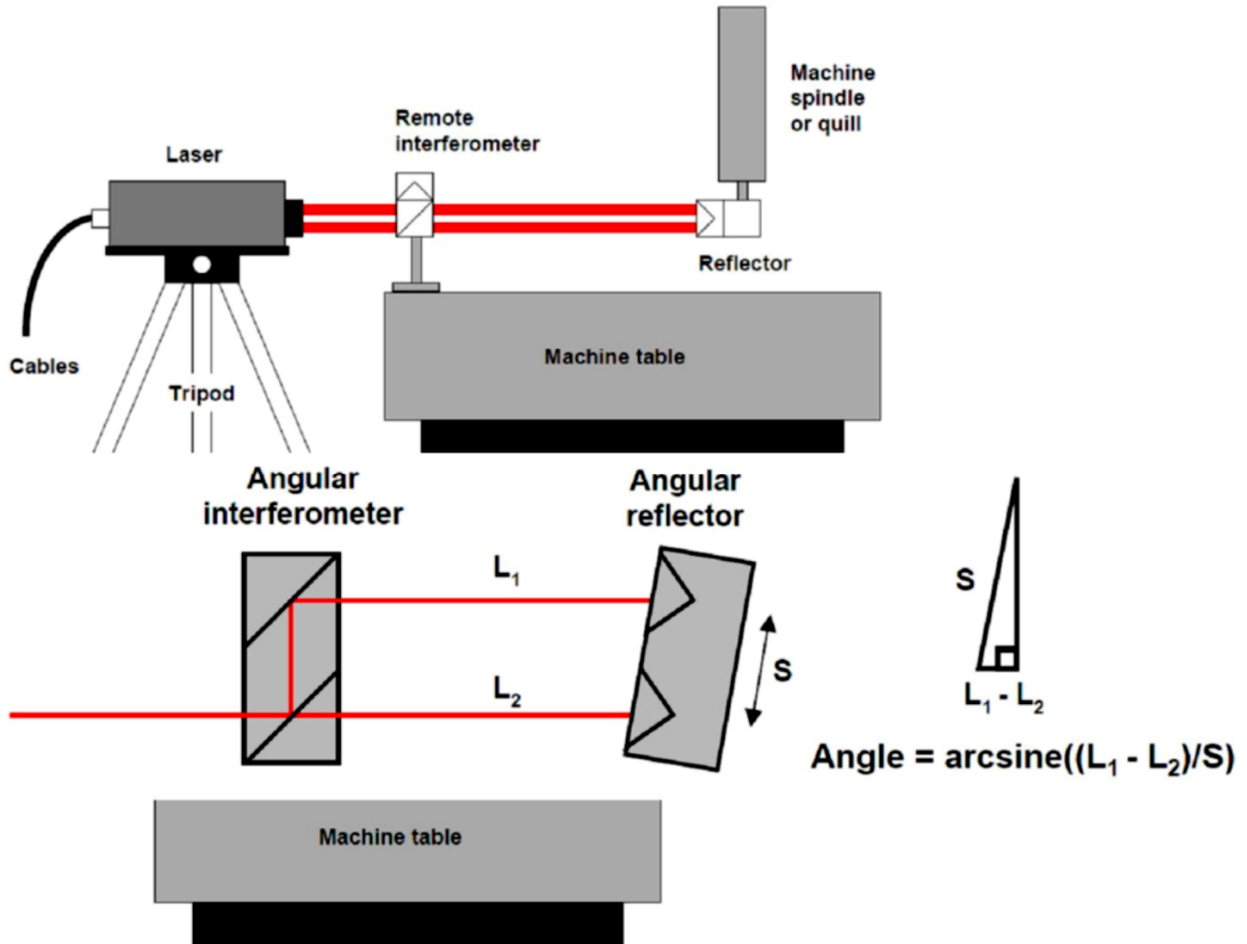


Рисунок 2 – Суть технологии лазерного сканирования

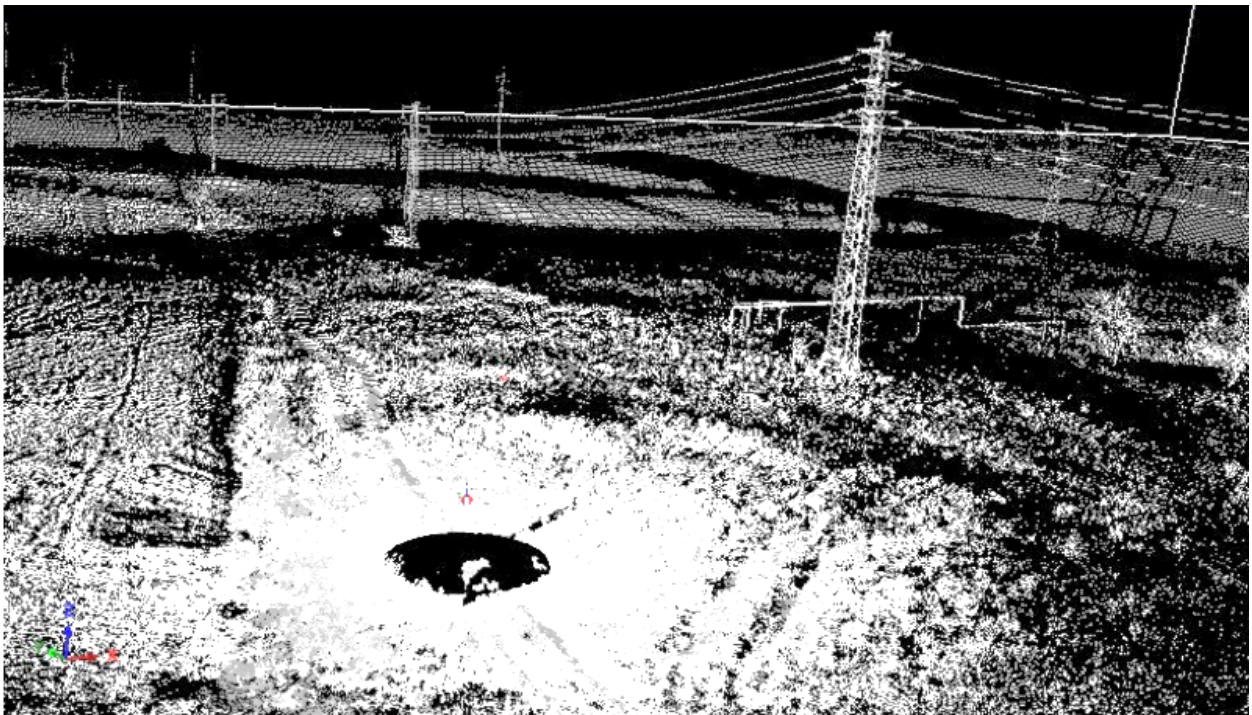


Рисунок 3 – Результат сканирования поверхности Riegl LMS-Z420i

Изначально координаты точек определяются в условной системе координат сканера.

Целесообразность использования новой технологии в различных приложениях основывается на ее уникальных возможностях. Среди отличительных особенностей лазерного сканирования можно выделить:

1) в технологии полностью реализован принцип дистанционного зондирования, позволяющий собирать информацию об исследуемом объекте, находясь на расстоянии от него;

2) по полноте и подробности получаемой информации с лазерным сканированием не может сравниться ни один из ранее реализованных методов;

3) лазерное сканирование отличается непревзойденной скоростью работы, высокой степенью автоматизации, высокой степенью детализации, высокой точностью измерений, трёхмерной визуализацией в режиме реального времени, безопасностью съёмки в труднодоступных и опасных районах, многоцелевым использованием результатов.

Полнота и объективность получаемых данных снижает до минимума вероятность отсутствия необходимой информации. Вследствие этого повышается качество, сокращаются сроки выполнения работ.

На сегодняшний день основной проблемой лазерного сканирования в подземных условиях является отсутствие научно-методического и нормативного обоснования съёмки такого специфичного для лазерного сканера, как внутреннего пространства подземных горных выработок [4].

Однако, НИ ИрГТУ предложена методика [5] лазерного сканирования в подземных условиях. Особенность методики заключается в том, что пространственная информация собирается автоматизированным способом. По данным сканирования строится подробная объёмная модель выработки (рис. 4).

Разработанная методика НИ ИрГТУ позволяет получить высокую точность трёхмерной модели, производить достоверную оценку деформаций крепи горных выработок, конкретность фотограмметрии, а также высокую информативность и производительность методов дистанционного зондирования. Благодаря высокой точности обеспечивается надёжность фиксирования всех геометрических деформаций, обнаружение образования заколов, вдавливания почвы и боков выработки, смещение коммуникаций и рельсовых путей и т.д.

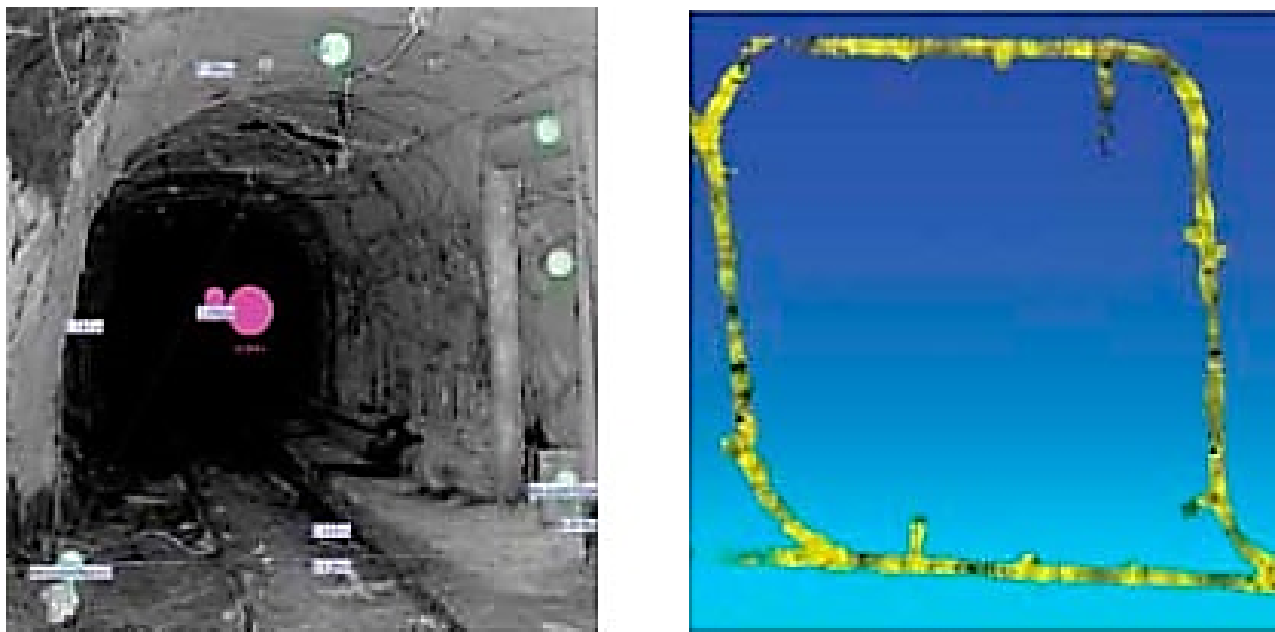


Рисунок 4 – Данные сканирование по методике НИ ИрГТУ

**Вывод.** Использование лазерных установок и их применение в подземных условиях намного упростит изучение проявлений горного давления, повысит эффективность и автоматизацию измерений, даст возможность более точно предупреждать о микротрещинах, прогнозировать внезапные вывалы, обрушения кровли, поднятия почвы и т.д.

#### Библиографический список

1. **Ямщиков, В. С.** Методы и средства исследования и контроля горных пород и процессов / В. С. Ямщиков. – М.: «Недра», 1982. – 296 с.
2. **Дементьев, В. Е.** Современная геодезическая техника и ее применение : учебное пособие для вузов / В. Е. Дементьев. – Изд. 2-е. – М.: Академический Проект, 2008. – 591 с.
3. **Шевченко, Е. Н.** Наземная лазерная сканирующая система Riegl LMS-Z420i – новейший метод дистанционного зондирования / Е. Н. Шевченко, В. Ф. Кучук., Н. А. Дуброва // Наукові праці УкрНДМІ. – 2008. – № 2. – С. 125-131.
4. **Козырев, А. А.** Мониторинг состояния подземных горных выработок по данным лазерного сканирования / А. А. Козырев, В. В. Тимофеев, К. Н. Константинов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № 2. – С. 134-140.
5. Лазерное сканирование [Электронный ресурс]: Официальный сайт Научно-производственной компании «БАЙГЕО» при НИ ИрГТУ (Национального Исследовательского Иркутского Государственного Технического Университета)– Режим доступа : <http://baigeo.ru/new/lazernoe-skanirovanie>– Загл. с экрана. – 14.05.2018.



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Агарков А.В., Симонов А.М., Карнаух Н.В., Мавроди А.В., Захлебин В.В.</i> Поддержание подготовительных выработок в условиях шахты имени Челюскинцев .....	4
<i>Бабак Б.Н. (научный руководитель Касьян Н.Н.)</i> Совершенствование конструкции сооружения из рядовой породы, помещенной в оболочку, с целью улучшения его нагрузочно- деформационной характеристики .....	12
<i>Вережникова Е.А., Зозуля Я.Д. (научн. рук. Макеев А.Ю., Шестопалов И.Н.)</i> Методика расчета параметров комбинированной рамно-анкерной крепии .....	19
<i>Воронова И.Н. (научный руководитель Гомаль И.И.)</i> Отработка пластов опасных по горным ударам.....	30
<i>Высоцкий С.А., Дрига И.В. (научн. рук. Выговский Д.Д., Выговская Д.Д.)</i> Особые требования при технологии ликвидации вертикального ствола угольной шахты.....	36
<i>Гречко П.А. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i> Изучение проявлений горного давления с помощью лазерных сканирующих систем .....	40
<i>Гнидаш М.Е., Иващенко Д.С. (научн. рук. Соловьев Г.И., Нефедов В.Е.)</i> Особенности поддержания конвейерных штреков при различных вариантах сплошной системы разработки в условиях шахты «Коммунарская» «ПАО Шахтоуправление «Донбасс».....	45
<i>Елистратов В.А. (научный руководитель Гомаль И.И.)</i> Возможные направления использования геотермальной энергии угольных шахт .....	54
<i>Иванюгин А.А. (научный руководитель Стрельников В.И.)</i> Компьютерные технологии рецензирования проекта разработки угольного пласта .....	59
<i>Иващенко Д.С., Гнидаш М.Е. (научн. рук. Соловьев Г.И., Нефедов В.Е.)</i> Охрана подготовительных выработок глубоких шахт комбинированными опорными конструкциями .....	68
<i>Кириленко Ю.И. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i> Исследование состава пород угольных пластов Донецко-Макеевского района Донбасса .....	79

<i>Корниенко И.М., Сидяченко О.А. (научный руководитель Скаженик В.Б.)</i>	
Компьютерная анимация горных работ на угольных шахтах .....	87
<i>Кукота М.В. (научный руководитель Гомаль И.И.)</i>	
Анализ существующих методов борьбы с внезапными выбросами в условиях ОП «Шахта Холодная Балка» ГП «Макеевуголь» и в мировой практике .....	91
<i>Манухин С.В., Склепович К.З.</i>	
Исследование напряженно-деформированного состояния горных пород при анкероании почвы подготовительной выработки .....	99
<i>Нескреба Д.А., Поляков П.И.</i>	
Исследование физико-механических свойств и процессов развития нарушенности в несущих слоях горного массива .....	105
<i>Николаев И.А., Бабак Б.Н. (научн. рук. Касьян Н.Н., Дрипан П.С.)</i>	
Перспективные направления совершенствования технологии применения анкерной крепи .....	109
<i>Обедников Д.В. (научный руководитель Литвинский Г.Г.)</i>	
Разработка программы расчета на ЭВМ смещений пород в горных выработках .....	115
<i>Онокий Э. Ю. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i>	
Анализ методик оценки устойчивости пород в горных выработках .....	123
<i>Павленко Ю.В. (научн. рук. Соловьев Г.И., Голембиевский П.П.)</i>	
Особенности применения анкерной крепи для поддержания конвейерных штреков в условиях глубоких шахт Донбасса .....	130
<i>Панин Ф.А., Панин А.А. (научн. рук. Соловьев Г.И., Малышева Н.Н.)</i>	
Особенности применения комбинированных способов поддержания подготовительных выработок глубоких шахт Донбасса .....	139
<i>Палейчук Н.Н., Санин Д.А. (научный руководитель Рябичев В.Д.)</i>	
Обоснование вида переправы Керченского пролива .....	153
<i>Палейчук Н.Н., Спичак Ю.Н.</i>	
Экономические аспекты геотехнологии на шахтах Восточного Донбасса .....	157
<i>Радченко А.Г., Киселев Н.Н., Радченко А.А., Горбунов И.Э.</i>	
Выбросоопасность пологих нарушенных угольных пластов Донбасса .....	163

---

---

<i>Радченко А.Г., Киселев Н.Н., Радченко А.А., Гетманец Л.В.</i> Комплекс факторов, оказывающих влияние на формирование газодинамической активности угольных пластов, при проведении подготовительных выработок.....	170
<i>Резник А.В., Мазилин А.В. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i> Анализ химических растворов, применяемых при упрочнении пород.....	187
<i>Резник А.В., Мазилин А.В. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i> Временная набрызгбетонная крепь основных выработок, сооружаемых буровзрывным способом.....	191
<i>Сивоконь М.А., Бабак Б.Н. (научн. рук. Выговская Д.Д., Выговский Д.Д.)</i> Определение комплекса социально-экономической информации при проектировании технологической схемы угольной шахты .....	193
<i>Степаненко Д.Ю. (научный руководитель Дрипан П.С.)</i> Обоснование и выбор мероприятий по предотвращению газодинамических явлений при проведении участковых пластовых выработок в условиях пласта h <sub>6</sub> ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «ДУЭК».....	196
<i>Терлецкий Ю.Н., (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i> О возможности переработки углей Донецкого бассейна в синтетическое жидкое топливо .....	200
<i>Холод А.Н. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> Анализ существующих технологических схем ремонта горных выработок .....	207
<i>Чулаков К.П. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> О повышении устойчивости выработок в условиях НШУ «Яреганефть» ООО «Лукойл-Коми» .....	216
<i>Якубовский С.С. (научный руководитель Дрипан П.С.)</i> Обоснование и выбор способа охраны магистральных выработок при разработке запасов уклонного поля пласта h <sub>10<sup>B</sup></sub> ОП «Шахта им. С.М. Кирова» ГП «Макеевуголь» .....	219

Сборник научных трудов кафедры разработки месторождений  
полезных ископаемых ГОУВПО «ДОННТУ»

# Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых

## № 4 (2018)

Статьи в сборнике представлены в редакции авторов