
УДК 622.451:658.512.007

Бунько Т.В., д-р техн. наук, ст. научн. сотр.,
Кокоулин И.Е., канд. техн. наук, ст. научн. сотр.
(ИГТМ НАН Украины)
Жалилов А.Ш., инженер
(ГП «Селидовуголь»)

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЁТА ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЕ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОБЪЕКТЕ УПРАВЛЕНИЯ

Бунько Т.В., д-р техн. наук, ст. наук. співр.,
Кокоулін І.Є., канд. техн. наук, ст. наук. співр.
(ИГТМ НАН України)
Жалілов А.Ш., інженер
(ДП «Селідовугілля»)

ОБГРУНТОВУВАННЯ МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ ПОВІТРОРІЗПОДІЛУ У ШАХТНІЙ ВЕНТИЛЯЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ, ЯКА РЕКОНФІГУРУЄТЬСЯ, В УМОВАХ НЕПОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ОБ'ЄКТУ УПРАВЛІННЯ

Bunko T.V., D. Sc. (Tech.), Senior Researcher,
Kokoulin I.Ye., Ph. D.(Tech.), Senior Researcher
(IGTM NAS of Ukraine)
Zhalilov A.Sh. M.S (Tech.)
(SE «Selidovugol»)

BACKGROUND OF METHOD OF THE AIR-DISTRIBUTION CALCULATION OF RE- CONFIGURABLE MINE VENTILATION NETWORKS IN THE CONDITIONS OF INCOMPLETE INFORMATION ABOUT OBJECT OF CONTROL

Аннотация. Рассмотрены два типа реконфигурации шахтной вентиляционной сети (ШВС): первый - когда вентиляционные системы угольных шахт в ходе ведения горных работ меняют свою структуру и параметры объектов проветривания, при этом наблюдается устойчивая тенденция к их усложнению, второй - когда для обеспечения воздухом объектов проветривания в ходе эксплуатации необходимо вентиляционную систему реконфигурировать с целью адаптации её к изменению объекта эксплуатации. Определены задачи по созданию методического обеспечения проектирования и управления вентиляционных систем с такими особенностями, которые отличают реконфигурируемую систему от проектируемой с использованием существующих методов структурно-параметрической идентификации. Выполнен анализ видов, причин и классификация возникновения информационной неопределённости, возникающих в процессе проектирования и управления реконфигурируемыми сетевыми объектами. Определены научные задачи, решение которых необходимо для разработки корректных методов проектирования и управления сложными реконфигурируемыми объектами в условиях неполной информации об объекте управления.

Ключевые слова: реконфигурация шахтной вентиляционной сети, воздухораспределение, структурно-параметрическая идентификация.

В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция усиления роли факторов сложности в существующих и проектируемых организационно-технических системах; к ним в полной мере относится горное производство, и его важнейший технологический процесс – шахтная вентиляция. Сложность вентиляционных систем угольных шахт проявляется в таких аспектах, как многосвязная структура с неявными аэродинамическими связями между её элементами, сложность моделирования и выбора рациональных режимов её функционирования в условиях неполной информации об объекте управления, а также оптимального направления её развития при решении задач перспективного и долгосрочного планирования.

Под реконфигурацией сложного объекта (в дальнейшем рассматривается такой его вид, как вентиляционная сеть угольной шахты (ШВС)) понимается целенаправленный процесс изменения структуры ШВС в целях сохранения, восстановления, а в некоторых случаях – и повышения уровней надёжности ШВС, либо обеспечения минимального их снижения при возможном выходе из строя отдельных элементов и структур ШВС.

Применительно к современным ШВС реконфигурацию следует рассматривать не только как технологию управления параметрами и структурами ШВС для устранения отказов функциональных элементов, но и как технологию управления, направленную на повышение надёжности функционирования ШВС, обладающих структурно-функциональной избыточностью и функционирующих в динамически изменяющихся условиях. Изменяющиеся условия эксплуатации постоянно оказывают возмущающие воздействия на ШВС. Для устранения таких воздействий с целью обеспечения требуемых уровней надёжности ШВС необходимо осуществить целенаправленное изменение во времени структур, параметров, характеристик, способов функционирования рассматриваемых структур, т.е. управлять структурной динамикой ШВС. Такую технологию будем называть структурно-параметрической реконфигурацией.

Проблема многокритериального планирования структурно-параметрической реконфигурации ШВС, обладающих структурно-параметрической избыточностью и функционирующих в динамических условиях, является весьма актуальной. Основными задачами, направленными на её решение, являются следующие:

- системный анализ проблемы планирования структурно-параметрической реконфигурации ШВС с перестраиваемой структурой (под перестраиваемой структурой ШВС понимается последовательность квазистабильных периодов её функционирования в зависимости от изменения её топологической и параметрической структуры вследствие изменения схем и способов проветривания выемочных участков и ШВС в целом);
- задачи исследования структурно-параметрических свойств различных структур и элементов реконфигурируемых ШВС;
- задачи формального описания и многокритериального анализа сценариев структурной реконфигурации ШВС в условиях информационной неопределённости;
- задачи многокритериального планирования и синтеза параметрической реконфигурации ШВС, обеспечивающих гарантированный уровень значений интегрального показателя качества планов её структурно-параметрической реконфигурации в динамически изменяющихся условиях;
- задачи имитационного (а при необходимости – ситуационного и экспертного) моделирования условий реализации планов структурно-параметрической реконфигурации ШВС, создание, исследование и проверка работоспособности и реализуемости соответствующего экспериментального программного комплекса.

Базируясь на определениях, данных в ГОСТах, в дальнейшем под надёжностью ШВС будем понимать свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения технического обслуживания. Под катастрофической устойчивостью ШВС будем понимать её способность сохранять и восстанавливать свои основные функции после массового уничтожения её компонентов в результате различных аварийных ситуаций как природного, так и техногенного характера.

Функции управления реконфигурируемой ШВС в условиях неполной информации об объекте управления включают в себя: планирование (оперативное, календарное и т.п.; под планированием реконфигурируемых вентиляционных систем понимается создание такой системы, которая обеспечивает на заданном промежутке времени требуемый расход воз-

духа на объектах проветривания); регулирование (оперативное управление), а также функции контроля, учёта, мониторинга и координации. Среди них важнейшей функцией является функция планирования реконфигурации ШВС.

Основные этапы методологии перспективного планирования проветривания реконфигурируемой ШВС представлены на рис. 1.

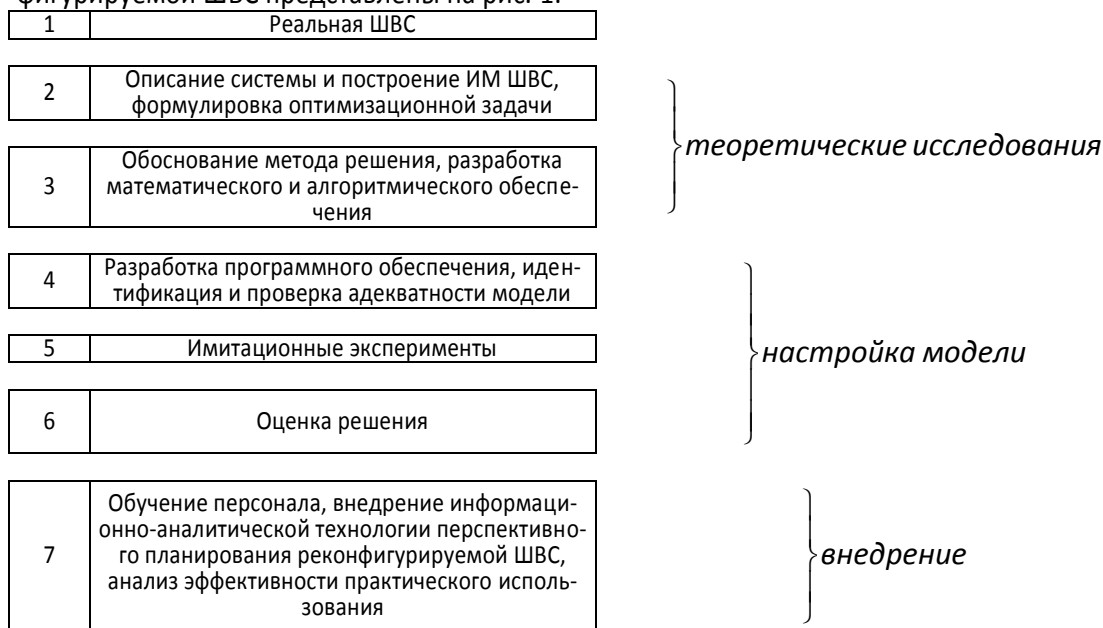


Рисунок 1 – Этапы построения и использования имитационной модели (ИМ) ШВС при перспективном планировании реконфигурируемой сети

Необходимо отметить, что наиболее значимые результаты в исследовании надёжности и безопасности структурно-сложных объектов были получены при разработке методологии вероятностного анализа рассматриваемых свойств объектов с учётом риска возникновения аварийных ситуаций. В рассматриваемой области большим количеством авторских коллективов был выполнен значительный объём работ, посвящённых вопросам исследования свойств структурно-сложных объектов, правда, не относящихся непосредственно к вопросам горного производства, а имеющих универсальный характер. В отечественной практике наиболее близки к решению поставленных вопросов работы коллектива ИГТМ НАН Украины.

К настоящему времени в нашей стране и за рубежом получен целый ряд научных и практических результатов, связанных с учётом и формализацией недостаточно достоверной, неполной, неточной информации в задачах принятия решений по управлению реконфигурируемой ШВС.

Среди данных результатов можно выделить: способы формализации неопределённости [1, 2, 3, 4, 5] (имеется ввиду неопределённость, вследствие неполноты, исходной информации и вытекающая из неё неполнота промежуточной и результативной информации; применение теории нечётких отношений (в рассматриваемом нами случае это – отношения различных видов информации, задание которых может осуществляться с различной степенью достоверности и усреднение результатов их взаимодействия [6]); мер неопределённости и нечётких интегралов для решения слабо структурированных задач анализа сложных систем (слабая структурированность именно и объясняется тем, что из решения одной задачи анализа непосредственно не следует получение информации для решения последующей вследствие накапливаемой неопределённости промежуточной ин-

формации и необходимости её мониторинга и уточнения на каждом этапе анализа [7, 8]); нечёткие модели оптимизации и принятия решений (модели нечёткого математического программирования, нечёткой ожидаемой полезности, нечёткие модели коллективных решений, нечёткие модели многокритериальных задач, нечёткие динамические и лингвистические модели принятия решений и др.).

Различные виды неопределённости классифицированы в таблице 1.

К настоящему времени в нашей стране и за рубежом получен целый ряд научных и практических результатов, связанных с учётом и формализацией недостаточно достоверной, неполной, неточной информации в задачах принятия решений по управлению реконфигурируемой ШВС. Среди данных результатов можно выделить: способы формализации неопределённости имеется ввиду неопределённость, вследствие неполноты, исходной информации и вытекающая из неё неполнота промежуточной и результативной информации внутренних (внешних) причин, постоянно оказывают возмущающие воздействия на ШВС. Для парирования таких воздействий с целью обеспечения требуемых уровней надёжности и живучести ШВС необходимо осуществлять целенаправленное изменение во времени структур, параметров, характеристик, способов функционирования рассматриваемых структур, т.е. управлять структурной динамикой ШВС.

Для решения задач структурной реконфигурации ШВС могут быть использованы, в начальный период исследований, разработанные ранее в ИГТМ НАН Украины методы структурной идентификации ШВС. Отличие заключается в том, что существующие методы применяются лишь к увязке имитационной модели и реально изменившегося объекта, а реконфигурация является более широким понятием, связанным не только с уточнением модели структуры ШВС, но и с повышением её технологического качества и устойчивости в аварийных условиях эксплуатации.

Решение задач параметрической реконфигурации ШВС требует разработки оригинального методического обеспечения.

В действующих в настоящее время методиках проектирования [7, 9] рациональные аэродинамические параметры ШВС выбираются таким образом, чтобы обеспечить эффективное функционирование не отдельных её элементов, а системы в целом. Следует отметить, что аэродинамические характеристики ВГП, средств местного регулирования и режимы функционирования ШВС в процессе эксплуатации существенно отличаются от проектных, что приводит к недостаточной эффективности функционирования ШВС в условиях действующих шахт. Причиной отклонения принятых проектных решений от эксплуатационных характеристик, является присущая процессу проектирования неопределённость всех видов, представленных в табл. 1.

К причинам появления неопределённости можно отнести [10, 11, 12, 13,14]:

- значительное количество различных факторов, влияющих на показатели эффективности функционирования системы. Часть из них неизвестна проектировщику. При построении детерминированной модели проектируемой ШВС обычно ограничиваются отбором наиболее существенных параметров, что приводит к огрублению и упрощению имитационной модели;
- погрешности, возникающие при использовании упрощённых зависимостей модели;
- погрешности, возникающие при проведении воздушно-депресссионных съёмок (ВДС), промежуточных (между ВДС) измерениях аэродинамических параметров элементов ШВС и т.д., что является необходимым и достаточным условием проверки соответствия имитационной модели реконфигурируемой ШВС её реальному состоянию на момент проведения работ по её перспективному планированию.

Таблица 1 – Виды неопределённости при исследовании ШВС

Виды описания неопределённости	Характеристики ШВС		
	топологические i, j, k	режимные $Q(i, j), R(i, j), H(i, j)$	технологические $\Delta R(i, j), V_{\min}(i, j), V_{\max}(i, j), H_{\min}(i, j), H_{\max}(i, j), a(i, j), b(i, j)$
Неизвестность: ШВС, как объект, не существует	Отсутствует схема вентиляционных соединений	Отсутствуют данные о $Q(i, j), R(i, j), H(i, j)$ для всех ветвей	Отсутствуют данные о характеристиках регулирующих устройств, $a(i, j), b(i, j)$
Неоднозначность: на основе имеющейся информации может быть построено несколько вариантов ШВС	Построено две или более моделей ШВС, топологически адекватных	Система аэродинамических параметров определена в двух или нескольких вариантах, параметрически адекватных	Регламентируемые $V_{\min}(i, j), V_{\max}(i, j), H_{\min}(i, j), H_{\max}(i, j)$ не нарушаются, но решение в допустимых границах их изменения удовлетворяет двум или более моделям ШВС. Для $a(i, j)$ и $b(i, j)$ - несколькими типам ВГП, $\Delta R(i, j)$ – различным типам РУ
Недостовёрность: 1. Недоопределённость	Построена модель ШВС, топологически адекватная реальной шахте, в которой отсутствуют отдельные топологически важные элементы	Параметров ШВС не хватает для обеспечения параметрической связности и технологических ограничений	В связи с нехваткой режимных параметров невозможно для ряда элементов ШВС установить нарушение ограничений $\Delta R(i, j), V_{\min}(i, j), V_{\max}(i, j), H_{\min}(i, j), H_{\max}(i, j)$, а для ВГП – построить правильную напорную характеристику
2. Недостаточность	Топологических элементов модели недостаточно для адекватного описания ШВС	То же	Возможно лишь частичное установление удовлетворения технологических ограничений
3. Неполнота	Топологическая модель неполна и нет возможности сформировать её полностью в смысле топологической адекватности реальному объекту	- « -	Проверка удовлетворения топологической модели технологическим ограничениям на параметры ШВС и ВГП невозможна
4. Неадекватность	Топологическая модель полна, построена, но неадекватна по ряду критериев реальному объекту	По причине неадекватности топологической модели реальному объекту параметрическая идентификация её элементов даёт неверный результат	Технологические ограничения могут и удовлетворяться (полностью или частично), но это не свидетельствует о правильности модели в целом

Очевидно, в процессе реальной эксплуатации ШВС вследствие воздействия горно-геологических и горнотехнических факторов выработка деформируется и площадь поперечного сечения её не соответствует проектному значению. *Неадекватность* - ряд элементов исследуемого объекта описан по аналогии с имеющимися описаниями подобных элементов, т.е. имеет место так называемое замещающее описание. Этот вид неопределённости появляется, например, в случае, когда при выборе схемы проветривания проектируемого выемочного участка в качестве аналога берётся схема проветривания выемочного участка шахты, функционирующей в похожих условиях; естественно, адекватность получаемых решений будет весьма условной.

Дальнейший анализ неопределённости, учёт новых факторов, определяющих исследуемое явление, может привести либо к устранению неопределённости, либо к его неоднозначности. *Неоднозначность* - это конечная (по полноте возможного описания) степень неопределённости, когда вся возможная информация собрана, но необходимая точность описания не получилась. Такая ситуация при проектировании проветривания горных предприятий присутствует практически всегда, и имеет смысл говорить лишь об оценке и повышении точности используемой имитационной модели, поскольку технологическая не-

определённость связана с наличием нескольких возможностей, каждая из которых случайным образом может стать реальностью, либо с неточностью вычислений или измерений.

В этих условиях значительно возрастает потребность в новых подходах к математическому описанию процессов управления структурной динамикой ШВС в условиях информационной неопределённости. Нечётко-возможностный подход, как показали исследования, позволяет проводить комплексное моделирование различных факторов неопределённости при решении задач планирования реконфигурации ШВС, повышения уровня их информационно-технологических возможностей, а также управления ими в нормальных и аварийных условиях эксплуатации.

В целом указанные подходы и модели позволяют отразить различные аспекты информационной неопределённости ШВС. Однако, как показывает анализ, решение задач управления структурной динамикой сложных объектов в рамках одного класса моделей (аналитических, имитационных, детерминированных стохастических, нечётких и т.п.; в исследовании ШВС используются в настоящее время имитационное и, отчасти, ситуационное моделирование; в случае их недостаточности используется экспертное моделирование, одним из вариантов которого является метод анализа иерархий (Г.А. Саати).

Из сказанного могут быть сделаны следующие выводы:

1. Неопределённость исходной, промежуточной и выходной информации является неотъемлемой частью вентиляционных расчётов; вентиляционная сеть является объектом, определение значительной части параметров которой невозможно.

2. Для решения задач структурной реконфигурации ШВС могут быть использованы, в начальный период исследований, разработанные ранее в ИГТМ НАН Украины методы структурной идентификации ШВС. Отличие заключается в том, что существующие методы применяются лишь к увязке имитационной модели и реально изменившегося объекта, а реконфигурация является более широким понятием, связанным не только с изменением модели структуры ШВС, но и с повышением её технологического качества и устойчивости в аварийных режимах эксплуатации.

3. Решение задач параметрической реконфигурации ШВС требует разработки оригинального методического обеспечения.

4. В общем виде основные этапы перспективного планирования проветривания реконфигурируемой ШВС представлены на рис. 1. Функции управления реконфигурируемой ШВС в условиях неполной информации об объекте управления включают в себя: планирование (оперативное, календарное и т.д.: под планированием реконфигурируемых вентиляционных систем понимается создание такой системы, которая обеспечивает на заданном промежутке времени требуемый расход воздуха на объектах проветривания); регулирование (оперативное управление), а также функции контроля, учёта, мониторинга и координации. Важнейшей функцией является планирование реконфигурации ШВС.

Дальнейшими направлениями исследований является углубление знаний о структуре и функциональных отличиях реконфигурируемой ШВС, а также разработка методов расчёта её параметров с учётом факторов технологического назначения (горного давления, особенностей крепи горных выработок и оценки надёжности её неподдерживаемой подсистемы, влияния на вентиляционные параметры использования средств дегазации, и т.д.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокий, Б.В. О формализованном инвариантном способе описания нелинейными многополюсниками зон шахтной вентиляционной сети с неопределёнными структурой и аэродинамическими параметрами / Б.В. Бокий, Т.В. Бунько // Геотехническая механика: Межвед. сб. научных трудов. – Днепропетровск, 2011. –

- Вып. 92. – С. 264-274.
2. Булат, А.Ф. Методология поиска рациональных параметров шахтной вентиляционной системы в условиях неопределённости / А.Ф. Булат, Т.В. Бунько, И.Е. Кокоулин // Геотехническая механика: Межвед. сб. научных трудов. – Днепропетровск, 2005. – Вып. 56. - С. 3-8.
 3. Иванников, А.Л. Математическое моделирование шахтных вентиляционных сетей, содержащих выработки с неустойчивым проветриванием: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18/ А.Л. Иванников. – Москва, 2009. – 23 с.
 4. Жук, А.В. Управление технологическими системами в условиях неопределённости / А.В. Жук, М.С. Смирнова // Автоматизация, информатизация, инновация транспортных систем. Сборник научно-технических статей. – СПб: Изд-во «Парком», 2007. – Вып. 1 – С. 193-199.
 5. Смирнова, М.С. Оценка качества нечётких моделей / М.С. Смирнова // Автоматизация, информатизация, инновация транспортных систем: Сб. научно-технических статей. – СПб.: СПбГУВК – 2007. – Вып. 2. – С. 22-26.
 6. Имитационное моделирование: статистический метод / Ю.М. Кулибанов, О.И. Кутузов, С.Л. Жерновкова, Н.М. Завьялов. – СПб: Судостроение, 2003. – 131 с.
 7. Пономаренко, Т.В. Разработка методов расчёта оптимальных аэродинамических параметров развивающихся шахтных вентиляционных сетей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.15.11 «Физические процессы горного производства» / Т.В. Пономаренко. – Днепропетровск, 2001. – 20 с.
 8. Розробка інформаційно-аналітичних технологій проектування та керування вентиляційними та дегазаційними системами глибоких метанонасичених шахт / Т.В. Бунько, І.Е. Кокоулін, В.Р. Алаб'єв, В.Н. Кочерга // Пути совершенствования безопасности горных работ в угольной отрасли: Тезисы докладов научно-практической конференции. – Макеевка – Святогорск, 2004. – С. 310-312.
 9. Круглов, Ю.В. Проблемы автоматизации расчётов вентиляционных сетей горнодобывающих предприятий / Ю.В. Круглов // Стратегия и процессы освоения георесурсов: Материалы Научной сессии Горного института УрО РАН по результатам НИР в 2003 г., Пермь, 19-23 апр. 2004. – Пермь: Изд-во горн. ин-та УрО РАН, 2004. – С. 226-230.
 10. Савельев, М.В. Метод оперативной оценки развивающихся вентиляционных сетей / М.В. Савельев, С.В. Федосеев // Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. техн. – 2004. – №1. -- С. 78-81.
 11. Обґрунтування ергономічного базиса маршрутів руху гірничих майстрів під час збирання даних про стан шахтної вентиляційної мережі, яка реконфігурується/ Т.В. Бунько, І.Е. Кокоулін, М.М. Дуднік, А.Ш. Жалілов // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. – Днепропетровск, 2014. – Вып. 114. – С. 84-89.
 12. НПАОП 10.0-1.01-10 Правила безпеки у вугільних шахтах: затв. наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 № 62. – Київ: 2010 – 2154 (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
 13. Бунько, Т.В. Метод идентификации вентиляционных сетей с неопределёнными аэродинамическими параметрами / Т.В. Бунько // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. – Днепропетровск, 2005. – Вып. 57. – С. 233-238.
 14. Вихров, Н.М. Управление и принятие решений в производственно-технологических системах / Н.М. Вихров. – СПб.: Политехника, 2003. – 418 с.

REFERENCES

1. Boky, B.V. and Bunko, T.V. (2011), "About the formalized invariant method of description by nonlinear multipolar of areas of mine ventilation network with indefinite by a structure and aerodynamic parameters", *Geotechnical mechanics*, no. 92, pp. 264-274.
2. Bulat, A.F., Bunko T.V. and Kokouly, I.Ye. (2005), "Methodology search of rational parameters of the mine ventilation system in the conditions of vagueness", *Geotechnical mechanics*, no. 56. - pp. 3-8.
3. Yvannykov, A.L. (2009), "Mathematical design of mine ventilation networks containing making with unsteady ventilation": Abstract of Ph.D. dissertation, 05.13.08, Moscow, Russia.
4. Zhuk, A.B. and Smirnova, M.S. (2007), "Control of technological systems in the conditions of vagueness", *Avtomatizatsiya, informatizatsiya, innovatsiya transportnikh system. Sbornik nauchno-tekhnicheskikh statey*, SPb: izd-vo "Park", no.1, pp. 193-199.
5. Smyrnova, M.C. (2007), "Value qualities of unclear models", *Avtomatizatsiya, informatizatsion, innovatsiya transportnikh system. Sbornik nauchno-tekhnicheskikh statey*, SPb:SpbGUVK, no. 2., pp. 22-26.
6. Kulibanov, Yu.M., Kutuzov, O.I., Zhernovkova, S.L. and Zavyalov, N.M. (2003), *Imitatsionnoye modelirovaniye: stasticheskii metod* [Imitation modelling: statistical method], SPb: Shipbuilding, Spb, Russia.
7. Ponomarenko, T.V. (2001), "Development of methods of calculation of optimum aerodynamic parameters of developing mine ventilation networks", Abstract of Ph.D. dissertation, 05.15.11, Dnepropetrovsk, Ukraine.
8. Bunko, T.V., Kokouly, I.Ye., Alab'ev, V.R. and Kocherga, V.N. (2004), "Working out of information-analitical technologies of designing and control ventilation and degassing systems of deep methane-saturated mines", *Puti sovershenstvovaniya bezopasnosti gornikh rabot v ugolnoy otrasli: tezisы dokladov of nauchno-praktycheskoy konferentsiyi*: Makeevka - Svyatogorsk, Ukraine.
9. Kруглов, Yu.V. (2004), "Problems of automation calculations of ventilation networks of mining enterprises", *Strategiya i processy osvoyeniya georesursov: materials of the Scientific session of the mine institute of UrO*

WOUNDS on results SYR in 2003, Perm, 19-23 apr. 2004, Perm: Yzd-vo of mine yun-ti UrO RAS, Russia.

10. Savelev, M.V and Fedoseyev, S.V. (2004), "Method of operative estimation of developing ventilation networks", *Izvestiya vuzov Sev.-Kavk. Region. Tech.*, no. 1, pp. 78-81.
11. Bunko, T.V., I.E. Kokoulin, I.Ye., Dudnik, M.N. and Zhalilov, A. Sh. (2014), "Validation of ergonomical base of marchroutes motion of mining masters in the time of collection of information about the condition of reconfigurational mine ventilation network", *Geotechnical mechanics*, no. 114, pp. 84-89.
12. State committee of Ukraine on industrial safety, labour protection and mining supervision (2010), NPAOP 10.0-1.01-10: Pravila bezpeki u vugilnirh shakhtakh [NPAOP 10.0-1.01-10 Rules of safety in coal mines], Kiev, Ukraine
13. Bunko, T.B. (2005), "Method of authentications of ventilation networks with indefinite aerodynamic parameters", *Geotechnical mechanics*, no. 57, pp. 233-238.
14. Vikhrov, N.M. (2003), *Upravleniye i prinyatiye resheniy v proizvodstvenno-tekhnologicheskikh sistemakh* [Management and acceptance of decisions in the production-technological systems.] — SPb.: Polytekhnika, 2003, Ukraine.

Про авторів

Бунько Тетяна Вікторівна, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник у відділі проблем розробки родовищ на великих глибинах Інституту геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпропетровськ, Україна, bunko2007@mail.ru

Кокюлін Іван Євгенович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник у відділі проблем розробки родовищ на великих глибинах Інституту геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпропетровськ, Україна, bunko2007@mail.ru

Жалілов Олександр Шамільєвич, інженер, головний механік ДП «Селідоввугілля», Селідове, Україна, alnat01@mail.ru

About the authors

Bunko Tatyana Viktorovna, Doctor of Technical Sciences (D.Sc), Senior Researcher, Senior Researcher in the Department of Mineral Mining at Great Depths N.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, bunko2007@mail.ru

Kokoulin Ivan Yevgenyevich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Researcher, Senior Researcher in the Department of Mineral Mining at Great Depths N.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, bunko2007@mail.ru

Zhalilov Alexandr Shamilyevich, Master of Science, Chief mechanical engineer of the state enterprise «Selidovugol», Selidovo, Ukraine, alnat01@mail.ru.

Анотація. Розглянуто два типи реконфігурації шахтної вентиляційної мережі (ШВМ): перший - коли вентиляційні системи вугільних шахт в ході ведення гірських робіт змінюють свою структуру і параметри об'єктів провітрювання, при цьому спостерігається стійка тенденція до їх ускладнення, другий - коли для забезпечення повітрям об'єктів провітрювання в ході експлуатації необхідно вентиляційну систему реконфігувати з метою адаптації її до зміни об'єкту експлуатації. Визначені задачі щодо створення методичного забезпечення проектування і управління вентиляційними системами з такими особливостями, які відрізняють реконфігуруєму систему від спроектованої, з використанням існуючих методів структурно-параметричної ідентифікації. Виконаний аналіз видів, причин і класифікація виникнення інформаційної невизначеності, виникаючих в процесі проектування і управління реконфігуруємими мережними об'єктами. Визначені наукові задачі, рішення яких необхідні для розробки коректних методів проектування і управління складними реконфігуруємими об'єктами в умовах неповної інформації про об'єкт управління.

Ключові слова: реконфігурація шахтної вентиляційної мережі, повітроділення, структурно-параметрична ідентифікація.

Abstract. Two types of reconfiguration mine ventilation network (SHVS) are considered: first - when the vent systems of coal mines during the conduct of mine works change the structure and parameters of ventilation objects, here is a steady tendency to their complication, second - when for providing by air of ventilation objects during exploitation it is necessary ventilation system of reconfigure with the purpose of adaptation of it to the change of object of exploitation. Tasks on creation of the methodical providing of planning and management of the ventilation systems with such features which distinguish the reconfigurational system from the structure-structural-parametrical authentication designed with the use of existent methods are certain. The analysis of prospects is executed, reasons and classification of origin of informative vagueness, arising up in the process of planning and management by reconfigurational network objects. Scientific tasks the decision of which is needed for development of correct methods planning and management by difficult reconfigured objects in the conditions of incomplete information about the object of management are certain.

Keywords: reconfiguration of mine ventilation network, air-distribution, structural-parametrical authentication.

Статья поступила в редакцию 08.09.2014

Рекомендовано к публикации д-ром техн. наук С.П. Минеевым