

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, WWW: <http://krmpi.gf.donntu.org>

УДК 622.268.6

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ ПРОЕКТА РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

Иванюгин А.А., Стрельников В.И.*

Описана компьютерная технология исследования качества проекта разработки ступени шахтного поля и последовательность действий по улучшению показателей проекта

Технология разработки угольного пласта – это сложная технологическая система и как любая сложная система она представлена отдельными блоками, узлами, модулями. Если из взаимозаменяемых модулей собрать нужные узлы, а из узлов собрать блоки, то можно синтезировать сложную систему.

В данном случае (ступень шахтного поля конкретного пласта) система представлена блоками – выемочный участок и подготавливающие выработки. Выемочный участок представлен узлами – лава, сопряжения лавы с участковыми выработками. Узлы сопряжения лавы и участковых выработок могут быть представлены модулями, качество которых определяется:

- временем проведения выработки и лавы;
- сохранением выработки за лавой;
- направлением воздушного потока вдоль выработки;
- направлением угольного потока вдоль выработки.

Анализ существующих технологических схем выемочного участка показал, что каждый узел сопряжения лавы с участковыми выработками может быть представлен восемью взаимозаменяемыми модулями. На рисунке 1 показана матрица технически возможных сочетаний модулей сопряжения лавы с участковыми выработками.

Как видно, таких сочетаний, которые характеризуют систему разработки выемочного участка, 32, а если учесть, что примыкание вентиляционного штрека к отработанному участку может иметь 4 варианта, то всего вариантов технологической схемы выемочного участка может быть 128.

На кафедре РМПИ разработана компьютерная экономико-математическая модель удельных затрат по добыче угля *sisein.xls*, и ее сокращенный вариант *sisein-lab.xls*. В данной работе описана программа *sisein-lab.xls*, позволяющая рецензировать предлагаемый проект технологии разработки уклонной ступени пласта, представленный одним из 128 вариантов технологической схемы.

* **Иванюгин А.А.** – студент группы РПМ13а

Стрельников В.И. – к.т.н., проф. (научный руководитель)

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

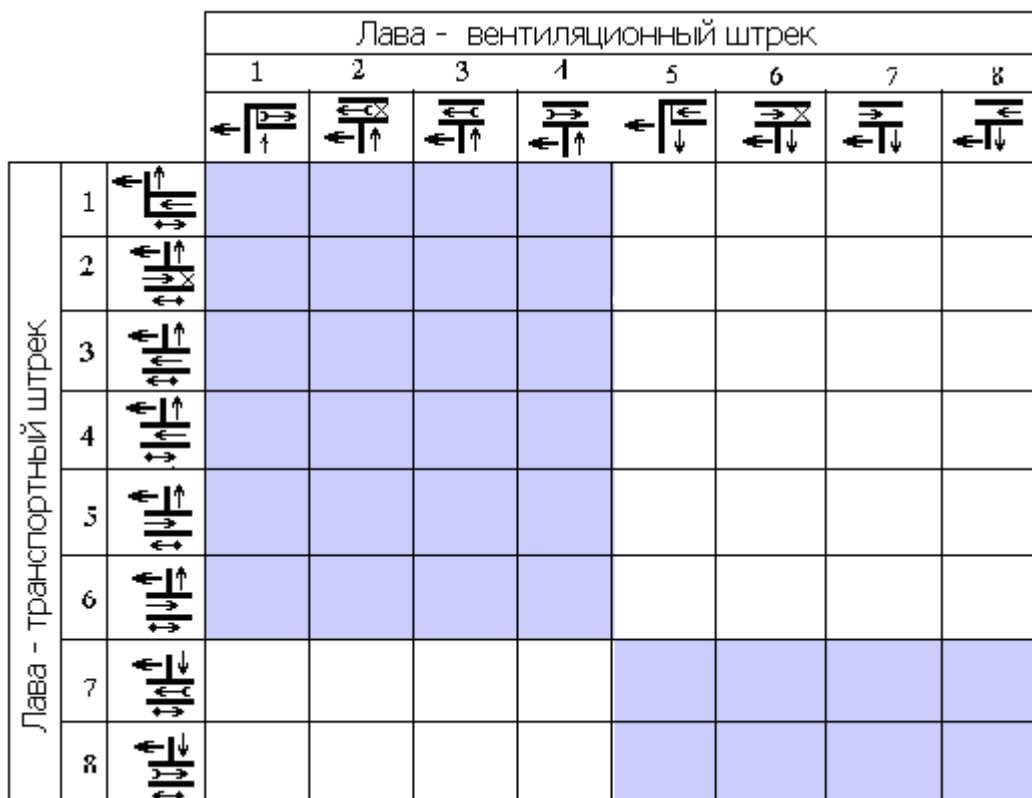


Рисунок 1 – Матрица сочетаний узлов сопряжения лавы с участковыми штреками

И так, предположим, на рецензию представлен проект разработки выемочной ступени. Обязательно иметь исходные горно-геологические и технические условия проекта (таб. 1) и план горных выработок по проекту (рис. 2).

Таблица 1 – Исходные данные к проекту

№	Условие
1	Размер шахтного поля по простиранию, м
2	Размер выемочной ступени, м
3	Мощность пласта, м
4	Угол падения пласта, град
5	Средняя глубина уклонной ступени шахтного поля, м
6	Суточная нагрузка на пласт, т/сутки
7	Средний для участковых выработок коэф. крепости пород по М.М. Протодяконову
8	Прочность пород кровли, МПа
9	Природная метаноносность пласта в лаве-аналоге, м ³ /т с.б.м.
10	Фактическое относительное метановыделение в лаву-аналог из выемочного пространства, м ³ /т.с.д
11	Нагрузка на лаву, при которой определено газовыделение, т/сут
12	Принятый в проекте вариант системы разработки

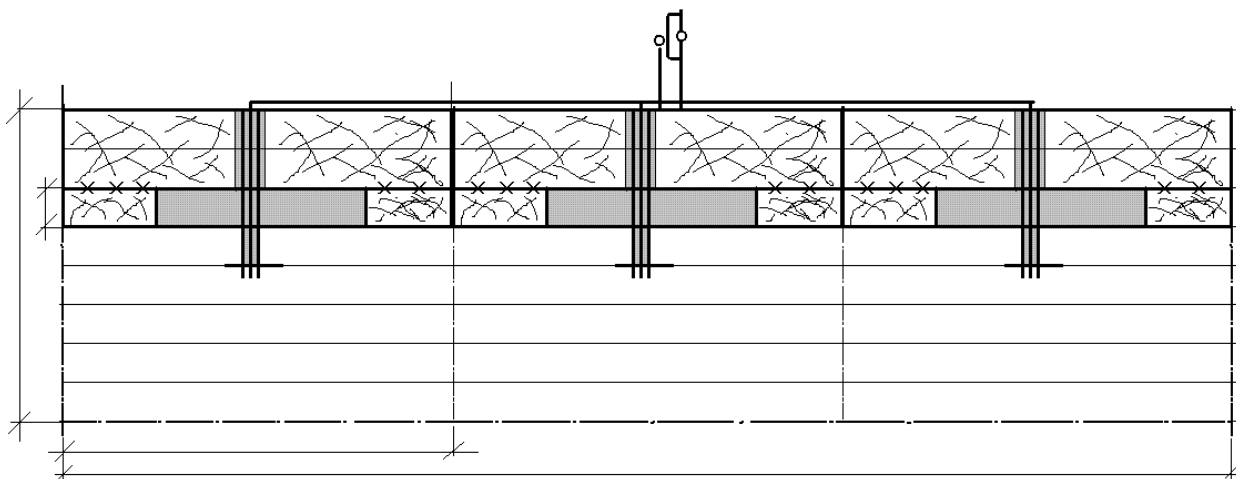


Рисунок 2 – План горных выработок в уклонной ступени по проекту

Представляются технические параметры рецензируемого проекта (таб. 2, первая колонка).

Рецензирование проекта должен выполнять специалист, в достаточной мере владеющий знаниями относительно систем разработки, способов подготовки шахтного поля, другими знаниями о технологии добычи угля. В этой связи программа предусматривает предварительное тестирование владения этими материалами.

Пользователю программой представляется схемы выработок нескольких вариантов системы разработки (рис. 3) и предлагается верно ответить на ряд вопросов:

- в каких зонах поддержания находятся штреки в разных вариантах;
- в каких вариантах нагрузка на лаву большая;
- в каких вариантах внутрилавные затраты наибольшие;
- в каких вариантах затраты на транспорт по уклону наименьший и др.

Всего предлагается ответить на 20 вопросов.

Если ответы были не верны – программа предлагает более внимательно изучить отдельные вопросы технологии.

Если на все 20 вопросов в программу введены верные ответы, пользователь программы должен внести в нее исходные данные. Прежде всего – это идентификация проектного варианта системы разработки. Пользователь программы должен ответить на вопросы, которые относятся непосредственно к проектному варианту системы разработки. А именно – подробно описать характеристику модулей сопряжения лавы с подготовительными выработками (рис. 1), при этом он использует графические образы выработок (рис. 4) на стадии подготовки выемочного участка, на стадии его эксплуатации, на стадии повторного использования выработки.

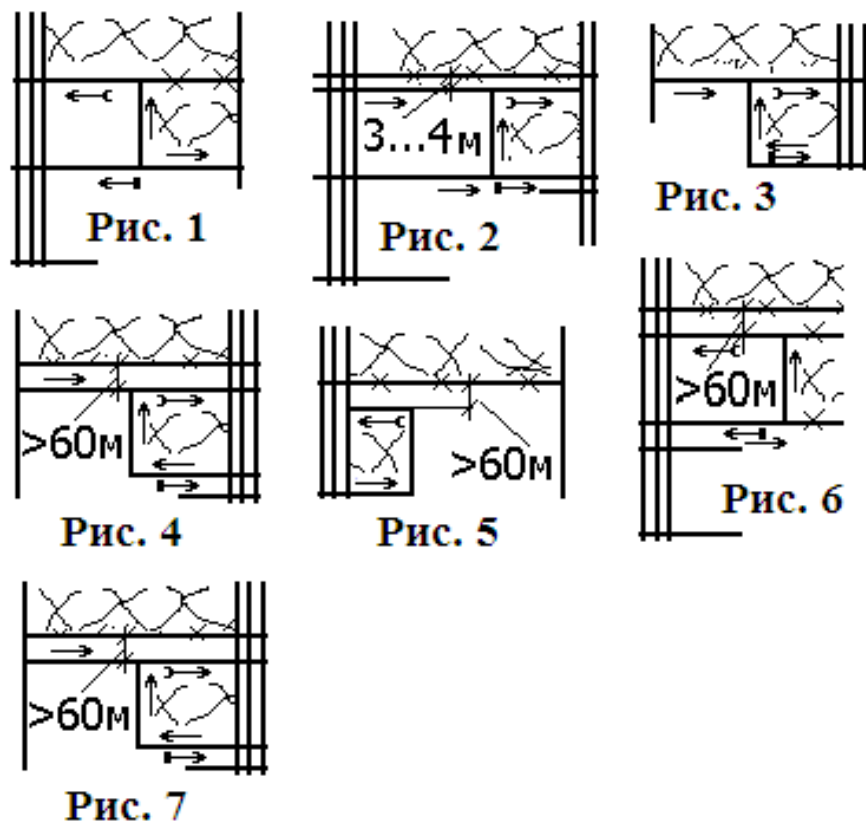


Рисунок 3 – Варианты систем разработки, которые пользователь программы обязан правильно описать

Образы горной выработки

1	9	18
6	12	19
7	13	24
8	14	25
		26

Рисунок 4 – Образы горной выработки на разных стадиях ее существования

Если вариант системы разработки описан пользователем в точном соответствии с проектным вариантом, программа позволяет пользователю ввод данных проекта.

Программа реализует вычисление удельных затрат на добычу угля в пределах выемочной ступени в следующей последовательности:

1. Вычисляется допустимая нагрузка на лаву по условиям выемочной техники, вентиляции и нормативов нагрузки. Принимается меньшее значение.

2. При вычисленной нагрузке на лаву вычисляется скорость продвижения лавы.

3. Исходя из заданной нагрузки на пласт вычисляется количество лав, панелей и т.д.

4. Проводится вычисления затрат на проведение подготовительных и подготавливающих выработок, затрат на сооружение средств охраны участков выработок, внутрилавных затрат.

5. Проводится вычисления затрат на поддержание участков и подготавливающих выработок, затрат на транспорт угля и вспомогательный транспорт по участковым и подготавливающим выработкам.

6. Вычисляются удельные затраты по видам работ и в целом по пласту.

Результаты вычислений затрат и параметры проекта помещаются в таблице (таб. 2, средняя колонка).

Далее следует процесс внесения изменений в принятые проектные решения, анализ результатов и принятие решения.

Таблица 2 – Параметры проекта и результаты рецензирования

Параметры технологии	Принято в проекте	Рекомендовано рецензентом
Способ подготовки ступени		
Количество очистных забоев по пласту		
Количество панелей в работе		
Размер крыла панели по проекту, м		
Суточная нагрузка на лаву, т		
Технология проведения наклонных выработок		
Технология проведения участков выработок		
Способ подрывки почвы при ремонте		
Принятая глубина подрывки почвы при ремонте, мм		

Параметры технологии	Принято в проекте	Рекомендовано рецензентом
Вид затяжки в выработках		
Податливость крепи участковой транспортной выработки, мм		
Податливость крепи участковой вентиляционной выработки, мм		
Способ охраны наклонных выработок при панельной подготовке		
Способ охраны пластовых магистральных штреков		
Способ охраны вентиляционной выработки в 3-й зоне поддержания		
Способ охраны транспортной выработки в 3-й зоне поддержания		
Вид транспорта угля по магистральным выработкам		
Вид транспорта угля по участковой выработке при панельной подготовке		
Вспомогательный участковый транспорт при панельной подготовке		
Вспомогательный участковый транспорт при погоризонтной подготовке		
Размер крыла панели при панельной подготовке, м		
Длина лавы по проекту, м		
Применяется ли в проекте дегазация пласта		
Применяется ли дегазация выработанного пространства		
Глубина дегазации пласта, доля единицы		
Глубина дегазации выработанного пространства, доля единицы		
Проведение подготавливающих выработок, д.е./т		
Поддержание подготавливающих выработок, д.е./т		
Транспорт и водоотлив по подготавливающим выработкам, д.е./т		
Проведение участковых выработок, д.е./т		
Поддержание участковых выработок, д.е./т		

Параметры технологии	Принято в проекте	Рекомендовано рецензентом
Сооружение средств охраны участковых выработок, д.е./т		
Участковый транспорт, д.е./т		
Очистные работы, д.е./т		
Всего участковые затраты, д.е./т		
Всего затраты за пределами участка, д.е./т		
Общие затраты в пределах выемочной ступени, д.е./т		

Проверка правильности принятого проектного решения выполняется в следующей последовательности:

1. Прежде всего, следует проверить, какой из факторов был ограничивающим нагрузку на лаву. Если это фактор механизации очистных работ – следует рассмотреть возможность применения другого комбайна. Если нагрузка на лаву ограничена возможностями проветривания и проектом не предусматривалась дегазация пласта или пород – следует рассмотреть возможность применения дегазации. При этом рецензент должен помнить, что при газовыделении из пласта или вмещающих пород менее $10 \text{ м}^3/\text{т}$, то применение дегазации может оказаться экономически не эффективным.

2. Если угол падения пласта менее 10° , возможно применение как панельной, так и погоризонтной подготовки. Рецензенту следует проверить эффективность одного из этих способов подготовки.

3. Далее рецензент должен последовательно проверить целесообразность принятых решений по способу проведения выработок, по виду вспомогательного транспорта, по виду способов охраны выработок и др. В данном случае возможны варианты:

- решений может быть только два (например – способ проведения выработки);

- вариантов решений несколько, но все они только качественные (например – способ охраны выработки в третьей зоне поддержания);

- вариантов решения может быть несколько и фактор может принимать количественное значение в определенном диапазоне (например – податливость крепи участковой выработки).

4. В первом из рассмотренных случаев необходимо ввести в программу то или иное значение фактора и принять то значение, при котором величина удельных затрат меньшая. Во втором случае в программу поочередно вводится индекс варианта и составляется таблица со столбцами – «значение фактора» – «удельные затраты». В листе программы преду-

смотрено место для выполнения таблицы и построения гистограммы. По данным таблицы строится гистограмма, принимается наивыгоднейшее значение и оно вводится в программу. В листе программы предусмотрено место для выполнения таблицы и построения гистограммы.

Как пример ниже показана гистограмма способа охраны участковой транспортной выработки.

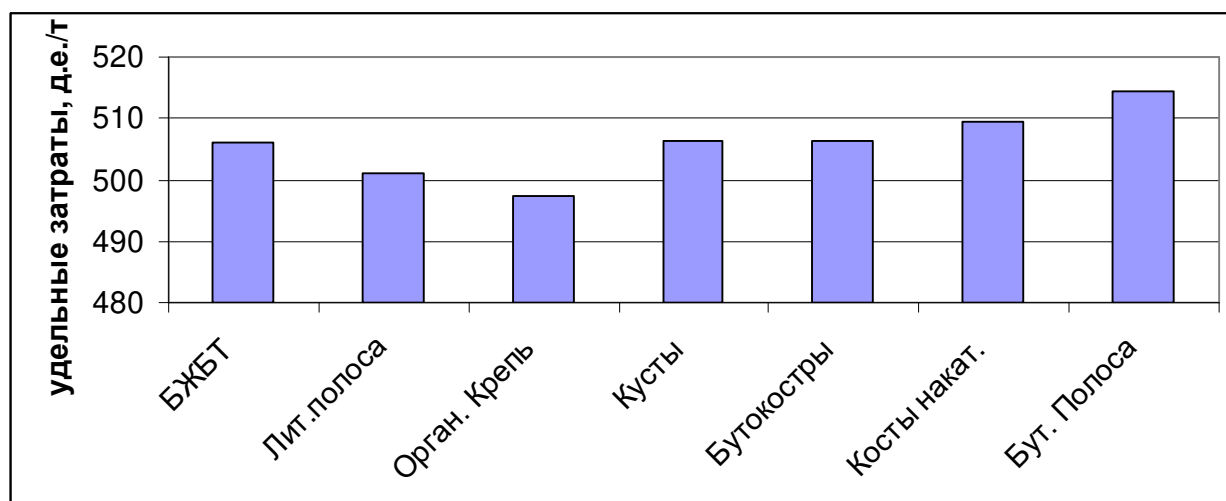


Рисунок 5 – Гистограмма удельных затрат при различных способах охраны выработки

В третьем случае – величина параметра изменяется непрерывно в определенном диапазоне. В этом случае последовательно задается величина параметра и считывается значение удельных затрат, составляется таблица «значение фактора» – «удельные затраты».

По данным этой таблицы строится график, по которому находится наивыгоднейшее значение. Как пример ниже показан график зависимости удельных затрат от размера крыла панели.

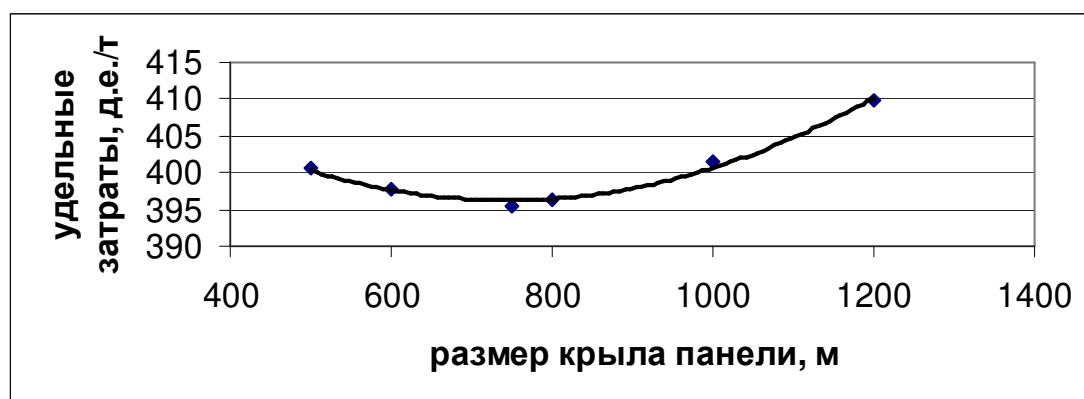


Рисунок 6 – График зависимости удельных затрат от размера крыла панели

5. После рассмотрения описанным способом всех параметров проекта, введения в программу «наивыгоднейших» значений программа выдает таблицу как принятых параметров, так и величины удельных затрат (колонка 3 в таблице 2).

Выводы

1. Любой проект технологии работ подлежит рецензированию с точки зрения его экономической эффективности.
2. Рецензирование проекта сложной технологической системы, которой является технология разработки пласта, требует многочисленных и сложных вычислений.
3. Экономико-математическая модель *sisein-lab.xls* позволяет в существенно сокращенный период времени провести проверку эффективности принятых в проекте технологических решений для любого из 128 вариантов технологической схемы разработки пологого пласта.

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_6 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_{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