

ЛОГИКО–ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ШАХТ

В.В. Слесарев, А.Н. Коваленко, А.М. Алексеев, НГУ,
Днепропетровск, Украина

Візуалізація аварійних процесів на моделях вентиляційних систем шахт. Ці явища описуються реченнями російської мови, які формуються і зберігаються в спеціальних базах знань. Рішення при ліквідації наслідків аварії визначаються шляхом перетворення речень по визначених правилах для кожного проблемного середовища існування автоматизованої системи.

В настоящее время на шахтах при составлении и вводе в действие планов ликвидации аварий (ПЛА) необоснованно мало используется процесс визуализации аварийных процессов на сетевых моделях вентиляционных систем шахт. В работах [1,2,3] была впервые научно обоснована возможность эффективного использования лингвистических переменных в сочетании с нечёткой логикой для описания аварийных процессов и выработки решений при управлении вентиляционными системами шахт. Это дало возможность применить методы ситуационного анализа и управления при разработке и вводе в действие ПЛА, а также работать в направлении создания экспертных систем управления безопасностью на шахтах и рудниках. Такая система в настоящее время разрабатывается на шахте «Западно – Донбасская» объединения «Павлоградуголь». Она включает в свой состав три основные автоматизированные компьютерные подсистемы: управления вентиляционной системой в нормальных и аварийных условиях эксплуатации шахты; составления и ввода в действие ПЛА; принятия решений при ликвидации последствий аварий на шахте.

Автоматизированная подсистема составления ПЛА производит выбор мероприятий в соответствии с заданными позициями и выдаёт распечатку оперативной части ПЛА в установленной форме [4]. Несмотря на то, что вышеуказанная подсистема даёт большой выигрыш времени при определении списка мероприятий по ликвидации аварий, следует отметить, что она формирует оперативную часть ПЛА только для заранее заданных позиций. Выбор

соответствующих оперативных мероприятий для ликвидации последствий аварий произвольного вида в непредусмотренном месте шахты, указанной выше подсистемой в настоящее время, не осуществляется. Сложность формализации процессов составления ПЛА и принятия решений при оперативной ликвидации возникших аварий в шахте заключается в необходимости отображения действий человека – оператора (руководителя аварийных работ), который должен принимать как количественные, так и качественные (на уровне лингвистических переменных) решения по заранее установленным правилам. Эта модель знаний хранит: описания аварийных ситуаций; процедуры конкретизации или обобщения этих ситуаций; процедуры их адаптации реальным условиям, сложившимся на объекте управления; схемы принятия решений по ликвидации последствий аварий. Классы ситуаций строятся экспертно на основе базы правил по составлению ПЛА [4,5]. После того как классы построены, каждая конфликтная ситуация должна быть распознана, т. е. признаки конфликтных ситуаций сравниваются с признаками классов, пока не совпадут с признаками одного из них. Если такой класс найден и ему соответствует единственное решение, то оно запоминается и переводится с реляционного языка на обычный разговорный. После этого генерируется текст позиций ПЛА или готовые решения по ликвидации последствий аварий. Все эти, выше рассмотренные, подсистемы связаны единой базой данных и знаний о шахте. Они функционируют в едином информационном пространстве и включают в свой состав сведения обо всех технологических процессах на шахте. В частности, речь идёт о системе вентиляции горных выработок, системе добычи угля, транспорта, энергообеспечения, противопожарной системе и т. п. Эта база данных (БД) и знаний формируется в процессе эксплуатации шахты, а также на основании проигрывания аварийных ситуаций на гибкой сетевой модели её вентиляционной системы и логико – лингвистических моделях (ЛЛМ) других технологических процессов. Составление ПЛА и принятие решений при ликвидации последствий аварий производится с наиболее большим возможным использованием наряду с количественной и качественной (на уровне лингвистических переменных) информации. Семантический анализ языка описания оперативной части ПЛА и соответствующих нормативных документов позволил установить 532 понятия и около 50 отношений между ними. Были установлены и основные правила преобразования первоначальной лингвистической информации с целью получения новых знаний о шахте в аварийной обстановке. Это даёт основание

для утверждения о разработке первого варианта языка представления знаний (ЯПЗ) о шахте в аварийной обстановке.

Основные ЛЛМ, входящие в состав разрабатываемой системы.

1. Семантическая модель распространения продуктов горения, газов и температурных полей в подземных выработках шахты.

Основные понятия: «газы», «дым», «концентрация», «интенсивность», «температура», «большая», «средняя», «малая», «горная выработка». Понятия, обладающие качеством, при их визуализации имеют свою окраску.

Основные отношения: «обладания качеством», «места», «временные», «пространства», «наименование», «И», «ИЛИ», «ЕСЛИ – ТО».

2. Маршруты эвакуации людей в безопасные места или на поверхность.

Основные понятия: «горная выработка», «наименование», «от», «до», «в», «на».

Основные отношения: «места», «временные», «пространства», «И», «ИЛИ», «ЕСЛИ – ТО».

3. Маршруты движения отделений ВГСЧ.

Основные понятия: «горная выработка», «наименование», «от», «до», «в», «на».

Основные отношения: «места», «временные», «пространства», «И», «ИЛИ», «ЕСЛИ – ТО».

4. Управляемость расходами воздуха в каждой горной выработке (или её участке) в нормальных и аварийных условиях эксплуатации.

Основные понятия: «расход воздуха», «значительный отрицательный»,...,«значительный положительный», «открыт», «закрыт», «остановлен», «реверсирован».

В зависимости от величины расхода воздуха участок горной выработки окрашивается в различные оттенки синего или красного цвета.

Основные отношения: «имеет значение», «состояния», «горная выработка», «наименование», «И», «ИЛИ», «ЕСЛИ – ТО».

Все эти процессы представляются на сетевых моделях вентиляционных систем шахт. Они имеют свою строго определённую окраску. Динамика этих процессов отображается на экранах дисплеев в реальном масштабе времени. В случаях использования системы в экстремальных ситуациях моделирование аварийных процессов производится в ускоренном варианте. Ключевым моментом данного проекта является создание структурной (подчеркивающей

организацию системы) модели вентиляционной системы шахты. Среди всех способов практической реализации наглядного моделирования были выбраны графы, поскольку они являются удобным языком для визуализации и эффективным инструментом решения задач, относящихся к весьма широкому кругу проблем. Наглядное моделирование предусматривает рассмотрение сложных информационных объектов и процессов, характеризующихся высокой степенью абстракции. Использование моделей в виде графов позволяет представить эти объекты и процессы в доступной для понимания наглядной форме. В нашем случае в качестве рёбер графа выступают отдельные участки горных выработок, а в качестве узлов – их пересечения. Каждое ребро будет иметь свою длину (длину участка горной выработки) – то есть граф будет взвешенным. Такой подход позволяет очень просто и быстро образовать модель на основе реального объекта и, в то же время, не создаёт особых трудностей при организации хранения и редактирования данных на ЭВМ. Для этого используется сервер баз данных Firebird. Структура графа представляется всего в виде 2 таблиц:

- список вершин графа – здесь хранятся номера всех вершин
- список рёбер графа – здесь хранятся номера двух вершин, которые соединяет данное ребро, а также длина, поперечное сечение, наименование горной выработки и другие характеристики.

Используя несложный пользовательский интерфейс и средства СУБД Firebird можно легко изменять структуру графа, создавая, редактируя и удаляя вершины или рёбра из соответствующих таблиц.

Однако, большие объемы данных, необходимые при моделировании вентиляционной системы, тяжело проанализировать, не прибегая к их визуализации. Известно, что человек лучше всего понимает и проникает в суть исследуемого объекта, когда он может "погрузиться в мир исследуемого объекта", то есть в пространство модели, и когда его "погружение" усиливается возможностью непосредственно манипулировать данными в пространстве модели. Поэтому в качестве метода визуализации было выбрано создание полноценной 3-х мерной модели объекта. Для реализации этого используется OpenGL - одно из самых популярных прикладных программных интерфейсов (API – Application Programming Interface) для разработки приложений в области двумерной и трехмерной графики.

Для того чтобы обеспечить 3-х мерное представление графа, в таблицу вершин добавлены поля для хранения координат X, Y, Z. Рассмотрим теперь алгоритм построения дерева: - извлекаем все данные о вершинах и рёбрах из БД; -для отображения вершин используем функцию библиотеки GLU - gluSphere(); -для отображения рёбер используем функцию из той же библиотеки gluCylinder (). Но, поскольку для рёбер мы храним только номера вершин, которые они соединяет, у нас нет возможности напрямую рисовать цилиндры. Для этого была реализована функция, позволяющая рисовать ребро графа по координатам вершин, которые он связывает. Также эта функция отображает дополнительные характеристики ветви – наименование горной выработки, направление воздушной струи, аэродинамическое сопротивление и другие параметры. Далее необходимо обеспечить удобный просмотр построенной модели графа. Для этого используется стандартный набор функций OpenGL для модельно-видового преобразования glTranslate(), glRotate(), glScale(). Управление текущей позицией просмотра осуществляется с помощью клавиатуры и мыши.

Для того чтобы пользователь имел возможность изменять структуру модели, необходимо реализовать механизм выделения отдельных объектов. Основная масса способов решения этой задачи основана на вычислении, так называемого, «селектирующего» отрезка (СО), проходящего через точку наблюдения и координаты курсора мыши в мировой системе координат (МСК). После чего, все объекты сцены тестируются на пересечение с этим отрезком и в зависимости от результата выделяются (например, окрашиваются особым цветом). Но в данном проекте было решено использовать другой метод – основанный на буфере цвета. Принцип метода состоит в том, что каждому объекту в сцене присваивается уникальный цвет, которым он собственно и отображается, и по щелчку мыши определяется цвет пикселя, находящегося под курсором. Так как каждому цвету соответствует единственный объект – то его идентификация не вызывает особых трудностей. После выделения, в панели свойств появляется список всех доступных для редактирования характеристик выбранного объекта. Все произведённые изменения сразу же сохраняются в БД.

Разработанные методы визуализации аварийных процессов на экранах дисплеев компьютеров позволили более оперативно и точно выработать оперативные мероприятия для позиций ПЛА, что

особенно важно в экстремальных ситуациях – ликвидации последствий аварий.

Список литературы

1. Коваленко А. Н. Обоснование представления параметров систем управления воздухораспределением посредством лингвистических переменных. / И – т геотехн. мех. АН УССР, - Днепропетровск, 1983. – 21 с. – Деп. в ВИНТИ 26. 01. 84., №890.

2. Кимельман Э.А., Коваленко А.Н. Диалоговая автоматизированная система принятия решений при управлении воздухораспределением в подземных выработках шахт // Изв. вузов. Горный журнал. – 1987. -№7,С. 100 – 105.

3. Потёмкин В.Я.,Коваленко А.Н., Кимельман Э.А. Принятие решений при управлении воздухораспределением в подземных выработках шахт // Изв. вузов. Горный журнал. – 1987. - №6, С. 114 – 118.

4. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. Издание второе, переработанное и дополненное. М., «Недра», 1977, 223 С.

5. Устав ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ. М., «Недра», 1971, 196 С.

Работа поступила в редакцию 18.05.2007.