

УДК 622.272

Н.Н. Касьян (д-р техн. наук)  
С.Г. Негрей (канд. техн. наук)  
В.Н. Мокриенко (асп.)  
А.Л. Касьяненко (асп.)

Донецкий национальный технический университет, Донецк

## НОВЫЙ ПОДХОД К МЕТОДИКЕ ВЫБОРА СПОСОБОВ ОХРАНЫ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

Разработан общий подход к методике выбора, усовершенствования существующих или разработке новых способов и средств охраны горных выработок. Предложен алгоритм выбора способа и средств охраны горных выработок для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий.

**Ключевые слова:** терминология, горная выработка, способ охраны, средство охраны, алгоритм, блок-схема, методика выбора.

**Актуальность.** В любом направлении науки, в том числе, и горном деле основной пониманием специалистов является единство терминологии. Терминология – одна из главных составляющих научной речи, воплощающая такое качество научного стиля, как точность. За последние 20 лет в горном деле проведено большое количество исследований, направленных на разработку и усовершенствование различных технологий, но однако оставлен без внимания вопрос развития и обобщения терминов. В связи с этим, большим объемом научных наработок и разноликостью терминов, в том числе, в области поддержания и охраны горных выработок требуется их некоторое обобщение и систематизация. Поэтому в данной работе ставится *две цели:*

1. анализ и обобщение трактовки терминологических понятий, связанных с охраной горных выработок;
2. разработка алгоритма выбора способов охраны и средств их реализации с учетом уточненной терминологии.

**Основная часть.** В 1972 г. в «Указаниях по терминологии горного давления» ВНИМИ [1], было дано определение: *охрана выработки* – «совокупность технических мероприятий, направленных на повышение устойчивости выработки». В том же году в ИГД им. А.А. Скочинского была разработана «Методика выбора способов охраны...» [2], где в качестве основного понятия использовалось «*безремонтное содержание выработки*», а мероприятия, обеспечивающие это содержание, являлись определением термина «*охрана выработки*».

В монографии под редакцией проф. А.А. Борисова [3], изданной также в 1972 году, *поддержание горных выработок* рассматривалось, как «сохранение размеров их поперечного сечения и целостности крепи», а *способы охраны* – как меры для уменьшения вредного влияния очистных работ при поддержании выработок в зоне опорного давления.

Аналогичная трактовка *охраны горных выработок*, как комплекса мероприятий для защиты выработок от вредного влияния очистных работ, встречается во многих монографиях и нормативных документах, изданных в разное время.

Проф. К.В. Кошелевым [4] термин «*охрана горной выработки*» интерпретируется как «дополнительные мероприятия, направленные на улучшение геомеханического состояния породного массива, вмещающего выработку или их систему». Эти мероприятия могут выполняться до, в процессе или после проведения горной выработки.

В «Инструкции...» [5] для крутых пластов *охрана и поддержание* выемочных выработок рассматриваются совместно как «комплекс горнотехнических и технологических мероприятий, обеспечивающих сохранность выработок в соответствии с требованиями Правил безопасности, и выполняемых на различных этапах развития горных работ».

По мнению В.А. Канина [6], *охрана горной выработки* – система технических мероприятий для поддержания выработки в зоне влияния очистных работ.

Согласно определению в горной энциклопедии [7], *охрана горных выработок* – комплекс технических мероприятий, направленный на сохранность выработок в эксплуатационном состоянии.

По терминологии проф. К.В. Кошелева [4], *эксплуатационное состояние выработки* – рабочее состояние, обеспечивающее выполнение выработкой своих функций (назначения) в течение срока службы, при строгом соблюдении требований Правил безопасности.

В соответствии с терминологией, принятой в Горном Законе Украины [8], *охрана горных выработок* – мероприятия, которые применяются для предотвращения деформаций горных выработок.

В нормативном документе [9], если переводить с украинского, даны следующие определения:

– *охрана выработок* – технология проведения и мероприятия по обеспечению устойчивости горных выработок;

– *способ охраны* – оптимальное по фактору горного давления расположение горных выработок в шахте относительно очистных работ;

– *средство охраны* – искусственное сооружение со стороны очистных работ для снижения смещений пород.

Однако во всех вышеперечисленных [1-8] и прочих [10-17] источниках предлагаемые термины неполно отвечают значениями терминов «способ» и «средство». Согласно толковому словарю [18], *способ* – это действие или система действий, применяемые при исполнении какой-нибудь работы, при осуществлении чего-нибудь, а *средство* – орудие (предмет, совокупность приспособлений) для осуществления какой-нибудь деятельности.

Таким образом, под *способом охраны выработки* следует понимать действие или систему действий, направленных на обеспечение эксплуатационного состояния горных выработок (крепление выработки, возведение охранных сооружений, создание различных полостей, щелей и др.), а под *средством охраны* – совокупность приспособлений или предметов (таких как конструкция из железобетонных блоков [19], полублоков [20], шпал, пневмобаллонов, анкеров [21], деревянных стоек, породных опор с ограничивающими поверхностями [22, 23] и т.д.) которые используются для осуществления способа охраны горной выработки.

Уточненная терминология позволяет перейти к реализации второй цели поставленной в данной работе.

В настоящее время в Украине действуют несколько нормативных документов [8-12], которые регламентируют выбор способов и средств охраны горных выработок, однако не существуют общего алгоритма выбора способа и средств охраны горных выработок, который позволил бы дать оптимальный набор решений по обеспечению эксплуатационного состояния горной выработки в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях. В связи этим была разработана методика выбора способов охраны выработок и средств их реализации.

**Описание методики.** Очевидным является то, что выбор способов и средств охраны необходимо производить для конкретных горнотехнических и горно-

геологических условий с учетом возможностей предприятия. Поэтому был разработан алгоритм их поэтапного выбора, представленный в виде блок-схемы (рис. 1).

В блоке «Анализ ГТУ» производится сбор данных горнотехнических и горно-геологических условий, а также горно-статистический анализ, в том числе опыт охраны подобных выработок на предприятии или в отрасли. При этом следует учитывать, что недостаточное количество данных или их ошибочность не позволяют выбрать оптимальное решение.

После того, как были собраны необходимые данные, производится выбор способа охраны. На первом этапе выбирается место расположения выработки относительно пласта и границ выработанного пространства. В общем случае могут встретиться три варианта.

**Вариант I.** Способы охраны с полевым расположением выработки реализуются, когда выработка проходится по пустым породам.

Область применения таких способов – весьма неустойчивые породы кровли и почвы пласта [19] и выработки с относительно большим сроком службы. Условия применения и относительная дороговизна их реализации предопределили большую популярность при охране подготавливаемых выработок по сравнению с подготовительными.

Достоинствами способов охраны полевым расположением выработок является его технологическая простота, обеспечение требуемого срока службы при минимальном количестве ремонтов.

Основными недостатками способа охраны с полевым расположением выработок является затратность и, часто, большая потеря угля в охранных целиках при его реализации. Поэтому он не может считаться перспективным, особенно в связи с переходом работ на глубокие горизонты.

**Вариант II.** Способ охраны выработок проведением их в зонах пониженных напряжений предусматривает проведение выработок в заранее разгруженном от напряжений массиве.

Область применения этого способа ограничивается технологическими факторами в определенных горно-геологических условиях.

Это способ делит в зависимости от проведения выработок: по обрушенным и уплотненным породам кровли, вприсечку к выработанному пространству, в подработанной или надработанной толще.

Достоинством способов охраны выработок проведением их в определенных зонах, местоположение которых определяется на основании закономерностей формирования зон пониженных напряжений в окрестности участков ведения горных работ, что позволяет увеличить срок безремонтной эксплуатации выработки, без значительных материальных затрат.

Основным недостатком таких способов охраны является то, что не во всех условиях они могут быть реализованы с точки зрения технологии ведения горных работ.

**Вариант III.** Способ охраны выработок проведением по пласту угля, предусматривает пластовое их расположение с оставлением по бокам от выработки целиков больших размеров (достаточными для обеспечения эксплуатационного состояния выработки более 15 м), малых или с полным их извлечением.

Область применения способа охраны выработок с целиками больших размеров (шириной от 10 до 70 м) ограничивается глубиной разработки до 600 м и прочностью вмещающих пласт пород, а также на пластах неопасных по горным ударам, выбросам угля и газа и не самовозгорающихся.

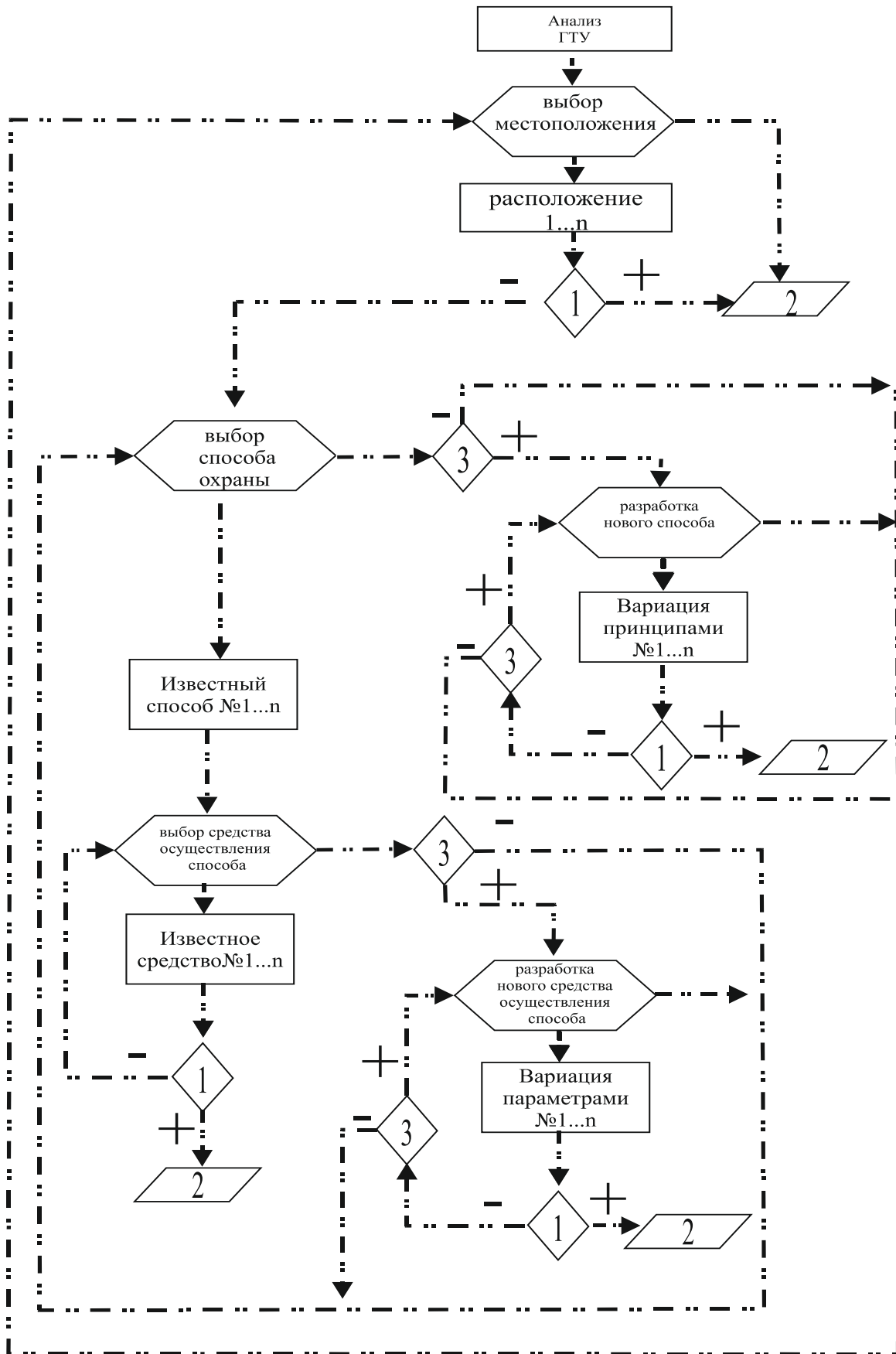


Рис. 1. Блок-схема к выбору способа охраны выработки

Применение способа с оставлением целиков малой ширины (до 10 м) или с полным их извлечением, так или иначе, требует применения в комплексе со способами охраны, предусматривающими реализацию иных мероприятий по обеспечению устойчивости выработки, то есть переход к блоку «Выбор способа охраны».

Достоинством способов охраны выработок проведением по пласту угля является простота реализации способа.

Основным недостатком способов охраны выработок проведением по пласту угля является потеря угля в целиках, если технологией предусмотрено их оставление, необходимость в применении дополнительных мер по поддержанию выработки.

Все варианты расположения выработки относительно пласта и границ выработочного пространства следует ранжировать в порядке снижения экономической эффективности, от более дешевого к более дорогому для рассматриваемых условий ведения горных работ. При этом необходимо производить расчет на весь срок службы выработки и установить для каждой решаемой задачи разумный баланс между финансовыми вложениями и техническим результатом от них.

После выбора оптимального варианта расположения выработки, в блоке «1» (рис. 1) производится контроль эксплуатационного состояния выработки, как теоретический (к которому можно отнести экономическо-математическое, численное, лабораторное моделирование), так и натуральный контроль (проверка способа в шахтных условиях).

Если результаты контроля указывают на то, что эксплуатационное состояние обеспечивается, необходим переход к блоку «2» – способ охраны выбран верно - конец алгоритма. В противном случае посыл идет на цикл «Выбор способов охраны». В цикле представлены способы охраны, основанные на характере воздействия на массив вмещающих пород (рис.2). На данном этапе, как и в предыдущем случае, необходимо выполнить технико-экономическое сравнение известных способов и выбрать  $i$ -ый, который наиболее дешевый в реализации

$$C_i = \min(C_1; C_2; \dots; C_n),$$

где  $C_i$  – издержки, которые повлекла за собой реализация данного способа, грн.

1... $n$  – известные технические решения на данном этапе развития науки и техники;

Если уместен традиционный способ охраны, необходим переход к циклу «Выбор средства осуществления способа», где каждому способу могут соответствовать несколько средств реализации и которые выбираются по аналогии со способами.

Затем осуществляется контроль в блоке «3», и если получен положительный ответ то переходим к блоку «2» – способ охраны и средство выбраны верно - конец алгоритма. При отрицательном ответе цикл повторяется до тех пор, пока не будут перебраны все известные к настоящему времени средства. В случае завершения цикла с отрицательным результатом осуществляется выход к блоку «4» – проверке возможности разработки нового или усовершенствования существующего средства охраны для принятого способа на данном этапе развития горной науки, и устанавливается технико-экономическая целесообразность таких действий.

Если в блоке «4» получен положительный ответ, то переходим к циклу «Разработка нового средства осуществления способа». Как правило, каждому средству

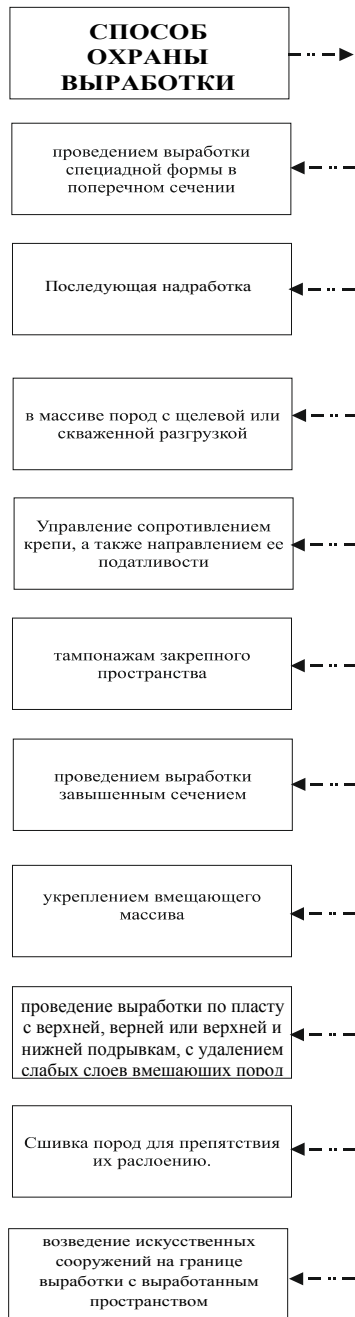


Рис. 2. Блок-схема деления способов охраны, различного воздействия на массив

ного происходит возврат к циклу «Выбор местоположения» с последующим анализом альтернативного варианта расположения горной выработки и повторением для этого варианта всего алгоритма по выбору способа.

Таким образом, предложен новый подход к выбору способа охраны горной выработки по обеспечению ее эксплуатационного состояния, который может быть использован на любом этапе ее «жизненного цикла»:

- на этапе проектирования начинается работа с блок-схемой с цикла «Выбор местоположения»;

присущи несколько недостатков, общими из которых являются: ограниченная область применения, несоответствие определенного параметра средства горнотехническим условиям его применения и др. В этом цикле решается задача нахождения параметра(ов) средства, при которых обеспечится необходимый технический результат. После каждой вариации производится проверка в блоке «5» если ответ положительный, то задача считается решенной и идет посыл к блоку «2» - способ охраны выбран верно - конец алгоритма.

При отрицательном ответе в блоке «5» осуществляется проверка возможности последующей вариации параметрами средств охраны в блоке «6» и устанавливается технико-экономическая целесообразность таких действий. В случае положительного ответа цикл повторяется, а отрицательного – посыл идет к блоку «Выбор способа охраны» и, так как все существующие до этого момента способы уже были проверены, то осуществляется переход к блоку «7», где рассматривается возможность разработки нового или усовершенствования существующего способа, оценивается экономическая целесообразность реализации инноваций. В случае положительного ответа переходим к циклу «Разработка нового способа охраны».

В этом цикле решается задача нахождения способов воздействия на массив, при которых обеспечиваются необходимый технический и экономический результаты. Это достигается решением задачи посредством комбинаторики известных способов или разработки нового. Стоит отметить, что разработка нового способа на порядок сложнее разработки средства, требует гораздо больших затрат времени, труда и применения достаточно сложных наукоемких технологий.

После каждой вариации производится проверка в блоке «8» и, если ответ положительный, то задача считается решенной, найден новый способ охраны, происходит выход из алгоритма. В противном случае посыл идет на блок «9», где проверяется возможность последующей вариации и определяется технико-экономическая целесообразность таких действий. В случае положительного ответа цикл повторяется, отрицательного происходит возврат к циклу «Выбор местоположения» с последующим анализом альтернативного варианта расположения горной выработки и повторением для этого варианта всего алгоритма по выбору способа.

- на етапі проведення – с цикла «Выбор способа охраны»;
- на етапі експлуатації – с цикла «Выбор средства охраны».

### Выводы

В данной работе был предложен методологический подход к выбору или разработке способов охраны горной выработки для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий. В его основу положены: поэтапный, консеквентный поиск существующих или новых технических решений, их систематизация, интеграция и обобщение, а также оперативная оценка экономической эффективности осуществляемых действий и, как результат, получение оптимального способа охраны для обеспечения эксплуатационного состояния выработки.

### Список литературы

1. Указания по терминологии горного давления. – Л.: ВНИМИ, 1972. – 38 с.
2. Методика выбора способов охраны подготовительных выработок от горного давления в условиях глубоких шахт. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1972. – 28 с.
3. Технология подземной разработки пластовых месторождений / под ред. А.А. Борисова. – М.: Недра, 1972. – 536 с.
4. Кошелев К.В. Охрана и ремонт горных выработок / К.В. Кошелев, Ю.А. Петренко, А.О. Новиков. – М.: Недра, 1990. – 218 с.
5. Инструкция по управлению горным давлением в очистных и подготовительных выработках при разработке угольных пластов с углами падения свыше 35°. – Донецк: Облполиграфиздат, 1988. – 287 с.
6. Канин В.А. Поддержание и охрана горных выработок. Термины и определения / В.А. Канин; під заг. ред. О.А. Мінаєва / Проблеми гірського тиску. – 2004. – Вип. 11. – С. 67-72.
7. Горная энциклопедия / гл. ред. Е.А. Козловский; ред. колл.: М.И. Агашков, Н.К. Байбаков, А.С. Болдырев и др. – М.: Сов. энциклопедия. Оргин – Социосфера, 1989. – Т.4. – 629 с.
8. Гірничий закон України / Відомості Верховної Ради. – 1999. – №50. – С. 453-468.
9. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони: СОУ 10.1.00185790.011:2007 / Мінпаливенерго України. – К., 2007. – 113 с.
10. Подземные горные выработки: СНиП II-94-80 / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 31 с.
11. Геологічні роботи на вуглевидобувних підприємствах України: КД 12.06.204-99 / Мінпаливенерго України. – Чинний від 2007-01-01. – Донецьк: ТОВ «АЛАН», 2001. – 384 с.
12. Правила технічної експлуатації вугільних шахт: СОУ 10.1-00185790-002-2005 (Стандарт Мінвуглепрому України). – Чинний від 2007-01-01. – К.: Мінвуглепром України, 2006. – 353 с.
13. Терминология горного дела. – Ч. 2. – Бюллетень Комитета технической терминологии [Текст] / под ред. акад. С.А. Чаплыгина, Д.К. Лоте. – М.: Изд-во АН СССР, 1941. – 24 с.
14. Терминология горного дела. Горные работы и горные выработки / под ред. акад. А.М. Терпигорева // Бюллетень Комитета технической терминологии. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 28 с.
15. Научно-техническая терминология. Сборник стандартизованных и рекомендуемых терминов: в 10 т. / под ред. Л.Ю. Белыхова, И.Н. Попова-Черкасова. – М.: Изд-во стандартов, 1969. – Т.3. – 448 с.
16. Плотников А.М. О советской горной терминологии / А.М. Плотников // Уголь Украины. – 1951. – №9. – С. 33-34.
17. Разработка угольных месторождений подземным / под общей ред. А.М. Терпигорева. способом // Горное дело: энциклопедический справочник. – М.: Углетехиздат, 1958. – Т. 5. – 448 с.
18. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка [Текст] / С.И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – М.: ИТИ Технологии, 2006. – 944 с.
19. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР [Текст]. – Изд. 4-е, доп. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 122 с.
20. Касьян Н.Н. Исследование проявлений горного давления в условиях выемочных выработок пласта m<sub>3</sub> шахты «Щегловская-Глубокая» [Текст] / Н.Н. Касьян, С.Г. Негрей, В.Н. Мокриенко // Проблеми гірничої технології. Матеріали регіональної науково-практичної конференції. – Донецьк, КІП ДонНТУ, 2010. – С. 34-38. (<http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/5341>).
21. Касьян Н.Н. О перспективах применения анкерной крепи на угольных шахтах Донбасса [Текст] / Н.Н. Касьян, Ю.А. Петренко, А.О. Новиков // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна». – 2009. – Вип. 10(151). – 109-115.

22. Спосіб охорони підготовчих виробок: пат. № 54012, МПК(2011.01) E21D 15/00 / Касьян М.М., Фельдман Е.П., Хазіпов І.В., Негрій С.Г., Мокрієнко В.М. – опубл. 25.10.2010 ; 25.10.2010, Бюл. № 20. – 4 с.

23. Негрей С.Г. О возможности увеличения несущей способности бутовых полос [Текст] / С.Г. Негрей // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2011. – №1. – С. 179-184 (<http://ea.donmtu.edu.ua/handle/123456789/4681>).

*Надійшла до редколегії 10.04.2012*

М.М. Касьян, С.Г. Негрій, В.М. Мокрієнко, А.Л. Касьяненко

Донецький національний технічний університет, Донецьк

#### НОВИЙ ПІДХІД ДО МЕТОДИКИ ВИБОРУ СПОСОБІВ ОХОРОНИ ВИРОБОК ГЛИБОКИХ ШАХТ

У даній роботі розроблений загальний підхід до методики вибору, удосконалення існуючих або розробці нових способів і засобів охорони гірничих виробок. Запропоновано алгоритм вибору способу і засобів охорони гірничих виробок для конкретних гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов.

Ключові слова: термінологія, гірнича виробка, спосіб охорони, засіб охорони, алгоритм, блок-схема, методика вибору.

N. Kasyan, S. Negrey, V. Mokrienko, A. Kasyanenko

Donetsk National Technical University, Donetsk

#### A NEW APPROACH TO THE METHOD OF SELECTING METHODS OF PROTECTION WORKINGS OF DEEP MINES.

The paper considers a general approach to the methods of choice, improvement of existing and new methods of protecting mine workings. The block diagramme of the algorithm of actions directed on specific goal achievements is proposed.

Keywords: terminology, mine working, protection method, protections means, algorithm, a block diagram, choice method.