

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

АЛЕКСЄЄВ ОЛЕКСІЙ МИХАЙЛОВИЧ

УДК 681.3:004.8:622.867

**СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ АВАРІЙ НА ШАХТАХ**

Спеціальність 05.13.07 – автоматизація процесів керування

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2014

Дисертація є рукописом.

Робота виконана на кафедрі системного аналізу та управління Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (м. Дніпропетровськ) Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор

Слесарєв Володимир Вікторович,

завідувач кафедри системного аналізу та управління Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (м. Дніпропетровськ) Міністерства освіти і науки України.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Скобцов Юрій Олександрович,** Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет» Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри автоматизованих систем управління.

кандидат технічних наук, доцент **Шекета Василь Іванович,** Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки України, доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем.

Захист відбудеться “ _____ ” _____ 2014 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.08.080.07 при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19, тел. 47-24-11).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.

Автореферат розісланий “ _____ ” _____ 2014 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
Д.08.080.07, канд. техн. наук, доц.

О.В. Остапчук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Важливу роль у зменшенні важкості наслідків від аварій на шахтах відіграє правильність і обґрунтованість рішень, що приймаються посадовими особами органів управління діями підрозділів державної воєнізованої гірничорятувальної служби (ДВГРС), організаційними та технологічними системами на шахтах, керівником аварійних робіт (КАР), штабом ліквідації аварії. Крім того, відсутність у багатьох випадках на практиці інформації, необхідної для об'єктивної оцінки ситуації на місці аварії, призводить до вимушеного, технічно і економічно невиправданого резервування сил і засобів, необхідних для ліквідації наслідків аварії. Таким чином, ускладнюються питання інформаційного забезпечення для посадових осіб органів управління процесами ліквідації аварій. Крім того, істотно підвищується значення і цінність своєчасної та достовірної інформації про шахту в аварійній ситуації, яку повною мірою можна розглядати як один з видів ресурсів, що забезпечують ефективність ліквідації аварій.

Вирішенню задач складання і введення в дію планів ліквідації аварій, та розробкою систем інтелектуальної підтримки прийняття рішень присвячені роботи вчених: Грекова С.П., Кравченко М.В., Кокоуліна І.Е., Лебедева В.І., Мутанова Г.М., Пашковського П.С., Потьомкіна В.Я., Скобцова Ю.О., Соболева Г.Г., Пучкова Л.А. Шекети В.І. та ін.

Актуальність обраного напрямку дослідження обумовлюється тим, що великі і складні аварії, як правило, рідкісні і унікальні. Отже, у цих випадках основними факторами, що сприяють успіху роботи особи, яка приймає рішення (ОПР), стає, крім професійної компетенції ОПР, вміння одержати необхідну інформацію і зробити правильні висновки при її недостатності або суперечливості. Тому, в складних ситуаціях необхідно максимально використовувати досвід висококваліфікованих фахівців з ліквідації аварій. Такий досвід, накопичений в розробленій системі інтелектуальної підтримки та прийнятті рішень (СІППР), може бути успішно застосований при вирішенні завдань тактичної підготовки керівників гірничорятувальних підрозділів, розробці оперативних планів, а також при коригуванні планів ліквідації аварій (ПЛА) на шахтах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності з державною програмою «Розвиток і реформування гірничо-металургійного комплексу України до 2010 року» та «Державною програмою активізації розвитку економіки на 2013 - 2014 роки». В основу роботи покладені матеріали, які узагальнюють дослідження автора у рамках реалізації науково-дослідних робіт, що виконувалися в Державному ВНЗ «Національний гірничий університет» у відповідності з законом України № 2623-14 від 11.07.2001 «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки», Постановами Кабінету Міністрів України: «Про заходи щодо розвитку гірничо-металургійного комплексу», «Про хід виконання Програми розвитку залізорудної промисловості України», «Державної комплексної програми

розвитку України», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України, а також відповідно до «Основних напрямів енергетичної стратегії України на період до 2030 року». Дисертаційна робота є складовою частиною досліджень, проведених в Національному гірничому університеті за держбюджетними науково-дослідними роботами: «Дослідження та розробка методів діагностування і управління технологічними процесами у гірничій промисловості» (№ 0105U005085), а також «Інтелектуальні технології управління процесами гірничого виробництва в задачах енергозбереження та енергоефективності» (№ 0113U000402), у яких автор брав участь як виконавець.

Метою роботи є підвищення ефективності та достовірності рішень, що приймаються посадовими особами органів управління при ліквідації аварій у шахті на основі розробки і застосування комплексу моделей і алгоритмів, які забезпечують автоматизацію процесу акумулювання досвіду фахівців і повторного його використання при попередньому плануванні оперативно-тактичних дій підрозділів ДВГРС.

Сформульована мета роботи обумовила необхідність вирішення наступних задач:

- аналіз особливостей системи оперативного управління підрозділами ДВГРС при ліквідації аварій на шахтах;

- розробка концептуальної моделі системи оперативного управління силами і засобами ДВГРС при ліквідації аварій на шахтах, яка формально описує знання, що відображають сутність досліджуваної предметної області;

- розробка механізму акумулювання в базі знань досвіду управління оперативно-тактичними діями підрозділів ДВГРС при ліквідації аварій і його використання для формування тактичних планів дій гірничорятувальних підрозділів;

- визначення функціональної структури системи, що забезпечує автоматизацію процесу підготовки управлінських рішень, з використанням акумульованого в системі досвіду з ліквідації аварій на шахтах;

- розробка методики проектування СІППР для органів управління при ліквідації аварій на шахтах;

- розробка методики прийняття рішень з управління організаційними і технологічними системами шахт в аварійній обстановці на основі перетворення інформації, що міститься в ПЛА.

Об'єктом дослідження є процес управління силами і засобами гарнізонів ДВГРС при вирішенні оперативно-тактичних завдань, пов'язаних з ліквідацією аварій на шахтах.

Предметом дослідження є методи та алгоритми інтелектуальної підтримки прийняття рішень органами оперативного управління при ліквідації аварій на шахтах, що забезпечують автоматизацію накопичення та повторного використання експертних рішень проблемних ситуацій (оперативно-тактичного досвіду).

Методами дослідження є математичний апарат теорії нечітких множин (для перетворення лінгвістичної інформації та переходу на «кількісний» рівень керування аварійними процесами, що підвищує швидкість і точність розрахунку великих мережевих моделей вентиляційних систем шахт), математичної логіки (для перетворення лінгвістичної інформації за допомогою нечітких простих операцій), формальної семантики мов (для вводу в інформаційну систему знань експертів досліджуваної Про), методи представлення знань і баз даних, а також сучасні методології побудови програмних комплексів і систем (для підтримки прийняття рішень при управлінні технологічними та організаційними системами шахт при ліквідації аварій).

Наукові положення:

1. Подання аварійної ситуації у вигляді онтологічної бази знань, яка формується на основі лінгвістичної інформації про історію аварійних ситуацій, регламентуючої інформації та інформації моніторингу, дозволяє формувати керуючі впливи у вигляді логічних операцій над лінгвістичними структурами онтологічної бази знань, що забезпечує підвищення швидкості прийняття рішень при ліквідації аварій.

2. Ідентифікація прецедентів аварійних ситуацій, яка здійснюється за інтегральним і диференціальним критеріям подібності аварії і прецедентів з урахуванням регресійних зв'язків між значеннями контрольованих параметрів і прийнятими рішеннями, на відміну від відомих методів дозволяє збільшити точність опису аварійних прецедентів, що підвищує оперативність, достовірність та ефективність прийнятих рішень.

Наукові результати:

1. Вперше побудована логіко-математична модель предметної області «Система інтелектуальної підтримки прийняття рішень при ліквідації аварій на шахтах», що стало можливим в результаті розробки формальної мови представлення знань про цю область.

2. Розроблений метод формування планів оперативно-тактичних дій підрозділів ДВГРС, що відрізняється від відомих можливістю використання акумульованого у базі знань досвіду з ліквідації аварій.

3. Вперше розроблена фреймово-продукційна мережева модель представлення знань досліджуваної предметній області.

4. Розроблені методи підтримки прийняття рішень при управлінні організаційними і технологічними системами шахти в екстремальних ситуаціях, що відрізняються від відомих перетворенням інформації, яка міститься в планах ліквідації аварій, що забезпечило своєчасну адаптацію і точніше коректування ПЛА.

Обґрунтування і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується коректністю постановки і вирішення задач, використанням фундаментальних положень, апробацією використовуваних методів, теорією інтелектуальних систем.

Практичні результати.

Розроблені рекомендації з впровадження програмного і інформаційного забезпечення автоматизованих систем:

- підтримки прийняття рішень посадовими особами органів управління ДВГРС при ліквідації аварій на шахтах;

- логіко-математичного моделювання аварійних процесів і адаптації позицій в планах ліквідації аварій;

- проведення експертизи управлінських рішень, ділових ігор при підготовці і підвищенні кваліфікації посадових осіб органів управління ДВГРС і рятувальників.

Сукупністю перерахованих результатів є єдиний комплекс науково-методичних пропозицій, математичних моделей, алгоритмів і методик, програмного забезпечення, який дозволяє розробляти інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень, що забезпечують можливість повторного використання посадовими особами органів управління акумульованого в базі знань досвіду з ліквідації аварій на шахтах і планів ліквідації аварій.

Практична цінність отриманих результатів полягає в розробці інтелектуальних систем підтримки рішень керівниками аварійних робіт при їх ліквідації на шахтах і імітаторів при навчанні особового складу ДВГРС.

Впровадження результатів роботи. Результати роботи прийняті для впровадження у НДІ гірничорятувальної справи і пожежної безпеки «РЕСПИРАТОР» (м. Донецьк). Отримані в дисертації теоретичні і практичні результати впроваджені в навчальний процес при підготовці фахівців із спеціальностей «Системний аналіз», «Інформаційні управляючі системи та технології» і «Програмне забезпечення автоматизованих систем» в Державному ВНЗ «Національний гірничий університет».

Особистий внесок здобувача. Автором власноруч сформульована мета, задачі, обрані методи досліджень. Всі наукові результати, висновки та рекомендації отримані і сформульовані автором особисто. Здобувач брав участь у розробці спеціального програмного забезпечення, впровадженні результатів роботи в промисловість.

Апробація результатів роботи. За основними положеннями дисертаційної роботи зроблено доповіді на наукових конференціях:

Другій міжнародній науково-технічній конференції «Моделювання і комп'ютерна графіка» (м. Донецьк, ДонНТУ, 2007 р.). Третій науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Інформатика та комп'ютерні технології» (м. Донецьк, ДонНТУ, 2007 р.). Шостій Міжнародній науково-практичній конференції «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем» (м. Дніпропетровськ, ДНУ, 2008 р.). Сьомій міжнародній науково-практичній та методичній конференції «Інформаційні технології в сфері дистанційної освіти, міжнародного співробітництва та інтеграції освіти, науки та виробництва» (м. Дніпропетровськ, НГУ, 2009 р.). П'ятій науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих

науковців «Комп'ютерний моніторинг та інформаційні технології» (м. Донецьк, ДонНТУ, 2009 р.). Міжнародній науково - практичній конференції: «Сучасні напрями теоретичних і прикладних досліджень» (м. Одеса, Одеський національний морський університет, 2009 р.). Десятій міжнародній конференції «Проблеми використання інформаційних технологій у сфері освіти, науки і промисловості» (м. Дніпропетровськ, НГУ, 2013 р.).

За матеріалами дисертації автором особисто і в співавторстві опубліковано 16 робіт, у тому числі 9 у наукових фахових виданнях (1 у наукометричній базі Scopus), 7 у матеріалах міжнародних та науково-технічних конференцій.

Обсяг та структура роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновку, списку використаної літератури й додатків. Загальний обсяг роботи - 351 сторінка, із них 151 сторінка – основний текст. Дисертація містить 16 рисунків, 11 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 89 найменувань на 12 сторінках і 11 додатків на 172 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи для гірничо-металургійного комплексу України, сформульована мета і задача дослідження, наведено відомості про наукову новизну і практичне значення отриманих результатів для інтелектуальної підтримки прийняття рішень при ліквідації аварій на шахтах на основі онтологій проблемної області та прецедентного підходу, наведено відомості про апробацію та впровадження результатів роботи.

У **першому розділі** наведені наступні результати досліджень:

Проведено аналіз можливих аварій на вугільних шахтах, представлена класифікація пожеж і способів їх ліквідації.

Проведено аналіз змісту і специфіки процесу прийняття управлінських рішень керівником аварійних робіт з управління підрозділами ДВГРС, організаційними та технологічними системами шахт при ліквідації аварій, розглянуто чинники, що впливають на невизначеності при розробці цих рішень посадовими особами, дана класифікація помилок в управлінській діяльності КАР.

Проаналізовано існуючі методи підтримки прийняття рішень при управлінні складними, нечітко сформульованими процесами.

Розроблено концептуальну схему системи підтримки прийняття рішень, що складається з чотирьох головних компонент: онтологічної бази знань, аналізу даних, моніторингу об'єкта управління, бази моделей і програмної підсистеми, яка складається з системи управління базою даних та системи управління інтерфейсами між користувачами і комп'ютерами (рис. 1).

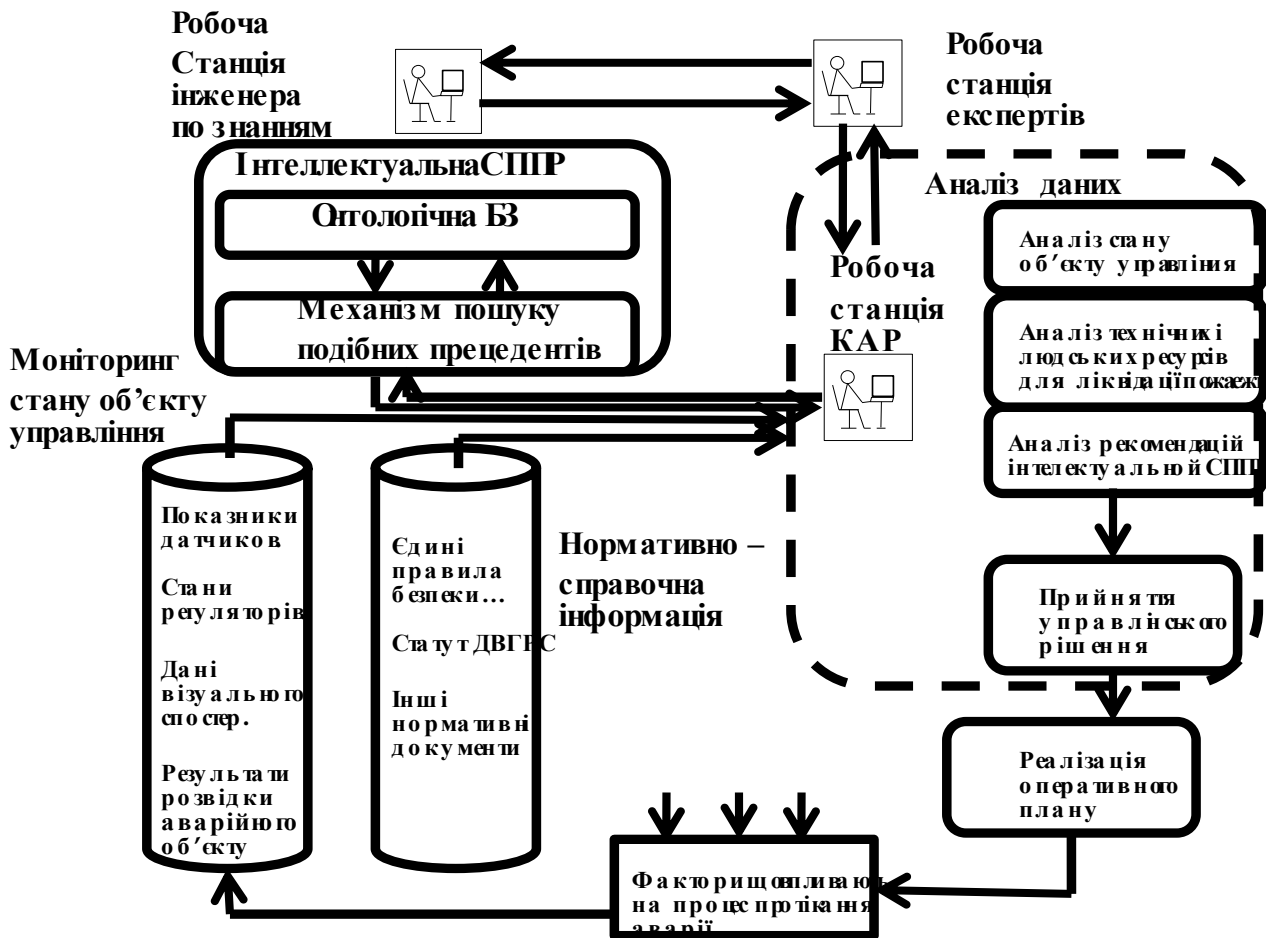


Рис. 1. Концептуальна схема СППР

На основі вище наведеного в цьому розділі сформульована мета і завдання дослідження .

У другому розділі розроблені методи прийняття рішень з управління технологічними та організаційними системами шахти при ліквідації аварій. Рішення при управлінні аварійним провітрюванням виробок шахт приймають за допомогою використання записів в базі знань системи наступного вигляду:

$$\begin{aligned}
 & (Z_{32(j)} R_{3,6} Z_{67}) R_{2,2} [(ZR_{3,7} Z)]_{NS_{j=1}}^{(1)} R_6, R_7; (Z_{32(j)} R_{3,6} Z_{68}) R_{2,2} [(ZR_{3,7} Z)]^{(1)} \\
 & R_6 \cdot R_7 (ZR_{3,7} Z)^{(2)}]_{NS_{j=2}} R_6, R_7; \dots (Z_{32(j)} R_{3,6} Z_{68}) R_{2,2} \dots R_{2,2} [(ZR_{3,7} Z)]^{(1)} \quad (1) \\
 & R_6, R_7 (ZR_{3,7} Z)^{(2)} R_6, R_7 \dots R_6, R_7 (ZR_{3,7} Z)^{(n)}]_{NS=L},
 \end{aligned}$$

де $(ZR_{3,7} Z)^n$ – смисловий ланцюг, що характеризує закритий стан пасивних регуляторів, реверсивний стан або зупинку активних регуляторів; $(Z_{32(j)} R_{3,6} Z_{68})$ – ланцюг, що характеризує належність витрати повітря в гірничій виробці до заданого інтервалу; $Z_{32(j)}$ – значення витрати повітря; $(Z_{67} \div Z_{77})$ – встановлені інтервали значень витрати повітря; (R_6, R_7) – відповідно, сполучники «AND», «OR»; $R_{2,2}$ – відношення «якщо – то»; NS_j – номер запису в базі знань відповідає конкретній гірничій виробці.

Весь діапазон можливих змін витрати повітря в кожній гірничій виробці (у кожному відношенні цього фрагмента бази знань) складатиметься з окремих випадків логічного рівняння (1).

Проводячи операції перетину, об'єднання, конкретизації і узагальнення зі смисловими ланцюжками (1), можна отримати практично весь спектр управлінських рішень з необхідних змін аварійних вентиляційних режимів в гірських виробках шахти. База знань для моделювання шляхів евакуації людей з шахти та маршрутів руху рятувальників будується у вигляді текстових структур, отриманих шляхом експертних оцінок і проведення логіко-математичного моделювання (ЛММ) аварійних процесів на мережевих моделях вентиляційних систем шахт. При цьому можливі рішення визначаються з використанням принципів нечіткої логіки.

$$M_0 = \min_{\mu_{(J,i)} \cup \mu_{(Z,i)}} [\text{Max}_{\mu_{(J,i)} \cap \mu_{(Z,i)}} (K_{(S)[\text{множина маршрутів евакуації людей}]_{(J,i)}}, K_{(S)[\text{аварійних зон}]_{(Z,i)}})] \quad (2)$$

де $K_{(I,i)}$ - клас I - маршрутів евакуації людей і руху гірничорятувальників, складених з i - гірничих виробіток; $K_{(Z,i)}$ - клас Z - зон загазованості і температурних полів в вентиляційній системі шахти; $\mu_{(I,i)}, \mu_{(Z,i)}$ - відповідно, ймовірність знаходження людей в i - й виробці I - го маршруту та належність значення «концентрації» шкідливих газів або «температурі» встановленим інтервалам шкал. В цьому ж розділі розглядається варіант структури нечіткої мережі бази знань про розподіл витрати повітря в виробках шахт в залежності від станів активних і пасивних регуляторів. Узагальнена схема вводу в моделі нечіткої нейронної мережі при використанні M правил і N змінних z_i представляється в вигляді системи рівнянь:

$$\begin{aligned} & IF(z_1.R.\frac{Z_1^{(1)}}{\text{var}[0 < \mu_{11} \leq 1]}).(AND, OR).(z_2.R.\frac{Z_2^{(1)}}{\text{var}[0 < \mu_{12} \leq 1]}).(AND, OR)...(AND, OR).(z_N.R.\frac{Z_N^{(1)}}{\text{var}[0 < \mu_{1N} \leq 1]}), THEN - q_1 = q_{10} + \\ & IF(z_2.R.\frac{Z_1^{(2)}}{\text{var}[0 < \mu_{21} \leq 1]}).(AND, OR).(z_2.R.\frac{Z_2^{(2)}}{\text{var}[0 < \mu_{22} \leq 1]}).(AND, OR)...(AND, OR).(z_N.R.\frac{Z_N^{(2)}}{\text{var}[0 < \mu_{2N} \leq 1]}), THEN - q_2 = q_{10} + \\ & \dots \\ & IF(z_1.R.\frac{Z_1^{(M)}}{\text{var}[0 < \mu_{M1} \leq 1]}).(AND, OR).(z_2.R.\frac{Z_2^{(M)}}{\text{var}[0 < \mu_{M2} \leq 1]}).(AND, OR)...(AND, OR).(z_N.R.\frac{Z_N^{(M)}}{\text{var}[0 < \mu_{MN} \leq 1]}), THEN - q_M = q_l \end{aligned} \quad (3)$$

де Z_i – стани управляючих органів активних и пасивних регуляторів; q - управляючий параметр; $\mu_A(z_i)$ – представляє оператор, що характеризує належність значення управляючого параметру до заданого інтервалу. Умова $IF(z_i.R.\frac{Z_i^{(1)}}{\text{var}[0 < \mu \leq 1]})$ реалізується функцією нечіткості, яка представляється в мережах в формі алгебраїчного добутку узагальненої функцією Гауса окремо для кожної змінної.

Визначення керуючих впливів в технологічних системах шахти при аварійних ситуаціях проводиться за наступним алгоритмом.

Крок 1. При встановленні відповідності реальної оперативної обстановки та аварійної ситуації, отриманої в результаті моделювання пожежі на мережевий моделі вентиляційної системи шахти (структурна ідентифікація) використовується наступний вираз:

$$\begin{aligned} & \text{Sim}_{is-a} (K_{[\text{ààà}\delta^3\epsilon\text{í}\grave{\epsilon}\delta - \zeta\hat{\text{í}}\text{í}]_{(\hat{A}\hat{\text{r}})_{(I)}}}, K_{[\text{ààà}\delta^3\epsilon\text{í}\grave{\epsilon}\delta - \zeta\hat{\text{í}}\text{í}]_{(\text{DD})_{(I)}}}) = \\ & | K_{[\text{ààà}\delta^3\epsilon\text{í}\grave{\epsilon}\delta - \zeta\hat{\text{í}}\text{í}]_{(\hat{A}\hat{\text{r}})_{(I)}}} \cap K_{[\text{ààà}\delta^3\epsilon\text{í}\grave{\epsilon}\delta - \zeta\hat{\text{í}}\text{í}]_{(\text{DD})_{(I)}}} | / \\ & K_{[\text{ààà}\delta^3\epsilon\text{í}\grave{\epsilon}\delta - \zeta\hat{\text{í}}\text{í}]_{(\hat{A}\hat{\text{r}})_{(I)}}} \cup K_{[\text{ààà}\delta^3\epsilon\text{í}\grave{\epsilon}\delta - \zeta\hat{\text{í}}\text{í}]_{(\text{DD})_{(I)}}} |, \end{aligned} \quad (4)$$

де $K_{(S)[\text{орг.і}_\text{техн.}_\text{зах.}]_{(L)}}$ і $KP_{(S)[\text{орг.і}_\text{техн.}_\text{зах.}]_{(L)}}$ - текстові структури організаційних і технічних заходів ПЛА.

Крок 2. Потім необхідно визначити чи відрізняються технічні та організаційні заходи (6 класів $K_{(i,j,m,k,l,s)}$), раніше проведені із заходами, які передбачені планом для обстановки, що склалася на момент після розвідки шахти підрозділами ДВГРС. Якщо ці заходи мають достатню міру подібності, то додаткових керуючих впливів немає.

Крок 3. З текстовими структурами $K_{(S)[\text{орг.і}_\text{техн.}_\text{зах.}]_{(L)}}$ и $KP_{(S)[\text{орг.і}_\text{техн.}_\text{зах.}]_{(L)}}$ проводиться операція «різність»:

$$\begin{aligned} & K_{(S)[\text{орг.і}_\text{техн.}_\text{зах.}]_{(L)}} - KP_{(S)[\text{орг.і}_\text{техн.}_\text{зах.}]_{(L)}} = K_{(S)[\text{орг.і}_\text{техн.}_\text{зах.}]_{(L)}} \\ & \cap \overline{KP_{(S)[\text{орг.і}_\text{техн.}_\text{зах.}]_{(L)}}}, \end{aligned} \quad (5)$$

де $K_{(S)[\text{орг.і}_\text{техн.}_\text{зах.}]_{(L)}}$ - клас організаційних і технологічних заходів суперкласу можливих прецедентів - позицій ПЛА, встановлений шляхом моделювання пожежі на мережевий моделі вентиляційної системи шахти; $KP_{(S)[\text{орг.і}_\text{техн.}_\text{зах.}]_{(L)}}$ - клас організаційних і технологічних заходів суперкласу (позиції ПЛА), реалізованих після введення в дію ПЛА.

Крок 4. Функція належності для параметрів, порівнюваних класів - визначається за формулою:

$$\mu_{K_{(i)}-KP_{(i)}}(a_{(i)}) = \mu_{K_{(i)} \cap \overline{KP_{(i)}}}(a_{(i)}) = \min(\mu_{K_{(i)}}(a_{(i)}), 1 - \mu_{KP_{(i)}}(a_{(i)})). \quad (6)$$

У результаті проведення операції (5) будуть визначені управляючі дії (рішення), які необхідно реалізувати в кожному конкретному випадку – аварії на шахті.

У третьому розділі побудована онтологічна модель предметної області для розробки системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень при управлінні діями підрозділами гірничорятувальників. Для моделювання (складання онтологій логічних правил) досліджуваної предметної області

обраний математичний апарат ненасичених систем логічних співвідношень другого порядку, наприклад, виду:

Якщо потрібен порятунок людей, то пріоритет основної мети порятунок дорівнює 1. **Якщо** необхідно запобігти вибуху, а порятунок людей не потрібен, **то** пріоритет основної мети запобігання вибуху дорівнює 1. **Якщо** не потрібно запобігати вибуху і рятувати людей, сил і засобів достатньо для локалізації та ліквідації пожежі, **то** пріоритет основної мети ліквідація горіння дорівнює 1. **Якщо** не потрібно запобігати вибуху і рятувати людей, сил і засобів недостатньо для локалізації та ліквідації пожежі, **то** пріоритет основної мети захист об'єктів дорівнює 1. Якщо горінням охоплений об'єкт, який не являє собою цінність, і створилася загроза до об'єкту що знаходиться поруч, **то** пріоритет основної мети дорівнює 1. «(t : I [1, кількість моментів]), (f: всі вогнища пожежі (t)), (v: всі поставлені мети (t)), рятування людей $\in v(t) \Rightarrow$ пріоритет (рятування людей) =1, рятування людей $\notin v(t) \& (V (ff: f) (вибух \in ОФП(ff(t)))) \Rightarrow$ запобігання вибуху $\in v(t) \&$ пріоритет (запобігання проявів ОФП) =1, ліквідація горіння $\in v(t) \&$ (запобігання проявів ОФП) =1 $\notin v(t) \&$ (факт. кількість сил и засобів (t, ліквідація горіння) \geq необхідної кількості сил (t, ліквідація горіння) \Rightarrow пріоритет (ліквідація горіння) =1, (ліквідація горіння $\in v(t) \&$ запобігання проявів ОФП $\notin v(t) \&$ факт. кількість сил и засобів (t, ліквідація горіння) \leq необхідної кількості сил и засобів (t, ліквідація горіння)) $V (\{ліквідація горіння, запобігання проявів ОФП\} \cap v(t) = \emptyset) \Rightarrow$ пріоритет (захист об'єктів) =1.

Якщо небезпечні фактори пожежі загрожують життю людей і їх порятунок неможливий без використання технічних засобів, введення вогнегасних засобів. Мається загроза поширення вогню і диму по шляхах евакуації, **то** передбачається застосування небезпечних для життя людей вогнегасних речовин і складів. Сили і засоби зосереджуються і вводяться для забезпечення рятувальних робіт: (t: I[, число моментів-1]), (v: всі поставлені цілі (t)), (e: люди на об'єкті(t)), (f: всі вогнища пожежі (t)), (r: всі відділення (t)) кількість (e,t) > 0 & ((V(ff:f) ((вибух \in ОФП (ff, t) & ймовірність прояву (ОФП (ff, t) = висока & місця прояву (ОФП(ff, t)) \cap місцезнаходження (e, t) $\neq \emptyset$ & можливість самостійної евакуації (e, t) = (r,t) \vee {сильне задимлення, поширення горіння}) \subseteq ОФП(ff, t) & місця прояву(ОФП (ff, t)) \cap шляхи евакуації (e, t) $\neq \emptyset$) \vee (подача ПТВ v(t) & місцезнаходження (e, t) \cap (шляхи евакуації, (e, t) U тактичні позиції (t, подача ПТВ)) $\neq \emptyset$ & використовувані ОГВ, (t, подача ОГВ) \subseteq засоби ПТ і ПТВ (z, t) & небезпека для життя (використовувані ОГВ (t, ...)) = ...) \Rightarrow рятування людей $\in v(t)$.

Онтологія причинно-наслідкових зв'язків являє собою незмінну частину (щодо життєвого циклу проектованої системи) знання про залежності, що мають місце в процесі розвитку оперативної обстановки при ліквідації аварії. Структура знання для всіх причинно-наслідкових зв'язків моделей багато в чому подібна. В цьому ж розділі, використовуючи адаптований до ПрО синтаксис і семантику мови, формально описані характеристики оперативної обстановки ПрО, які представлені на рис. 2.

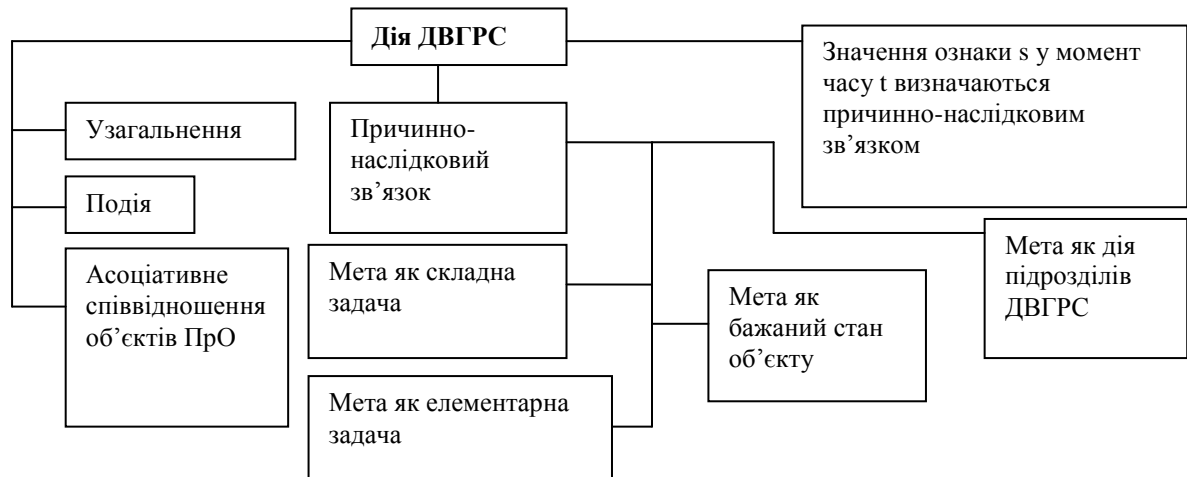


Рис.2. Характеристики оперативної обстановки

Також запропоновано метод ієрархічного мережевого формування планів оперативних дій підрозділів ДВГРС з використанням акумульованих в базі знань прецедентів

У **четвертому розділі** представлені алгоритми генерації управлінських рішень керівників аварійних робіт, які являють собою оперативний план дій з ліквідації аварії або знаходження виходу з конкретної проблемної ситуації. При пошуку використовуються відношення типу «клас-клас» («is-a») (структурна ідентифікація) і «частина-ціле» («part-of») (параметрична ідентифікація).

Локальна міра подібності для відносини «is-a» визначається виразом (7)
Локальна міра подібності для відносини «part-of» - (8):

$$Sim_{is-a}(a[i, j]_p, a[i, j]_q) = \frac{|A_s(a[i, j]_p) \cap A_s(a[i, j]_q)|}{|A_s(a[i, j]_p) \cup A_s(a[i, j]_q)|}, \quad (7)$$

де $A_s(a[i, j]_p)$ - множина класів в онтології прецедентів, з якими порівнюється аварійна ситуація $A_s(a[i, j]_q)$; A_s - множина класів в онтології прецедентів;
 $a[i, j]_p, a[i, j]_q$ - об'єкти в онтології, які входять в множину A_s ;

$$Sim_{po}(q, p) = \left\{ \sum_{n=1}^l \sum_{k=1}^m f(sim_t)(a[i, j]_n^q, a[i, j]_k^p) * w_j \right\} / (l + m), t \in T, a \in A, \quad (8)$$

де i – номер шару в мережі; j – номер атрибуту в шарі мережі; q – атрибути поточних аварійних обставин (запит); p – атрибути прецедентів, що вже мали місце на шахтах; $f(sim_t)$ - функція порівняння простих атрибутів раніше визначених типів T ; $T = \{ "string", "integer", "float", "boolean" \}$. l, m - кількість атрибутів в кожному з екземплярів; w_j - вага, присвоєна атрибуту a . i – номер шару в мережі. Вирази (7, 8) є узагальненими «інтегральними критеріями» для встановлення відповідних прецедентів з аварійними ситуаціями. Диференціальний критерій відповідності визначається як співвідношення аварійного параметра об'єкта управління з аналогічним параметром з базою прецедентів. На рис.3 зображено модель мережної структури інформації про стан шахти в аварійній обстановці з позначеними атрибутами a . Для

позначення атрибутів в примірниках мережових моделей, що описують дії і засоби які застосовуються підрозділами ДВГРС, використовується - b модель цього фрагменту інформації представлена на рис.4.

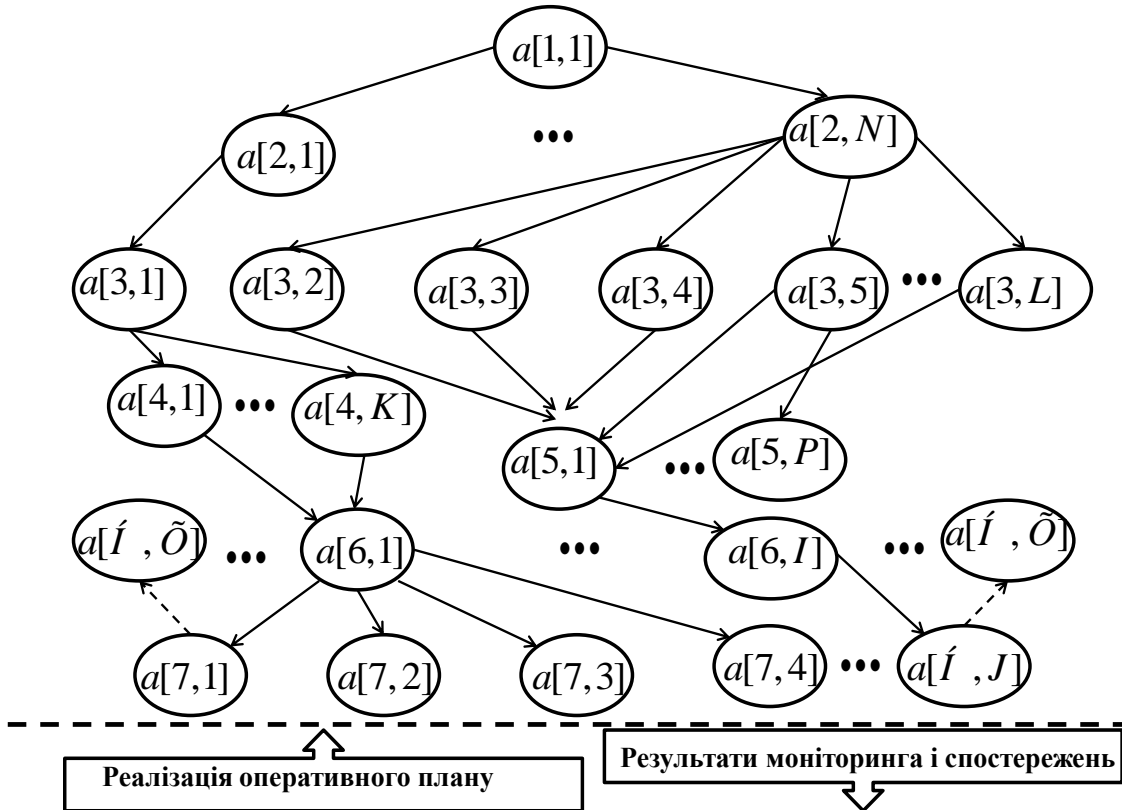


Рис. 3. Модель фрагмента інформації – стан аварійного об’єкта

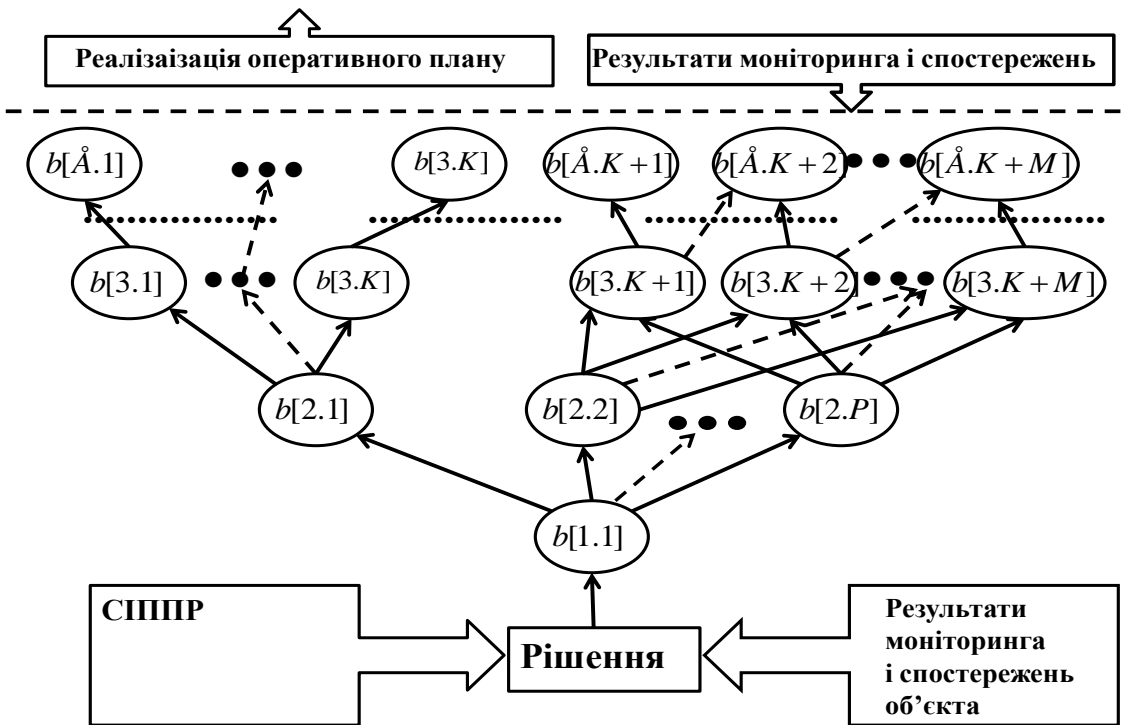


Рис. 4. Модель фрагмента мережової структури інформації про дії підрозділів ДВГРС і застосованих засобах

На рис.3 зображені: $a[1,1] \div a[8,5]$ – параметри (атрибути), що описують стани аварійного об’єкту. На рис.4. визначені: $b[3,1] \div b[3,N]$ – характеристики сил і засобів, що використовуються при ліквідації пожеж на шахтах; $b[3,N] \div b[N,M]$ – засоби ліквідації аварій і характеристики оперативної обстановки для підрозділів ДВГРС на аварійному об’єкті. Глобальна міра подібності визначається за наступною формулою:

$$\max Sim_{glob}(q, p) = [sim_{is-a}(q, p) * w_{is-a} + sim_{po}(q, p) * w_{part-of}] / 2, \quad (9)$$

де w_{is-a} , $w_{part-of}$ – відповідно, ваги відносин «is-a» и «part-of».

Визначення рішень при відсутності подібних прецедентів виконується шляхом виконання операції логічної різниці:

$$a[i, j]_o = | a[i, j]_k^p - (a[i, j]_k^p \cap a[i, j]_k^q) |, \quad (10)$$

де $a[i, j]$ – об’єкти, які в онтології прецедентів з атрибутами мають місце в множинах A_p, A_q ; На основі регресивного зв’язку - $\gamma_{(n,k)}$ поміж параметрами $a[i, j]_o$ і атрибутами $b[n, k]$ (11) устанавлюються потрібні рішення за множиною збережених прецедентів, які спрямовані на ліквідацію аварії.

$$\text{Матриця}_\text{впливів} - \mathfrak{R} = \left\| \begin{array}{l} \text{IF} b[1,1] \text{ THEN } [\gamma[1,1] a[1,1] \cap \gamma[1,2] a[1,2] \cap \dots \cap \gamma[1,n] a[1,n]]; \\ \text{IF} b[2,1] \text{ THEN } [\gamma[2,1] a[2,1] \cap \gamma[2,2] a[2,2] \cap \dots \cap \gamma[2,n] a[2,n]]; \\ \dots \\ \text{IF} b[k,1] \text{ THEN } [\gamma[k,1] a[k,1] \cap \gamma[k,2] a[k,2] \cap \dots \cap \gamma[k,n] a[k,n]]. \end{array} \right\|, \quad (11)$$

де $b[i, j]$ – зміни в керуючому впливі (рішення); $a[i, j]$ – зміни в атрибутах (параметрах) екземплярів аварійних ситуацій; $\gamma[i, j]$ – оператор регресивного впливу рішення на параметр. Коли рішення не впливає на параметр, то $\gamma[i, j] = 0$; $k \neq n$ – відповідно, кількість керуючих впливів (рішень) k не дорівнює числу атрибутів n екземпляра аварійної ситуації.

Якщо знайдено достатньо подібний прецедент у розробленій системі, визначення рішень виконується за аналогією:

$$\{K \rightarrow (\Psi_{Sim_i} S_i)\}_{i=1 \dots n} \cup \{K, M^*, S\} \succ \Psi_{Sim_i} \otimes \xi_i, r_i, \quad (12)$$

де $M^* = \{s_i \Rightarrow (\xi_i, r_i) \mid (s_i, r_i) \in p\}$ – наближені імплікації; r_i – рішення при аварійній ситуації s_i в прецеденті p_i ; ξ_i – коефіцієнт наближення; K – множина аналітичних залежностей для Про; S – множина аварійних ситуацій; Ψ_{Sim_i} – функція подібності. У разі якщо знайдений прецедент не є повним аналогом поточної ситуації, виконується адаптація - модифікація рішення. Схема продукційно-фреймової моделі представлення знань Про представлена у вигляді набору наступних класів. Діаграма класів представлена на рис.5.

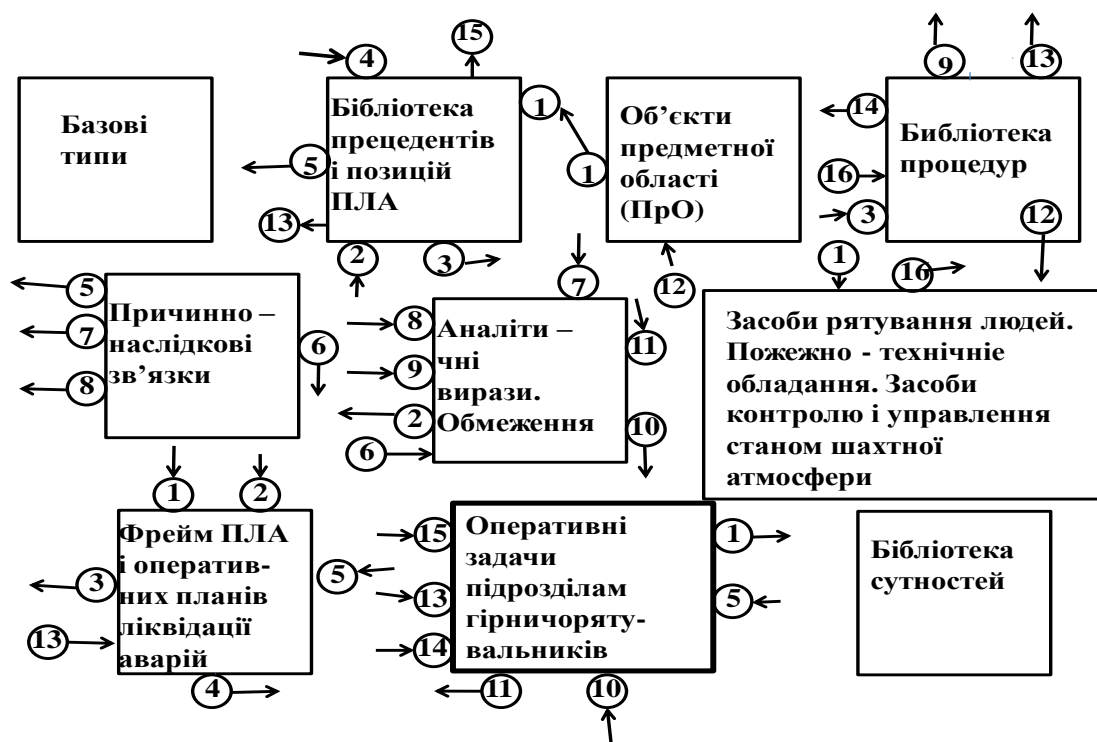


Рис. 5. Діаграма основних класів у продукційно-фреймовій моделі знань

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, у якій вирішена підвищення ефективності та достовірності рішень, що приймаються посадовими особами органів управління при ліквідації аварій на шахтах.

В результаті виконаних теоретичних і експериментальних досліджень були отримані наступні наукові висновки і результати.

1. Проведено аналіз змісту і специфіки процесу розробки і прийняття управлінських рішень існуючими організаційними структурами ДВГРС, керівниками ліквідації аварій, що вирішують оперативно-тактичні завдання при гасінні пожеж на шахтах. Розглянуто фактори, що впливають на невизначеності при розробці управлінських рішень посадовими особами органів управління силами і засобами на пожежі, дана класифікація помилок в управлінській діяльності керівників гасіння пожеж на шахтах.

2. На основі концептуального представлення предметних завдань вперше побудована онтологічна модель предметної області «Система інтелектуальної підтримки прийняття рішень при ліквідації пожеж на шахтах», що складається з чотирьох взаємопов'язаних за змістом частин:

- «Онтологічна модель процесу управління діями підрозділів ДВГРС при гасінні пожеж на шахтах».

- «Онтологічна модель можливих аварій (ПЛА) на шахтах».

- «Онтологічна модель причинно-наслідкових відносин, що мають місце в процесі розвитку оперативної обстановки при гасінні пожеж на шахтах ».

- «Онтологічна модель бази знань про керованість технологічними системами при ліквідації аварій на конкретній шахті».

Побудована онтологія предметної області є базисом, що забезпечує:

- Формалізацію процесу введення, накопичення в базі знань досвіду кращих фахівців з оперативного управління формуваннями ДВГРС при гасінні пожеж на шахтах.

- Розробку підсистеми для генерації проектів тактичних планів при гасінні пожеж на шахтах з використанням, наявних в базі знань, прецедентів.

3. Розроблено метод автоматизованого формування проектів тактичних планів, який забезпечує використання акумульованого в базі знань досвіду управління діями підрозділів ДВГРС при гасінні конкретних пожеж на шахтах, що забезпечує оперативність і достовірність прийнятих рішень.

4. Розроблено продукційно-фреймову модель представлення знань, які використовуються в системі інтелектуальної підтримки прийняття рішень при гасінні пожеж на шахтах. Концептуальна схема продукційно-фреймової моделі представлення знань ПрО представлена у вигляді діаграми класів в UML-нотації, що дає можливість її реалізації на будь-якій об'єктно-орієнтованій мові.

5. На основі запропонованого в роботі формального апарату розроблена модель процесу введення в інформаційну систему знань експертів досліджуваної предметної області. Дана модель являє собою семантичну мережу, що дозволяє визначити за допомогою правил породження, на якому етапі повинні бути отримані ті чи інші знання.

6. Запропоновано принципи побудови та розроблено архітектура системи інтелектуальної підтримки прийняття управлінських рішень при гасінні пожеж, що підвищує ефективність і достовірність рішень, прийнятих посадовими особами органів управління при ліквідації аварій на шахтах, за рахунок автоматизації процесу акумулювання досвіду фахівців і повторного його використання при попередньому плануванні оперативно-тактичних дій підрозділів ДВГРС.

7. Для підтримки прийняття рішень при управлінні технологічними та організаційними системами шахт при ліквідації аварій використовується текстова інформація, що міститься в ПЛА. Це дає можливість перетворювати лінгвістичну інформацію за допомогою використання простих нечітких логічних операцій перетину, об'єднання, конкретизації і узагальнення і різниці, що забезпечує підвищення оперативності прийняття рішень в екстремальних ситуаціях.

8. Використання для ідентифікації нечітких імплікативних залежностей бази даних інтелектуальної системи нейромережевого моделювання дозволяє забезпечити перехід на «кількісний» рівень управління аварійними процесами, що підвищує швидкість і точність розрахунку мережевих моделей вентиляційних систем шахт.

9. Результати, отримані в даній роботі, можуть бути використані:

- Для інформаційно-довідкової та розрахунково-аналітичної підтримки прийняття управлінських рішень при гасінні пожеж на шахтах.

- Для попереднього планування оперативних дій підрозділів ДВГРС при ліквідації аварій на шахтах (складанні та введенні в дію ПЛА).

- При проведенні експертизи реалізованих управлінських рішень в прецедентах.

- Для проведення ділових ігор, пов'язаних з підготовкою та підвищенням кваліфікації посадових осіб органів управління і рядового складу ДВГРС при ліквідації аварій на шахтах.

10. Виконаний в дисертації комплекс теоретичних і експериментальних досліджень знайшов практичне застосування у вигляді «Методичних рекомендацій з логіко-математичного моделювання аварійних процесів у вентиляційних системах шахт й перетворенню інформації в електронних планах ліквідації аварій», які впроваджені в науково-дослідному інституті гірничорятувальної справи та пожежної безпеки «Респіратор» (м. Донецьк). Отримані результати використовуються в Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет», що також підтверджено відповідним актом впровадження.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Слесарев В.В. Система интеллектуальной поддержки принятия решений при ликвидации последствий аварий на шахтах / В.В. Слесарев, А.Н. Коваленко, А.М. Алексеев // Зб. наук. праць НГУ. – 2007 – №28. – С. 67–75.

2. Алексеев А.М. Принятие решений при ликвидации аварий на шахтах и рудниках / А.М. Алексеев, А.Н. Коваленко // Информатика, кібернетика і обчислювальна техніка: зб. наук. праць / ДонНТУ. – Донецьк, 2008. – Вип. 9 (132). – С. 46–54.

3. Алексеев А.М. Автоматизация построения онтологии ликвидации аварий на шахтах для экспертной системы / А.М. Алексеев / Гірнична електромеханіка та автоматика. –Д., 2009. –№83. – С. 88-94

4. Алексеев А.М. Автоматизированная система поддержка принятия решений при ликвидации аварий на шахтах и рудниках / А.М. Алексеев, А.Н. Коваленко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ, 2010. – № 9 (151). – С. 151–155.

5. Слесарев В.В. Логико-математическая модель системы оперативного управления силами и средствами при тушении пожаров на шахтах / В.В. Слесарев, А.Н., Коваленко, А.М. Алексеев // Збірн. наук. праць НГУ. – 2009. – № 32. – С. 245-253.

6. Алексеев А.М. Сетевая модель приобретения знаний для процесса принятия решений при ликвидации аварий на шахтах / А.М. Алексеев // Гірнична електромеханіка та автоматика: наук.–техн.зб. – 2011. – Вип.86. – С. 88–95.

7. Слесарев В.В. Информационная поддержка принимаемых решений при ликвидации аварий на шахтах / В.В. Слесарев, А.Н. Коваленко, А.М. Алексеев, В.В. Яворская // Гірничя електромеханіка та автоматика: Наук.–техн. зб. – 2011. – Вип.87. – С. 54–59.

8. Алексеев А.М. Генерация проектов планов боевых действий при тушении пожаров на шахтах с использованием прецедентов / А.М. Алексеев // Гірничя електромеханіка та автоматика: наук.–техн. зб. – 2009. – Вип.82. – С. 86–94.

9. Алексеев А.М. Расчет больших сетевых моделей с параметрическими элементами различной степени нелинейности / А.М. Алексеев // Науковий вісник НГУ. – 2013. – № 4 (136). – С. 95–100 (наукометрична база Scopus).

10. Алексеев А.М. Определение меры сходства возможных аварийных ситуаций на шахтах и рудниках / А.М. Алексеев, А.Н. Коваленко // Современные направления теоретических и прикладных исследований: Сб. научн. тр. межд. науч.-практ. конф., 16-27 марта 2009 г., Одесский национальный морской университет. – 2009. – С. 30-32.

11. Коваленко О. М. Продукционно-фреймовая модель представления знаний о пожаре на шахте / А.Н. Коваленко, А.М. Алексеев // Комп'ютерний моніторинг та інформаційні технології 2009: Матеріали V науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців. – ДонНТУ, 2009. – С. 254-255.

12. Слесарев В.В. Логико–лингвистическое моделирование аварийных процессов в вентиляционных системах шахт / В.В. Слесарев, А.Н. Коваленко, А.М. Алексеев // Моделирование и компьютерная графика: материалы II межд. науч.-техн. конф., Дон НТУ. – 2007. – С. 253-258.

13. Алексеев А.М. Математическая модель и алгоритмы управления распределением воздуха в вентиляционных системах шахт посредством пассивных регуляторов /А.М. Алексеев // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: Матеріали міжнародній науково–практичній конференції 2008 р. : тези доп. Д.: ДНУ, 2008. – С. – 9-10.

14. Коваленко А.Н. Язык представления знаний о шахте в аварийной обстановке / А.Н. Коваленко, А.М. Алексеев, В.В. Яворская // Інформатика та комп'ютерні технології: Матеріали III науково-технічної конференції молодих учених та студентів, 11-13 груд. 2007 р.: тези доп. / ДонНТУ. – Донецьк, 2007. – С. 401–403.

15. Алексеев А.М. Автоматизированная экспертная система управления безопасностью на шахтах / А.М. Алексеев // Проблемы использования информационных технологий в сфере образования, науки и промышленности: Сб. научн. тр. X межд. конф., 30-31 січня 2013 р., Державний ВНЗ «НГУ». – 2013. – С. 24-25.

16. Коваленко А.Н. Генерация текста для оперативной части позиций планов ликвидации аварий на шахтах [Электронный ресурс] / А.Н.Коваленко,

А.М.Алексеев, П.А. Батычко // . – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/11_EISN_2008/Tecnic/30844.doc.htm.

Особистий внесок здобувача. Всі теоретичні дослідження й експериментальні перевірки теоретичних положень дисертаційної роботи виконані автором особисто. У роботах, опублікованих у співавторстві, автором самостійно розроблена структурна схема системи підтримки прийняття рішень при ліквідації аварій на шахтах (1); розроблений алгоритм виводу рішень при управлінні процесами ліквідації аварій (2); розроблена функціональна схема автоматизованої системи підтримки прийняття рішень (4); записані правила у вигляді ненасичених систем логічних співвідношень (5); розроблений алгоритм вибору управляючих впливів (7); розроблено метод встановлення відповідності прецедентів (10); складена продукційно-фреймова модель предметної області (11); розроблені операції для перетинання, об'єднання, узагальнення й конкретизації текстових структур при моделюванні аварійних процесів (12); проведений семантичний аналіз речень мови, що використовуються для опису аварійних ситуацій на шахтах (14); розроблені методи і алгоритми автоматизованої генерації тексту для оперативної частини позицій ПЛА (16).

АНОТАЦІЯ

Алексеев О. М. «Система інтелектуальної підтримки прийняття рішень при ліквідації аварій на шахтах». – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття вченого звання кандидата технічних наук за фахом 05.13.07 - Автоматизація процесів керування. – Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, 2014.

Сформульовані основні напрями автоматизації інформаційної підтримки процесу управління оперативними діями на аваріях. На основі концептуального представлення знань побудована онтологічна модель предметної області «Система інтелектуальної підтримки прийняття рішень при ліквідації аварій на шахтах».

У роботі розроблено метод автоматизованого формування проектів оперативних планів, що забезпечує використання акумульованого в базі знань досвіду управління діями гірничорятувальних підрозділів у вигляді прецедентів і «можливих прецедентів» - планів ліквідації аварій. Методи засновані на адаптованому синтаксисі і семантиці мови ієрархічного мережевого планування. Розроблена продукційно-фреймова модель представлення знань даної предметної області. Концептуальна схема цієї моделі знань Про представлена у вигляді діаграми класів (UML - нотації), які реалізовані на об'єктно-орієнтованих мовах (Delphi, Java, C++). Завдяки використанню розроблених методів управління вдалося підвищити надійність, оперативність і достовірність рішень, що приймаються при ліквідації аварій, а також точність при коректуванні ПЛА на шахтах.

Ключові слова: оперативні плани ліквідації аварій на шахтах, прецеденти, онтологія причинно-наслідкових стосунків, ієрархічне мережеве планування, продукційно-фреймова модель знань, нейромережеве моделювання.

АННОТАЦИЯ

Алексеев А. М. «Система интеллектуальной поддержки принятия решений при ликвидации аварий на шахтах». – На правах рукописи.

Диссертация на соискания учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.07 - Автоматизация процессов управления. – Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, 2014.

В диссертационной работе решена актуальная научно-практическая задача в области автоматизации процессов управления. Разработан метод и система интеллектуальной поддержки принятия решений на основе представления аварийной ситуации в виде онтологической базы знаний. База знаний формируется на основе лингвистической информации об истории аварийных ситуаций, информации мониторинга, регламентирующей информацией. Управляющие воздействия формируются в виде логических операций над лингвистическими структурами онтологической базы знаний, что обеспечивает повышение скорости принятия решений при ликвидации аварий и идентификации прецедентов аварийных ситуаций. Идентификация осуществляется по интегральным и дифференциальным критериям подобия аварии и прецедентов с учетом регрессионных связей между значениями контролируемых параметров и принимаемыми решениями, что, в отличие от известных методов, позволяет увеличить точность описания аварийных прецедентов и повышает оперативность, достоверность и эффективность принятых решений.

Проведен анализ содержания и специфики процесса разработки и принятия управленческих решений существующими организационными структурами ГВГСС, руководителями ликвидации аварий, решающими оперативно-тактические задачи при тушении пожаров на шахтах. Рассмотрены факторы, влияющие на неопределенности при разработке управленческих решений должностными лицами органов управления силами и средствами на пожаре, дана классификация ошибок в управленческой деятельности руководителей тушения пожаров на шахтах.

Сформулированы основные направления автоматизации информационной поддержки процесса управления оперативными действиями на авариях. На основе концептуального представления знаний построена онтологическая модель предметной области «Система интеллектуальной поддержки принятия решений при ликвидации аварий на шахтах», состоящая из трех взаимосвязанных по содержанию частей: «Онтологическая модель процесса управления действиями подразделений спасателей при ликвидации аварий»; «Онтологическая модель причинно - следственных отношений, которые имеют место в процессе развития оперативных обстоятельств»; «Модель процесса управления организационными и технологическими системами при ликвидации аварий на шахтах».

В работе разработан метод автоматизированного формирования проектов

оперативных планов, обеспечивающий использование аккумулированного в базе знаний опыта управления действиями горноспасательных подразделений в виде прецедентов и «возможных прецедентов» - планов ликвидации аварий. Методы основаны на адаптированном синтаксисе и семантике языка иерархического сетевого планирования. Разработана продукционно-фреймовая модель представления знаний данной предметной области. Концептуальная схема этой модели знаний ПрО представлена в виде диаграммы классов (UML - нотации), которые реализованы на объектно-ориентированных языках (Delphi, Java, C++).

Благодаря использованию разработанных методов управления удалось повысить надежность, оперативность и достоверность принимаемых при ликвидации аварий, а также точность при корректировке ПЛА на шахтах.

Ключевые слова: оперативные планы ликвидации аварий на шахтах, прецеденты, онтология причинно-следственных отношений, иерархическое сетевое планирование, продукционно-фреймовая модель знаний, нейро – сетевое моделирование.

ABSTRACT

Alekseev A.M. «Decision-making intelligent support system in accident elimination on mines». – Manuscript.

Dissertation on the competitions of graduate degree of candidate of Engineering's sciences on specialty 05.13.07- Automation of control processes. - State Higher Education Institution «National Mining University», Dnipropetrovs'k, 2014.

The basic direction of automation of information support operations of the management process for accidents is formulated. Based conceptualization of tasks built ontological domain model «The intellectual decision support system by accident elimination on mines» In this dissertation, a method for automated generation of draft operational plan that ensures the use of accumulated experience based knowledge management activities rescue units in the form of precedents and "potential precedent" - emergency response plans. The method is based on the syntax and semantics of the adapted language hierarchical network planning. Productive-framing model of knowledge representation of the domain are developed. Conceptual diagram of this model knowledge is represented as a class diagram (UML - notation) that are implemented in object-oriented languages (Delphi, Java, C++). By using the developed management has improved reliability, efficiency and reliability of decisions made in emergency response and accuracy when adjusting the PLA in the mines.

Keywords: operational plans in accident elimination on mines, precedents, ontology causal relationship, hierarchical network planning, productive-framing knowledge model, neural network modeling

АЛЕКСЕЄВ ОЛЕКСІЙ МИХАЙЛОВИЧ

**СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ АВАРІЙ НА ШАХТАХ**

(Автореферат)

Підп. до друку 20.03.2014 Формат 60x90/16
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 0,9.
Обл.-вид. арк. 0,9 Тираж 120 пр. Зам. № .

Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.