

УДК 681.3

*А.Є.Батюк, Г.Т.Кравчук, Я.П.Кісь\**  
 НУ "Львівська політехніка",  
 кафедра автоматизованих систем управління  
 \*кафедра інформаційних систем та мереж

## **ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ В УПРАВЛІННІ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

© А.Є.Батюк, Г.Т.Кравчук, Я.П.Кісь, 2000

**Effective settlement of wide to spectrum of information-technological production safety organization tasks possible by dint of inculcation of progressive information technologies, specifically expert systems, in management by labour protection of. In article substantiates application expediency of expert systems in management by labour protection of, offers a structure and organization of expert production safety guaranteeing system.**

Ефективність діяльності підприємств залежить від якості управлінських рішень. Необхідно свідомо формувати рішення, спрямовувати дії, тобто управляти функціонуванням і розвитком всіх виробничих і соціальних процесів.

Використання математичних моделей для підтримки управлінських рішень загалом, може дати дуже багато. По-перше, воно забезпечує об'єктивність підтримки рішень, оскільки сучасні достатньо складні математичні моделі акумулюють в собі строгі наукові знання про об'єкти, явища і процеси реального світу, а закладені в них дані всебічно характеризують модельовану предметну область. По-друге, з використанням моделей у керівника з'являється так часто йому недоступна можливість експериментування, випробування різних варіантів рішень, оцінки їх наслідків. По-третє, модель є кращим засобом змістовного діалогу керівника з аналітиком, ніж простий обмін запитаннями і відповідями. Розглядаючи, створювану аналітиком за його безпосередньої участі модель, керівник зможе глибше зрозуміти предметну галузь, краще уявити собі всі обмеження і припущення і, засвоївши мову моделі, проінтерпретувати потім отримані результати [1].

Однак під час розв'язання таких слабоструктурованих задач, як задачі прийняття рішень із створення безпечних умов праці, виникають істотні труднощі у використанні суто математичних моделей, коли доцільність рішень та їх якість багато в чому визначається досвідом і знаннями працівника, що приймає рішення. Крім того, математичні моделі, які застосовуються в системному аналізі та реалізуються у вигляді спеціалізованих пакетів прикладних програм, часто зв'язані з великими обсягами різнопланової інформації (параметрів, обмежень). Збір такої інформації в реальних виробничих умовах організувати дуже важко або й просто неможливо. Особливі труднощі викликає врахування в моделях постійних структурних змін впливових факторів і виробничих умов, в яких формується той чи інший стан безпеки праці.

Із систем, які базуються на знаннях, найбільш розвинутими, з можливостями ефективного розв'язання широкого спектра інформаційно-технологічних задач організації безпеки виробництва є експертні системи (ЕС). Серед важливих особливостей ЕС можна виділити переробку великих обсягів знань, представлення знань в доступній уніфікованій формі, універсальність механізму логічних висновків, здатність пояснити результати обробки знань.

ЕС застосовується для зниження трудомісткості та підвищення ефективності використання формальних моделей [2,3]. Застосування ЕС в системі управління охороною праці дає можливість підтримувати моделі в середовищі рішень із створення безпечного виробництва, звільнити спеціаліста з охорони праці (СОП) від цієї громіздкої задачі та попередити помилки при її розв'язанні, організувати вибір моделі для будь-якого специфічного використання за допомогою багатократних ітерацій.

Кожен компонент системи аналізу і підтримки рішень, який базується на формальних моделях, може бути підсилений вбудованою ЕС. Вона генерувала би евристичні правила, які витісняють трудомісткий процес введення численних параметрів, котрі підвищують чутливість і якість управління моделями за допомогою діалогового компонента і які організують пояснення розв'язуваної задачі, розгляд великої кількості альтернатив і оцінку очікуваного ефекту. В базі моделей, які реалізують економетричний аналіз, прогнозування, імітаційне моделювання, оптимізацію, використання спеціальних моделей, для застосування вибирають саме ті моделі, які найбільше підходять для розв'язання цієї задачі, істотно покращують можливості СОП, який приймає рішення. У свою чергу, формальні моделі забезпечують ЕС стандартними "прийомами" і покращують процес структуризації задач експертизи. ЕС можуть використовувати імітаційні моделі для формування стратегії пошуку, який супроводжується обґрунтуваннями і поясненнями, динамічними процесами візуального розв'язання задачі.

Інтегровані ЕС об'єднують і підсилюють можливості формальних і експертних технологій, розв'язують задачі, які не піддаються звичайному алгоритмічному опису в швидкозмінній і необмеженій проблемній області охорони праці. Засобами ЕС реалізуються процедури покращання "жорстких" моделей підтримки рішень із забезпечення безпеки виробництва, актуалізується система підтримки рішень, яка передбачає створення гнучкої мережі відповідей не тільки на запитання "що, якщо?", але й "чому?".

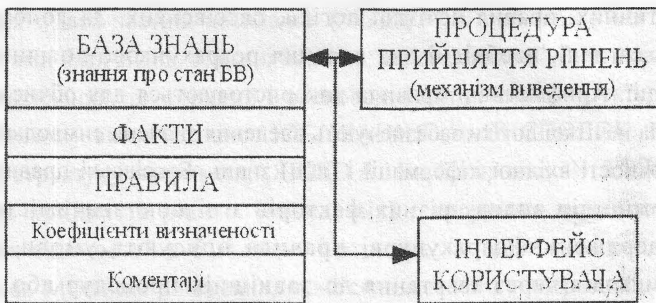
Під час пошуку рішень та їх оцінювання використовуються підходи, які імітують дії працівників і організують обробку інформації аналогічно до обробки, яку здійснює людина. Це можливо в середовищі гнучких і адаптивних ЕС, результати функціонування яких легко сприймаються і оцінюються користувачем, підвищують його продуктивність і ефективність рішень, що приймаються. ЕС підтримує рішення СОП, що з нею працює, а не замінює його.

Під ЕС забезпечення безпеки виробництва (ЕС ЗБВ) розуміють систему накопичення і обробки інформації із створення безпечних умов праці, яка містить знання, за обов'язкової участі експертів у процедурах формалізації і обробки знань для розв'язання

складних, недостатньо визначених задач. ЕС ЗБВ розглядається як система машинних логічних суджень, яка видає кінцеве рішення з використанням правил, що відображають досвід і знання спеціалістів з охорони праці.

ЕС ЗБВ може бути подана у вигляді сукупності цільових ЕС, які моделюють діяльність спеціаліста з охорони праці у вузькій предметній області під час розв'язання певної задачі, об'єднуючи інформаційно-довідкові функції з функціями прийняття рішень з використанням засобів гнучкого діалогу користувача з системою. В узагальненій ЕС ЗБВ знання представляються фактами, які фіксують кількісні та якісні показники стану безпеки праці, характеристики нещасних випадків, виробничих захворювань, стану того чи іншого виробництва, демографічні характеристики працівників тощо, і правилами, які описують у вигляді логічних умов співвідношення між фактами.

ЕС ЗБВ і кожен з її складових локальних (цільових) ЕС можна подати у вигляді трьох підсистем: бази знань, процедури прийняття рішень й інтерфейсу користувача (див рисунок).



Структура ЕС ЗБВ

**В інформаційно-довідниковому режимі** ЕС реалізує консультаційні, діагностичні функції, зокрема навчання, пояснення і планування дій за пасивної участі користувача при визначенні рішення для однозначно описаної ситуації. В цьому режимі організується передача користувачу наявних знань відповідно до деякої методики або підказка у разі виникнення труднощів, діагностування разом з користувачем тих чи інших ситуацій, прогнозування і ретроспективний пошук. База знань системи в такому режимі є замкнутою, процедура прийняття рішень містить вбудовані функції, якими керує жорстко структурований користувацький інтерфейс, і не вимагається ніяких спеціальних знань користувача.

**У режимі прийняття рішень** організується пошук високоякісних рішень в недостатньо визначеній ситуації за активної участі СОП при почерговій зміні двох процедур: вибору знань та їх представлення користувачу. Робота системи в такому режимі розрахована на спеціалістів достатньо високої кваліфікації. Система виконує роль спеціфічного інструменту СОП, постачає користувачів різноманітною інформацією, здійснює розрахунки, традиційну обробку даних, обробку графічного і гіпертекстового представлення даних, формує альтернативні рішення, підвищуючи ефективність роботи СОП.

**База знань ЕС ЗБВ** — сукупність інтегрованих знань, яка містить поряд зі знаннями аргументації у вигляді фактів, правил і коментарів інші типи знань, такі як бази даних, електронні таблиці, тексти, графіки, процедурні моделі, графічні представлення та ін.

*Факти бази знань* подають інформацію про стан виробничого травматизму, професійних захворювань і умов праці на робочому місці за результатами поточного, оперативного та періодичного контролю.

*Правила* мають евристичний характер і встановлюють ситуаційні концептуальні і причинні взаємозв'язки між фактами, а також містять знання про те, яке рішення приймати, як міркувати в певній ситуації. Для створення набору правил необхідно визначити самі конкретні правила і виявити знання застосування цих правил.

*Коментарі* використовуються для пояснення конкретному користувачеві ходу міркувань ЕС при отриманні того чи іншого висновку. Як одна з основних вимог до ЕС ЗБВ розглядається мотивація, обґрунтованість висновків системи.

Правила мають вигляд правил-запитань для отримання інформації із зовнішніх джерел, арифметичних, правил нечіткої логіки, баєсівських. За допомогою правил запитань вводяться дані, необхідні для ведення розрахунково-логічних операцій в конкретній ситуації. Арифметичні правила використовуються для обчислення числових атрибутів. Правила нечіткої логіки забезпечують введення значень символічних атрибутів з урахуванням неточності вхідної інформації і (або) знань. Баєсівські правила дозволяють встановити залежно від впливу різних факторів з різною значимістю коефіцієнт визначеності тверджень. Розрахункові правила описують умови застосування розрахункових методів через звертання до зовнішніх процедур або до табличної інформації. У загальному випадку правилами реалізуються операції управління базою даних і знань, стандартними запитамі інформації, операціями з числами, моделями, віддаленими зв'язками та ін.

Хоча база знань повинна бути достатньо повною, її треба обмежувати, враховуючи ступінь важливості фактів і правил, необхідних для досягнення поставлених цілей.

Цільові ЕС містять бази знань, які наповнюються залежно від особливостей конкретних виробничих процесів з урахуванням специфіки різних виробництв і організацій. У такі бази знань входить набір рішень та заходів, що використовуються спеціалістами в їх професійній діяльності при забезпеченні безпеки виробництва.

Фактографічна інформація (факти), яка містить відомості про стан безпеки і умов праці, зберігається у вигляді списків у базі даних реляційного типу. Кожен запис розглядається як реалізація події — нещасного випадку, захворювання, конкретного стану умов праці. Сукупність фактів у вигляді значень атрибутів, які отримують з бази даних або від спеціаліста, використовується в процедурах пошуку і прийняття рішення.

Найдоцільнішою, відносно простою і чіткою формою опису знань про стан і організацію безпечного виробництва є *продукційні моделі*, які характеризуються модульністю, простотою розширення, модифікації та психологічним сприйняттям. Ці моделі можуть бути реалізовані як процедурно, так і декларативно.

Під продукційною системою розуміють метод формалізації знань у вигляді організованої множини правил типу "ЯКЩО...ТО", які розкривають наповнення структури "Умова — Дія", де умови відображають стан деякої бази даних, а дії — зміст операцій, виконуваних за наявності встановленого стану. Інформаційна структура, яка підлягає перетворенню, подає деяке декларативне знання, а правила-продукції — процедурні знання про предметну область.

Правила бази знань безпеки виробництва в загальному випадку мають вигляд:

ЯКЩО <логічний вираз>, ТО<текст процедури>[коментар]

Частина "ЯКЩО" будується як логічна комбінація деяких об'єктів і подій й характеризує умови використання правила (значення логічного виразу більше від 0). Частина "ТО" — це список робіт, які необхідно виконати при прийнятій логічній комбінації фактів або при її зміні, концентрує дії, здійснювані системою під час пошуку рішень. Коментарі використовуються для формування пояснень.

Зв'язок між фактами в базі знань безпеки виробництва подається правилами, кожне з яких складається з двох частин: посилання ("ЯКЩО") і висновок ("ТО"). І посилання, і висновок є фактами бази знань, описані парами "об'єкт-знання". Зміст правила в тому, що якщо істинне посилання, то істинний і висновок. Найпростіша структура правила може бути подана у такому вигляді: якщо ПОСИЛАННЯ, то ВИСНОВОК. Правила можуть мати складнішу структуру, наприклад, "ЯКЩО А і В і С і правило N, ТО К і L і M".

Процедура прийняття рішень (виведення) є головним механізмом в ЕС, який здійснює пошук відомостей в базі знань і отримує за правилами раціональної логіки потрібні рішення. Механізм виведення, який складається з програмних засобів, реалізує міркування, необхідні для прийняття рішення, і у разі необхідності пояснює їх послідовності. Механізм виведення реалізує встановлену схему пошуку рішень, послідовність і зміст дій відповідно до стратегії, яка описується певною частиною знань метарівня. Здійснюється вибір модулів бази знань з безпеки виробництва, які стосуються даної ситуації, що забезпечує скорочення простору пошуку за рахунок розгляду тільки активних модулів і даних, які потенційно підходять до ситуації.

Для раціонального управління охороною праці доцільно застосувати оцінку рівня дотримання необхідних вимог за кожним показником. При оцінюванні можна використати п'ятибальну систему, оскільки оцінки виступають як своєрідні коефіцієнти переведення в "порівнювані" показники. Крім кількісної, вона дає цінну якісну інформацію, має великий аналітичний зміст, легко може бути використана для управління на різних рівнях діяльності людини [4].

Заключний висновок системи формується у процесі аналізу дерева рішень і є сукупністю елементарних рішень по окремих гіпотезах. Користувач може змінити своє рішення, вибрати інший спосіб і отримати оцінку його доцільності. Після прийняття користувачем заключного рішення система оцінює його ефективність в середовищі прийнятих показників. Інтерфейс користувача організує взаємодію між системою і користувачем для розв'язання поставленої задачі. Залежно від потреб і можливостей

користувача передбачається гнучке настроювання інтерфейсу, яке керує формою і змістом взаємодії та відтворює звичні способи маніпулювання інформацією. ЕС з погляду практичної цінності поширює досвід і знання висококваліфікованих спеціалістів, підвищує якість рішень, що приймаються, компенсуючи недостатню кількість спеціалістів в конкретній проблемній області, виключає небажані наслідки надлишкової спеціалізації працівника, має ефект навчання.

ЕС можна швидко копіювати і використовувати одночасно в багатьох місцях. Вона легко розвивається і модифікується, сприяє глибшому розумінню суті проблеми завдяки перетворенню невизначених, альтернативних, стабільних або безперервно змінних експертних знань у чіткі правила.

ЕС може бути незалежним інструментом в роботі спеціалістів з охорони праці, які, здебільше, перебувають під тиском адміністрації, перенавантажені, не завжди у стані знайти час для поглиблення своїх знань.

*1. Батюк А.Є., Кравчук Г.Т. Концепція створення інформаційно-аналітичних систем в управлінні //Моделювання та інформаційні технології:-Зб. наук. праць ІПМЕ НАН України. Вип.4, 1999. С.123-127. 2. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам: Пер. с англ. М, 1989. 3. Экспертные системы. Принципы работы и примеры: Пер. с англ. / А.Брукинг, П.Джонс, Ф.Кокс и др.; Под ред. Р.Форсайта. М, 1987. 4. Батюк А.Є., Кравчук Г.Т. Метод експертної оцінки в управлінні охороною праці //Вісн. "Львівська політехніка" 1999 №386. С.172-176.*

УДК 681.3

*І.Ю.Бобало, А.В.Катренко*

*НУ "Львівська політехніка", кафедра інформаційних систем та мереж*

## **ПРЕДСТАВЛЕННЯ ОЦІНОК У СЛАБОСТРУКТУРОВАНІЙ СИСТЕМІ ПЕРЕВАГ ОПР**

© *І.Ю.Бобало, А.В.Катренко, 2000*

**This paper describes new estimations and preferences representation method in semistructured decision problem, which allow to collect dynamically, store and work up different information about preferences in the estimation hypercube form.**

У багатьох випадках рішення приймається на основі індивідуальних оцінок ОПР — особливо це стосується важливих, комплексних, унікальних проблем, розв'язуюючи які необхідно враховувати думки експертів різних напрямків. Однією з основних процедур отримання експертом інформації — якісної чи кількісної — є вимірювання, що розуміється розширено. Звичайно, кількісні оцінки є більш інформативними, аніж якісні, оскільки дозволяють отримати детальнішу інформацію про порівняльну важливість альтернатив, що дає змогу у свою чергу обґрунтованіше реалізувати остаточний вибір.