

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 622.016+519.86

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОТЕХНОЛОГИИ НА ШАХТАХ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

Палейчук Н.Н., Спичак Ю.Н.\*

*Рассмотрены варианты потенциального стратегического технико-экономического развития угледобывающей отрасли. Приведены основные типы экономических моделей предприятий при нисходящем и восходящем порядках отработки запасов шахтных полей. Выполнен анализ направлений повышения эффективности функционирования угольной отрасли.*

**Ключевые слова:** угольные запасы, потребление, добыча, конкурентоспособность, себестоимость, экономическая эффективность.

**Актуальность.** В последнее время угольная отрасль переживает не лучшие времена. Сокращается количество шахт, а многие действующие предприятия находятся на пороге рентабельности. Привлечение инвестиций несколько повысило экономическую стабильность шахт, однако доля частных и корпоративных инвесторов сокращается в связи с туманными перспективами самой технологии отработки угольных запасов при переходе шахт рубежа глубины 1000 м. В связи с вышеизложенным является актуальным аналитическое исследование экономических аспектов существующей и перспективной геотехнологии в условиях шахт восточного Донбасса.

Общие запасы угля на планете оцениваются в 860 млрд. тонн. По прогнозам человечеству хватит их на 200 лет. Это солидный срок, учитывая, что запасы нефти и газа должны истощиться гораздо раньше. Как следует из [1], динамика потребления угля в мире увеличивается и к 2030 году составит более четырех миллиардов тонн в год. А основным драйвером этого роста, согласно прогнозам, выступит Азиатско-Тихоокеанский регион.

Добыча угля в России также будет увеличиваться. Для России угледобыча является одной из важных составляющих экономики, так как кроме обеспечения внутренних потребностей, уголь является стратегически важным экспортным сырьем. По данным энергетической стратегии до 2040 года, Россия располагает существенными ресурсами угля, значитель-

---

\* Палейчук Н.Н. – к.т.н., доц. каф.ОТ  
Спичак Ю.Н. – д.т.н., проф. каф.ГД  
(ДонГТУ, г. Алчевск, АФГТ ЛНУ им. В.Даля, г. Антрацит)  
[paleynik@live.com](mailto:paleynik@live.com)

ная часть ресурса приходится на Сибирь (64 %) и Дальний Восток (30 %). Около половины добытого угля в России идет на экспорт, в январе-декабре 2016 года было добыто 357,33 млн. тонн угля (что на 1,5 % больше по сравнению с 2015 годом), экспорт российского угля в 2016 году составил 149,329 млн. тонн (что на 8,3 % больше по сравнению с показателем 2015 года).

Одним из главных экономических показателей эффективности работы предприятия является себестоимость продукции – удельная стоимость или затраты отнесенные на единицу выпускаемой продукции. Этапы и последовательность формирования полной себестоимости 1 т угля на шахте представлены на рис. 1.

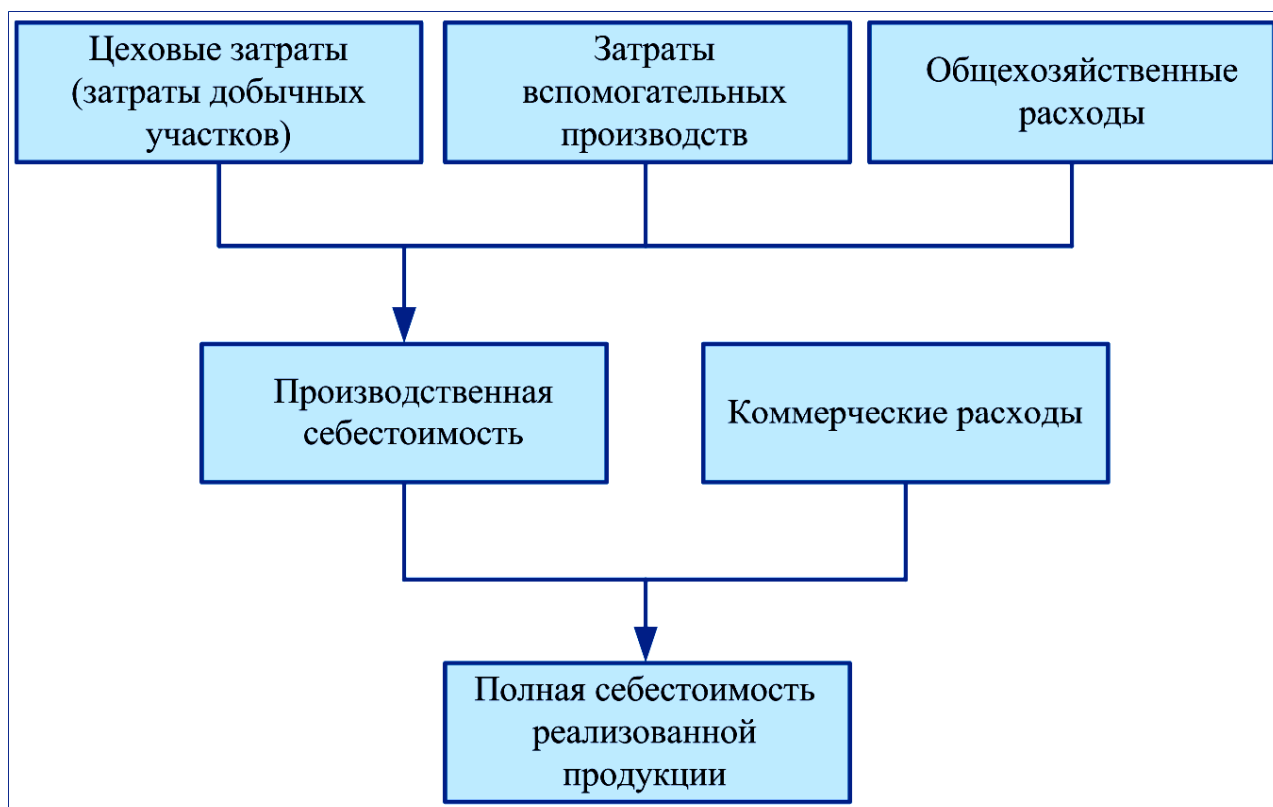


Рисунок 1 – Формирование полной себестоимости угля

Рассматривая вопрос конкурентоспособности и экономической эффективности угледобычи в восточном Донбассе следует остановиться на некоторых моментах: во-первых – объективные рыночные и формажорные факторы, такие, как военные действия, экономическая блокада и скачки спроса на высокометаморфизованные антрациты обнажили многие проблемы угольной отрасли, накапливавшиеся годами, а именно – доставшиеся от советской эпохи модели финансирования, менеджмента и развития предприятий и отрасли в целом являются слишком инертными в

условиях рыночной экономики и слабо адаптируются под изменяющиеся условия; во-вторых, для Донбасса уголь – преобладающий невозобновляемый ресурс, что требует особого подхода к его разработке и применению; в-третьих – в современных условиях развития альтернативных источников энергии применение угля только в качестве топлива экономически не оправдано. Кроме того практически все шахты Донбасса работают в нисходящем порядке отработки запасов, что обуславливает тенденцию роста удельных условно-постоянных затрат на добычу 1 т, что описывается кривой  $C(t)$  на рис. 2.

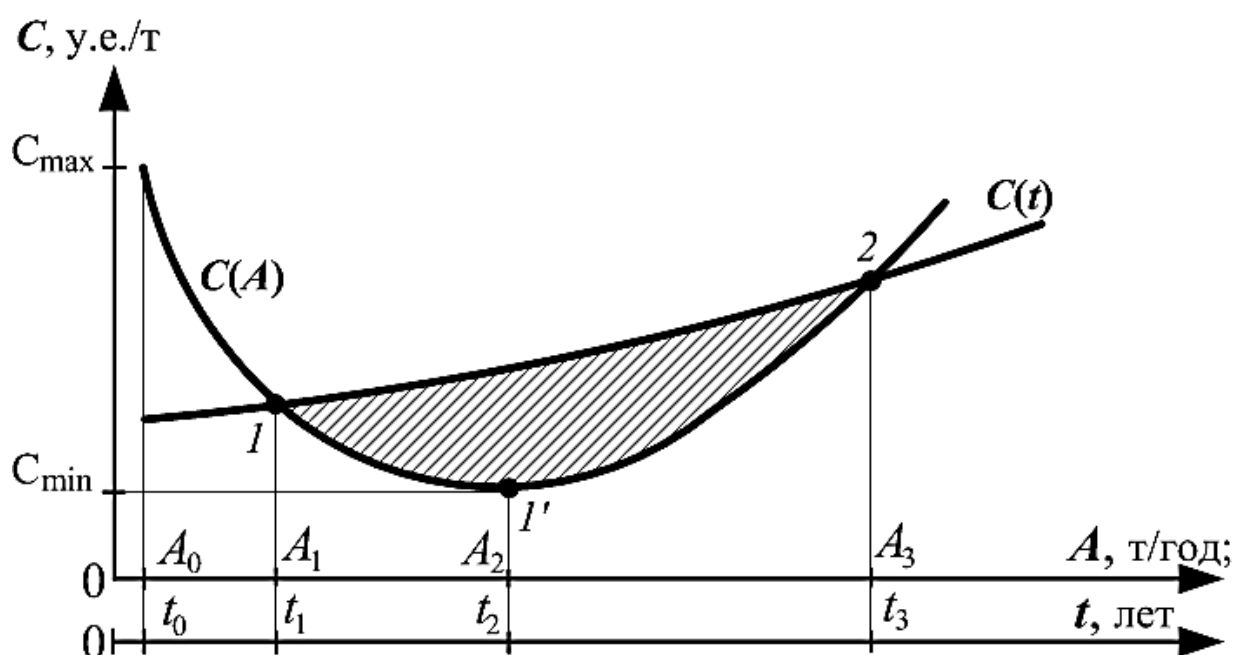


Рисунок 2 – Изменение затрат на добычу угля при нисходящем порядке отработке запасов

При отсутствии инновационных подходов к разработке месторождения, граница экономически целесообразной работы шахты определяется 2-й точкой безубыточности производства. 1-й точкой безубыточности традиционно является время выхода на плановую производственную мощность шахты  $A_1$ . Самые низкие затраты будут при оптимальной производственной мощности  $A_2$ , при которой себестоимость 1 т угля будет минимальной. При увеличении добычи сверх этого значения или при длительной работе шахты в соответствующем режиме, удельные затраты начнут возрастать до предела экономической целесообразности.

Одним из перспективных направлений для новых шахт является обратный (восходящий) порядок отработки запасов – от нижней к верхней

техническим границам. В этом случае область экономически целесообразного производства увеличивается при снижении удельных условно-постоянных затрат, что отображено на рис.3.

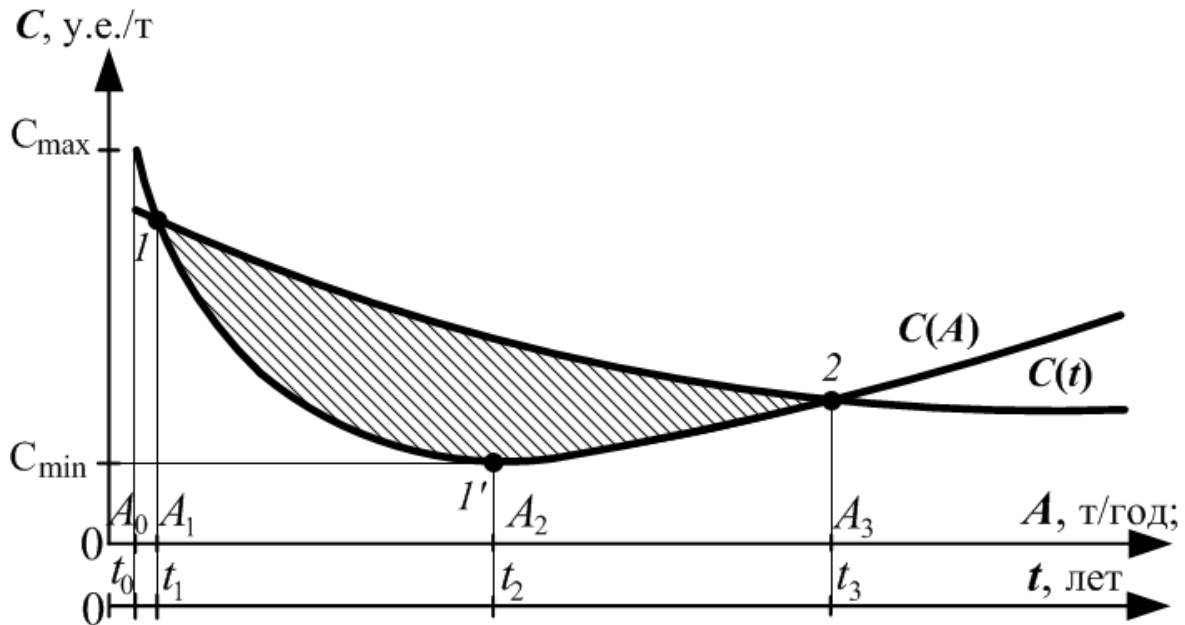


Рисунок 3 – Изменение затрат на добычу угля при восходящем (обратном) порядке отработке запасов

Область экономически эффективного производства для зависимостей рис. 2 и 3 описывается выражением

$$E = \int_{x_1}^{x_2} (f_1(x) - f_2(x)) dx; \quad (1)$$

где  $E$  – область экономически эффективного производства;  $x_1$  и  $x_2$  – соответственно время освоения производственной мощности и время/производственная мощность шахты при достижении второй точки безубыточности производства;  $f_1(x)$  – функция, аппроксимирующая условно-переменные затраты  $C(t)$ ;  $f_2(x)$  – функция, аппроксимирующая удельные условно-постоянные затраты  $C(A)$ .

Область экономически эффективного производства при восходящем порядке отработки запасов одной и той же шахты более чем на 20 % превышает данный параметр при отработке от верхней к нижней технической границе шахтного поля. Данный факт являлся не последним аргументом в

пользу соответствующей технологии реализуемой на многих предприятиях за рубежом [2].

Одним из направлений эффективного использования угля является производство на его основе продуктов высокого спроса, стоимость которых в 20 – 25 раз выше стоимости самого угля. Уголь является началом цепочки по формированию продукции с высокой добавленной стоимостью. Например, из 1 тонны антрацита, стоимость которого около 3 – 4 тыс. руб., можно получить 1 тонну углеродного сорбента, стоимость которого может достигать 3 млн. руб. [2].

На рис. 4 представлены варианты эффективного использования недр, реализация которых позволит существенно повысить область экономической эффективности и практической целесообразности.



Рисунок 4 – Основные направления комплексного освоения недр

Поскольку к ресурсам месторождения при его разработке относится не только уголь, следует оценить потенциал использования недр в других направлениях, таких как попутная добыча газа, производство строительных материалов, добыча редкоземельных элементов, использование подземных вод, использование добытых пород как стройматериалы, медицина, использование подземных пустот, фармакология, использование угля в качестве фильтрующего агента и др.

Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы:



1. Себестоимость угля при нисходящем порядке отработки запасов будет возрастать в связи с увеличением постоянных и удельных переменных затрат.

2. Потенциал использования угля позволит выводить его на новые рынки, что приведет к формированию экономической деятельности, в которой ископаемый уголь будет являться началом цепочки по формированию продукции с высокой добавленной стоимостью.

### Библиографический список

1. Развитие угольной промышленности в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://doloni.ru/ugolnaya\\_promyshlennost\\_rossii.html#h2\\_3](http://doloni.ru/ugolnaya_promyshlennost_rossii.html#h2_3).

2. **Каплунов, Д. Р.** Развитие теории проектирования комплексного освоения недр при разработке рудных месторождений [Текст] / Д. Р. Каплунов // Горный журнал. – №5, 2005. – С12-15.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <i>Агарков А.В., Симонов А.М., Карнаух Н.В., Мавроди А.В., Захлебин В.В.</i><br>Поддержание подготовительных выработок в условиях шахты<br>имени Челюскинцев .....   | 4  |
| <i>Бабак Б.Н. (научный руководитель Касьян Н.Н.)</i><br>Совершенствование конструкции сооружения из рядовой породы,<br>помещенной в оболочку, с целью улучшения его нагрузочно-<br>деформационной характеристики .....                                   | 12 |
| <i>Вережникова Е.А., Зозуля Я.Д. (научн. рук. Макеев А.Ю., Шестопалов И.Н.)</i><br>Методика расчета параметров комбинированной рамно-анкерной<br>крепии .....  | 19 |
| <i>Воронова И.Н. (научный руководитель Гомаль И.И.)</i><br>Отработка пластов опасных по горным ударам.....   | 30 |
| <i>Высоцкий С.А., Дрига И.В. (научн. рук. Выговский Д.Д., Выговская Д.Д.)</i><br>Особые требования при технологии ликвидации вертикального<br>ствола угольной шахты.....   | 36 |
| <i>Гречко П.А. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i><br>Изучение проявлений горного давления с помощью лазерных<br>сканирующих систем .....   | 40 |
| <i>Гнидаш М.Е., Иващенко Д.С. (научн. рук. Соловьев Г.И., Нефедов В.Е.)</i><br>Особенности поддержания конвейерных штреков при различных<br>вариантах сплошной системы разработки в условиях шахты<br>«Коммунарская» «ПАО Шахтоуправление «Донбасс»..... | 45 |
| <i>Елистратов В.А. (научный руководитель Гомаль И.И.)</i><br>Возможные направления использования геотермальной энергии<br>угольных шахт .....  | 54 |
| <i>Иванюгин А.А. (научный руководитель Стрельников В.И.)</i><br>Компьютерные технологии рецензирования проекта разработки<br>угольного пласта .....  | 59 |
| <i>Иващенко Д.С., Гнидаш М.Е. (научн. рук. Соловьев Г.И., Нефедов В.Е.)</i><br>Охрана подготовительных выработок глубоких шахт<br>комбинированными опорными конструкциями .....  | 68 |
| <i>Кириленко Ю.И. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i><br>Исследование состава пород угольных пластов Донецко-Макеевского<br>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<br>в условиях ОП «Шахта Холодная Балка» ГП «Макеевуголь» и в<br>мировой практике ..... | 91  |
| <i>Манухин С.В., Склепович К.З.</i>  |     |
| Исследование напряженно-деформированного состояния горных<br>пород при анкероании почвы подготовительной выработки .....                         | 99  |
| <i>Нескреба Д.А., Поляков П.И.</i>   |     |
| Исследование физико-механических свойств и процессов развития<br>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<br>применения анкерной крепи .....  | 109 |
| <i>Обедников Д.В. (научный руководитель Литвинский Г.Г.)</i>   |     |
| Разработка программы расчета на ЭВМ смещений пород в горных<br>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<br>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<br>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<br>Донбасса .....   | 157 |
| <i>Радченко А.Г., Киселев Н.Н., Радченко А.А., Горбунов И.Э.</i>   |     |
| Выбросоопасность пологих нарушенных угольных пластов<br>Донбасса .....   | 163 |

- Радченко А.Г., Киселев Н.Н., Радченко А.А., Гетманец Л.В.*  
Комплекс факторов, оказывающих влияние на формирование газодинамической активности угольных пластов, при проведении подготовительных выработок ..... 170
- Резник А.В., Мазилин А.В. (научный руководитель Петренко Ю.А.)*  
Анализ химических растворов, применяемых при упрочнении пород..... 187
- Резник А.В., Мазилин А.В. (научный руководитель Петренко Ю.А.)*  
Временная набрызгбетонная крепь основных выработок, сооружаемых буровзрывным способом..... 191
- Сивоконь М.А., Бабак Б.Н. (научн. рук. Выговская Д.Д., Выговский Д.Д.)*  
Определение комплекса социально-экономической информации при проектировании технологической схемы угольной шахты ..... 193
- Степаненко Д.Ю. (научный руководитель Дрипан П.С.)*  
Обоснование и выбор мероприятий по предотвращению газодинамических явлений при проведении участковых пластовых выработок в условиях пласта  $h_6$  ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «ДУЭК» ..... 196
- Терлецкий Ю.Н., (научный руководитель Касьяненко А.Л.)*  
О возможности переработки углей Донецкого бассейна в синтетическое жидкое топливо ..... 200
- Холод А.Н. (научный руководитель Новиков А.О.)*  
Анализ существующих технологических схем ремонта горных выработок ..... 207
- Чулаков К.П. (научный руководитель Новиков А.О.)*  
О повышении устойчивости выработок в условиях НШУ «Яреганефть» ООО «Лукойл-Коми» ..... 216
- Якубовский С.С. (научный руководитель Дрипан П.С.)*  
Обоснование и выбор способа охраны магистральных выработок при разработке запасов уклонного поля пласта  $h_{10}^B$  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