

# МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОГО ИЛИ СУБОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАВНОМЕРНОГО ПРОДВИГАНИЯ ЛИНИИ ЗАБОЯ

**Я. А. Савицкая**  
Аспирант\*

E-mail: jana.s2010@ya.ru

**Н. И. Чичикало**

Доктор технических наук, профессор\*

E-mail: chichikalo@rambler.ru

\*Кафедра электронной техники

Донецкий национальный технический  
университет

ул. Артёма, 58 г. Донецк, Украина, 83001

*Запропоновано методика, яка вирішує задачу оптимального просування лінії забою. Методика передбачає дотримання вимог системи керування якістю процесу вуглевидобування, що забезпечує оптимальний рівень продуктивності за рахунок мінімізації простой через нестійкість і конвергенцію вмещаючих порід. Рівномірність просування лінії забою забезпечується з урахуванням фактору часу та фактору жорсткої посадки кріплення*

*Ключові слова: мультиагентна технологія, недодвижка секції кріплення, нерівномірність просування лінії забою, фактор часу*

*Предложена методика, которая решает задачу оптимального продвижения линии забоя. Методика предусматривает удовлетворение требованиям системы управления качеством процесса угледобычи, обеспечивающим достижение оптимального уровня производительности за счет минимизации простоев по причине неустойчивости и конвергенции вмещающих пород. Равномерность продвижения линии забоя обеспечивается с учётом фактора времени и фактора жёсткой посадки крепи*

*Ключевые слова: мультиагентная технология, уровень недодвижки секций крепи, неравномерность продвижения линии забоя, фактор времени*

## 1. Введение

Организация научных и практических работ очистного забоя, подчиненная мультиагентной технологии, рассматривает каждую подсистему управления угледобывающим комплексом как гибридный альтруистичный агент, взаимодействующий с другими агентами для достижения общей цели и работающего в динамической нечеткой среде [1].

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Существующие подсистемы управления обеспечивают:

– все виды стандартных защит;

– автоматизацию процесса передвижения секций крепи в разных вариантах в зависимости от горно-геологических условий добычного участка. При этом контроль положения каждой секции выполняется гидроприводом с дискретным датчиком.

Отсутствие аналогового сигнала не дает полных сведений об уровне недодвижки секции крепи к груди забоя;

– контроль местоположения комбайна относительно секций крепи.

При этом точностная погрешность контроля, выраженная в линейных размерах, составляет 2,5 м за счет провисания цепи, с помощью которой лебедка со штрека передвигает комбайн, а герконовый датчик положения, расположенный на комбайне, функционально связан с лебедкой [2, 3].

Таким образом, диспетчер в какой-то степени обладает одним из главных показателей работы участка;

– контроль распора секций крепи - выполняется гидроприводом до упора в кровлю, а величина распора не контролируется;

– контроль содержания метана обеспечивается переносным или установленным на исходящей из лавы струе воздуха датчиком метана с инерционностью 30 минут.

Потенциальная энергии забоя распределена неравномерно, из-за концентрации метана в угольном массиве и действует на режущий орган комбайна с силой, пропорциональной указанной потенциальной энергии, которая не контролируется [4].

Таким образом, ГРОЗ (горные работы очистного забоя) не защищены от последствий внезапных выбросов угля и газа в рабочее пространство;

– косвенный контроль потенциальной энергии на шахтах повышенной категоричности предусмотрен только технологически путем нагнетания воды в пробуренные шпурсы с последующим «фактором времени», то есть ожиданием в течение 2-х часов пока забой «вспотеет», при этом потенциальная энергия уходит вглубь массива.

## 3. Цель и постановка задачи исследований

Цель разработки мультиагентной системы – удовлетворение требованиям системы управления качеством процесса угледобычи, обеспечивающим дости-

жение оптимального уровня производительности за счет минимизации простоев по причине неустойчивости и конвергенции вмещающих пород.

**4. Построение виртуальной модели для отслеживания и отображения уровня неравномерности продвижения линии забоя**

Рассмотрим способ оптимизации одной из указанных подсистем управления, а именно, процессом неподвижки секций крепи к груди забоя. В процессе ведения горных работ необходимо обеспечивать равномерное продвижение линии забоя по факторам времени и жесткой посадки секций крепи. Если неподвижка перекрытия секции крепи значительна и распространена на значительное расстояние вдоль забоя, то могут возникнуть вертикальные трещины в породах над секцией, что приведет к превышению нагрузок на секции выше допустимых.

Поэтому одному из агентов (подсистем) ставится задача ведения постоянного контроля уровня неподвижки секций с начала работы комплекса, фиксации и отображения положения перекрытия с точностью не хуже 3 см [5 – 7].

Используя новые информационные технологии, рассмотрим подсистему контроля неравномерности продвижения линии забоя, реализованную в среде инженерного научно - исследовательского комплекса LabVIEW [8]. Представленная виртуальная модель является упрощенной. Комбайн не входит в ее состав, а крепи перемещаются последовательно друг за другом.

Технологически, перекрытия крепи должны обеспечивать крепление не меньше, чем за 3 см от груди забоя [9, 10].

В данной работе диапазон возможного уровня неподвижки составляет 3...15 см. Данные о расстоянии до породы автоматически записываются в файл «Расстояния для остановки.xls» после каждого закрытия этого файла [7, 9].

Виртуальная модель работы подсистемы отображена на рис. 1 при открытии файла. Пример неподвижки перекрытия секций крепи к груди забоя приведен на рис. 2.

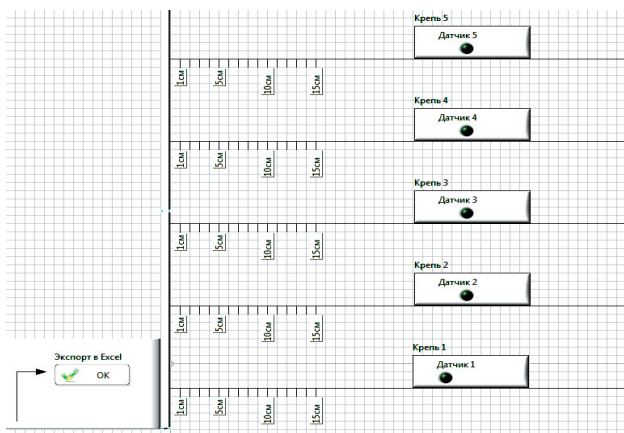


Рис. 1. Отображение работы подсистемы в исходном состоянии

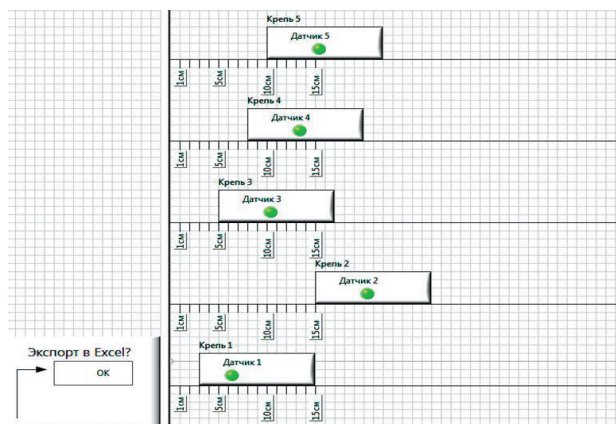


Рис. 2. Отображение работы подсистемы в режиме неподвижки перекрытия к груди забоя

Расстояния для остановки секции указаны на рис. 3:

Расстояния для остановки, см:				
Крепь 1	Крепь	Крепь 3	Крепь 4	Крепь 5
3	15	5	8	10

Рис. 3. Расстояния до груди забоя от остановки секции

Если эти данные необходимо экспортировать в Excel, то нужно перед запуском программы нажать на кнопку «экспорт в Excel».

На втором этапе информация запоминается и хранится (рис. 4).

Крепь 1	Крепь	Крепь 3	Крепь 4	Крепь 5
3	15	5	8	10
3	15	5	8	10

Рис. 4. Неподвижка перекрытия к груди забоя

Для наглядности отображается характер неподвижки секций к груди забоя. Информация суммируется при каждом цикле (рис. 5).

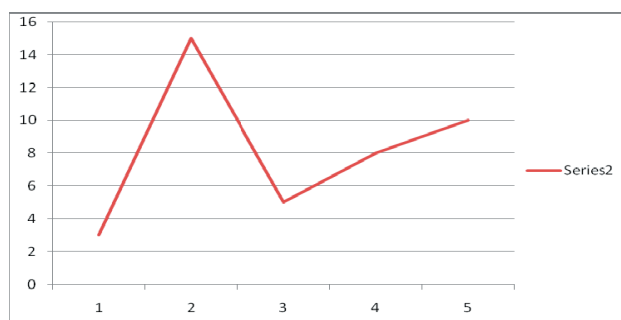

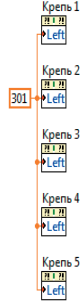

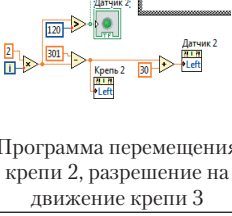
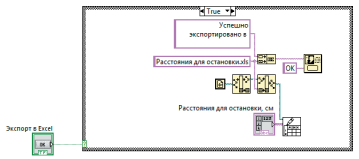


Рис. 5. Отображение характера неподвижки перекрытия к груди забоя

Алгоритм программы приведен в табл. 1.

Таблица 1

Последовательность реализации циклов программы

Наименование операции	Схема реализации
Цикл «while» для того, чтобы процесс завершился после прохода первого цикла	 Цикл while
Путем привязки левой границы объекта к определённому значению задается начальное положение крепей	 Инициализация положения
В цикле «for» написаны функции движения тележек, с помощью цифрового значения, слева регулируется время движения крепи	 Цикл for
Реализация функции движения показана на примере второй секции крепи. Условием старта третьей секции крепи является достижение пункта назначения второй крепью	 Программа перемещения крепи 2, разрешение на движение крепи 3
Блок, обеспечивающий экспорт таблицы в Excel	

Методика построения виртуальной модели показывает преимущества визуализации процесса крепления. Они заключаются в следующем:

– после каждого цикла перемещения при обратном ходе комбайна имеется возможность выдать командное воздействие на подвижку секции, положение которой противоречит правилам ведения горных работ;

– нормализация процесса крепления призабойного пространства является одним из важнейших факторов, предотвращающих образование трещин в массиве пород у груди забоя, чем обеспечивается расчетная нагрузка на секции крепи и, таким образом, исключается жесткая посадка секций и проявления последствий конвергенции;

– реализация контроля уровня неподвижки секций сравнительно просто может быть выполнена путем замены датчика контроля перемещения секции с дискретным выходным сигналом на аналогичный датчик с аналоговым сигналом на выходе с последующим математическим анализом амплитуд характеристики преобразования для выработки командного воздействия после каждого цикла передвижки секций.

Научная новизна статьи заключается в том, что предложен новый способ оптимизации подсистемы управления процессом неподвижки секций крепи к груди забоя. Фрагмент функциональной модели процесса управления додвижкой секций крепи показывает возможность корректировки процесса на каждом этапе крепления забоя.

Практическая ценность статьи состоит в том, что разработана виртуальная модель, визуализирующая процесс неподвижки секции крепи к груди забоя, обеспечивает хранение, анализ и когнитивную визуализацию информации, что способствует также решению проблемы управления процессом угледобычи без постоянного присутствия человека в лаве.

## 5. Выводы

1. Выполнен анализ существующих систем управления. Определены первоочередные задачи агентов (подсистем).

2. Разработан способ оптимизации подсистемы управления процессом неподвижки секций крепи к груди забоя. При обратном ходе комбайна в режиме «зачистка» выдается фрагмент функциональной модели процесса управления додвижкой секций крепи.

3. Определена необходимая точность контроля уровня неподвижки перекрытия секций крепи, выраженная в цифровых единицах. При этом должна обеспечиваться точность приближения к забою не хуже 3 см (условное исходное положение); неподвижка в пределах от (1 до 5) см соответствует логической единице «1», от (5 до 10) см – «2»; от (10 до 15) см - «3».

4. Поставлены требования к дискретизации характеристики преобразования датчика в соответствии с п. 3.

5. Разработана виртуальная модель для хранения, анализа и когнитивной визуализации информации.

## Литература

- Зборщик, М.П. Основы теории определения состояния добычных объектов в процессе их функционирования [Текст] / М.П. Зборщик, Н.И. Чичикало, – Донецк: РИА ДонГТУ, 1998. – 117с.
- Ларин, В.Ю. Основы построения приборов и систем с ферри- и ферромагнитными преобразователями. [Текст] / В.Ю. Ларин. – Донецк: ВБР, 2007. – 367 с.
- Ямалов, И.У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций [Текст] / И.У. Ямалов. –М.: Лаборатория базовых знаний, 2007. –288с.

4. Ларин, В.Ю. Новые методики исследований и разработки приборов и систем. [Текст] / В.Ю. Ларин. – Донецк: ВБР, 2009. – 316 с.
5. Wooldridge, Michael J., An introduction to multiagent systems / Michael Wooldridge, John Wiley & sons, 1966.
6. Kosko, B. Fuzzy Engineering, Prentice-Hall, New-Jersey, 1997.
7. Hagiwara, M. Extended fuzzy cognitive maps, Proc. Of the IEEE Intern. Conference on fuzzy systems, March 8-12, 1992, San-Diego. – P. 795–801.
8. Онтології та тезауруси: моделі, інструменти, приложения: учебное пособие / Б.В. Добров, В.В. Иванов, Н.В. Лукашевич, В.Д. Соловьев. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 173 с.
9. Астафьев, Ю.П. Зеленский А.С. Горлов Н.И. Компьютеры и системы управления в горном деле и за рубежом [Текст] / Ю.П. Астафьев, А.С. Зеленский, Н.И. Горлов и др. – М., 1989. – 264с.
10. Шесле, К. Применение новой техники и электронное управление в горной промышленности [Текст] / К. Шесле, Глюкауф. – 1984. – №5, – с. 2–8.

*За бажаним характеристичним рівнянням, використовуючи формулу Аккермана, синтезовано систему модального астатичного дискретного керування об'єктами з запізнюванням, орієнтовану на використання сучасних мікроконтролерів. Базуючись на принципі дуалізму, побудовано астатичний спостерігач змінних стану. Дослідження запропонованої системи проведено при збудованих шумових діях в каналі вимірювання і навантаження, а також при відхиленнях параметрів об'єкта керування*

*Ключові слова: модальне керування, запізнювання, модель об'єкта, астатичний регулятор, спостерігач стану*

*По желаемому характеристическому уравнению, используя формулу Аккермана, синтезирована система модального астатического дискретного управления объектами с запаздыванием, ориентированная на использование современных микроконтроллеров. Базируясь на принципе дуализма, построен астатический наблюдатель переменных состояния. Исследования предложенной системы проведена при возмущающих шумовых воздействиях в канале измерения и нагрузки, а также при отклонениях параметров объекта управления*

*Ключевые слова: модальное управление, запаздывание, модель объекта, астатический регулятор, наблюдатель состояния*

УДК 681.51

## МОДАЛЬНЕ АСТАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ З ЗАПІЗНЮВАННЯМ НА ОСНОВІ СПОСТЕРІГАЧА СТАНУ

М. П. Лисиця

Кандидат технічних наук, доцент\*

E-mail: lisitsa\_mpo@mail.ru

П. М. Лисиця

Кандидат технічних наук, старший викладач\*

E-mail: lisitsa\_mpo@mail.ru

\*Кафедра автоматики та електропривода\*\*

О. В. Лисиця

Провідний інженер-електронік

Центр інформаційних технологій\*\*

E-mail: lisitsaOV@mail.ru

\*\*Полтавський національний технічний університет

ім. Юрія Кондратюка

пр. Першотравневий, 24, м. Полтава, Україна, 36011

### 1. Вступ

У багатьох технологічних процесах, таких як холодний прокат металу, процес горіння у топці мазутної печі [1], регулювання рідини у баках, перекачування газу у трубопроводах і об'ємних резервуарах, керування процесом формування скляних виробів [2] виникає запізнювання, яке можна поділити на дві основні групи. Перша група – транспортне запізнювання, пов'язане із кінцевою швидкістю роз-

повсюдження сигналів і енергії в об'єктах. Друга група – динамічне запізнювання, пов'язане з значною кількістю достатньо малих постійних часу об'єкта, яке визначається їх сумарним значенням. Наявність запізнювання у об'єктах керування погіршує динаміку роботи систем із зворотними зв'язками, а іноді приводить до непрацездатності систем. Актуальним напрямком розвитку таких систем є метод модального керування на основі спостерігача стану повного порядку.