

На правах рукопису

АННОПОЛЬСЬКИЙ ДМИТРО ВОЛОДИМИРОВИЧ

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА
ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ
ЛІКВІДАЦІЄЮ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ
НА ХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

05.13.01 — Управління у технічних системах

**Автореферат дисертації
на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

081.5

Дисертація у вигляді рукопису.



00344200 (D)

Робота виконана у Харківському державному педагогічному університеті ім. Г. С. Сковороди та Харківському інституті внутрішніх справ.

Наукові керівники:

- доктор технічних наук, професор Вайнер В. Г.;
- кандидат юридичних наук Бандурка О. М.

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук, професор Бодяньський Є. В.;
- доктор технічних наук, професор Сухоруков Г. О.

Провідна установа:

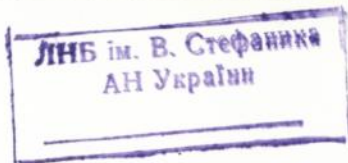
- Інститут небезпечності та надійності технологічних систем, м. Харків.

Захист відбудеться „25“ вересня 1994 року о „14“ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 068.37.01 при Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки за адресою: 310726, Харків, пр. Леніна, 14.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського державного технічного університету радіоелектроніки.

Автореферат розісланий „24“ вересня 1994 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
професор



Е. О. ДЕДІКОВ

Актуальність проблеми. Статистика безпечної роботи хімічних, нафтохімічних, газопереробних виробництв показує стійку тенденцію росту кількості аварій на них. У зв'язку з цим з 1985 р. у НДІОХІМі (м. Харків) розроблялась автоматизована система управління ліквідацією наслідків аварій (ЛНА) на хімічних підприємствах (ХП). Її подальший розвиток пов'язан з розробкою базового інформаційного, математичного та програмного забезпечення для створення автоматизованих систем оперативно-диспетчерського управління (АСОДУ) ЛНА на ХП з урахуванням: сучасних технічних засобів і вимог функціонування на ПЕОМ; більш точних моделей імітатора виробничих аварій; удосконалених алгоритмів рішення задач управління ЛНА.

Дослідження проводились у рамках планових державних та відомчих програм, які виконувались ХДПУ ім. Г. С. Сковороди, ХІВС, НДІОХІМом і рекомендовані до впровадження Штабом ЦО України.

Метою роботи є розробка принципів створення автоматизованої системи оперативно-диспетчерського управління ліквідацією наслідків аварій на хімічних підприємствах, а також комплексу її інформаційного, математичного та програмного забезпечення.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі задачі:

- 1) дослідження сценаріїв аварій на ХП, що мали місце, для виділення загальних закономірностей їх розвитку, а також задач, які виникають при управлінні ЛНА з метою автоматизації їх рішення;
- 2) розробка математичної моделі динаміки аварій з вибухами, пожежами, виходом та розповсюдженням сильнотоксичних отруйних речовин (СДОР), прогнозування і оцінки їх наслідків;
- 3) розробка методів рішення оптимізаційних задач управління проведенням РНР;
- 4) вироблення концепції побудування АСОДУ ЛНА, формулювання вимог до її архітектури, функцій, інформаційного, математичного та програмного забезпечення;
- 5) розробка інформаційного, математичного та програмного забезпечення АСОДУ ЛНА на ХП; випробування і впровадження системи на реальних об'єктах.

Методи досліджень. При утворенні АСОДУ ЛНА був використаний системний підхід для дослідження середовища, в якому функціонує система, процесів, що моделюються, об'єктів та рішень. Когнітивний

підхід використаний для аналізу змісту та варіантів ситуацій, в умовах яких здійснюється управління. Функціональний підхід використаний для аналізу інструментальних засобів, блоків і підсистем АСОДУ ЛНА. При рішенні задачі моделювання аварій використовувались методи теорії імовірностей, математичної статистики та імітаційного моделювання. Для рішення задач управління ЛНА використовувався апарат дискретної оптимізації, включаючи методи теорії численностей, теорії графів, календарного планування. Розробка програмного забезпечення була здійснена з застосуванням методів структурного та модульного програмування.

Наукова новизна результатів дисертації міститься у рішенні важливої для підвищення безпечності функціонування ХП задачі - створення АСОДУ ЛНА. Новизна розробленої системи в цілому визначається відсутністю спеціалізованих АСОДУ, що забезпечують рішення поставлених у роботі задач.

Наукові результати роботи містяться у наступном:

- 1) на основі вивчення процесу ліквідації наслідків аварій на ХП сформульовані вимоги до розробки математичного, програмного та інформаційного забезпечення АСОДУ ЛНА на ХП, визначені її основні функції;
- 2) в результаті системного аналізу даних по промисловим аваріям, що відбулись, та особливостей функціонування ХП, одержано узагальнений гнучкий сценарій розвитку аварій на ХП, що включає до себе реалізацію основних типових дій, які уражають: вибухів, пожеж, викидів СДОР; визначено перелік типових задач, виникаючих при управлінні ЛНА на ХП;
- 3) розроблен імітатор аварій на ХП, що включає до себе алгоритми моделювання вибухів, пожеж, викидів та розповсюдження СДОР, прогнозування інженерної, пожежної та хімічної післяаварійної обстановки, оцінки наслідків та втрат;
- 4) розроблені методи та алгоритми рішення прикладних оптимізаційних задач необхідних для автоматизації управління ЛНА, а саме: управління евакуацією потерпілих з зон хімічного зараження та вогнищ аварії, а також управління доставкою ресурсів при проведенні РІНР на місцевості з перешкодами; складання розкладу робіт при наявності шкідливого фактора; розподілення ресурсів для проведення РІНР;
- 5) розроблена АСОДУ ЛНА на ХП реалізована на базі комплексу створеного інформаційного, математичного та програмного забезпечення, випробувана і впроваджена на реальних промислових об'єктах; розроблені методичні рекомендації по впровадженню та практичному використанню програмних засобів системи.

Обґрунтованість наукових положень та результатів. Положення та результати, які містяться в роботі, базуються на сучасних методологічних принципах побудування автоматизованих систем, фундаментальних положеннях теорії дискретної оптимізації та імітаційного моделювання. Достовірність результатів по розробці імітатора моделі аварій на ХП основано на відповідності результатів, що одержують при моделюванні, наявним статистичним даним та науковим положенням. Алгоритми рішення задач управління СДНР мають чітке математичне обґрунтування, перевірені на реальних об'єктах та масових чисельних експериментах. Працездатність та застосовність розроблених методів та програм, які реалізують розроблені алгоритми, підтверджена тим, що вони доведені до практичної реалізації, широко апробовані та впроваджені в рамках діючих АСОДУ.

Практична цінність роботи міститься у наступному:

- 1) розроблена АСОДУ ЛНА на ХП створювалась для використання в реальних умовах на ряді крупних ХП України;
- 2) використання АСОДУ ЛНА у режимі тренажера версії дозволяє навчати персонал, який управляє організацією та проведенням РІНР;
- 3) система використовується як комп'ютерна підтримка стандартних навчальних курсів для ВУЗів «Небезпечність, захист і життєзабезпечення населення у надзвичайних ситуаціях» та «Цивільна оборона».

Реалізація та впровадження. АСОДУ ЛНА на ХП розроблена на язиці Сі для ІВМ-сумісних ПЕОМ, працюючих під управлінням операційної системи MS-DOS.

Різні версії АСОДУ використані як методична основа в працях, що виконуються рядом науково-дослідних, проектних та конструкторських організацій (див. табл. на стор. 13); впроваджені на ряді крупних ХП України та регіональних штабах ЦО; використовуються при читанні курсів лекцій по відповідним спеціальностям у Харківському державному політехнічному університеті, Харківському державному педагогічному університеті, Харківському інституті внутрішніх справ.

Апробація роботи. Матеріали дисертації доповідалися і обговорювалися на Всесоюзних та Міжнародних конференціях та семінарах: «Психологічна біоніка» (Харків, 1988 р.), XIV Менделєєвському з'їзді по загальній та прикладній хімії (Ташкент, 1989 р.), «Нові процеси, устаткування і гнучкі виробничі системи для багатонаменклатурних хімічних виробництв» (Дніпропетровськ, 1989 р.), «Проектування автоматизованих систем контролю і управління складними об'єктами»

(Туапсе, 1990 і 1992 р.), «Екологічні проблеми охорони живої природи» (Москва, 1990 р.), «Бази знань і експертні системи в АСНД» (Севастополь, 1990 р.), «Тренажери і комп'ютеризація фахової підготовки» (Калінінград, 1991 р.), «Координуюче управління в технічних і природних системах» (сел. Малий Маяк, 1991 р.), «Надійність, живучість і безпека автоматизованих комплексів» (Суздаль, 1991 р.), «Проблеми екології і ресурсосбереження» (Чернівці, 1991 р.), «Бізнес і наука» (Феодосія, 1992 р.); Міждержавному семінарі «Надійність, відказостійкість і продуктивність інформаційних систем» (Туапсе, 1993 р.); Всеукраїнської конференції «Проблеми пожежної безпеки» (Харків, 1993 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 28 працях, в тому числі навчальному посібнику, трьох розділах іншого навчального посібника, виданого на українській і російській мовах, 7 статтях, тезах 14 доповідей.

Структура і об'єм дисертації. Робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків і рекомендацій, списку літератури з 174 найменувань, додатків, що містять таблиці з довідковими і допоміжними даними для функціонування імітатора аварій на ХП, а також копії актів впроваджень, містить 19 малюнків і 10 таблиць. Основний текст роботи складає 130 сторінок.

На захист виносяться наступні результати:

- 1) виділен клас взаємопов'язаних завдань моделювання поразючих дій при аваріях на ХП і управління, що виникають при проведенні ЛПА, одержаний узагальнений гнучкий сценарій розвитку таких аварій;
- 2) імітатор аварій на ХП, що оснований на алгоритмах моделювання вибухів, пожеж, виходу і розповсюдження СДОР, прогнозування інженерної, пожежної і хімічної післяаварійної обстановки, оцінки наслідків і втрат, що реалізує одержаний сценарій аварії;
- 3) засоби і алгоритми рішення прикладних оптимізаційних задач необхідних для автоматизації управління ЛНА, а саме: управління евакуацією постраждалих з зон хімічного зараження і вогнищ аварії, а також управління доставкою ресурсів при проведенні РІНР по місцевості з перешкодами; складання розкладу робіт при наявності шкідливого фактора; розподілення ресурсів для проведення РІНР;
- 4) концепція побудови АСОДУ ЛНА на ХП, яка вирішує виділені при моделюванні аварій і управлінні РІНР задачі; принципи утворення математичного, інформаційного забезпечення АСОДУ і текстографічного діалогового середовища, що забезпечує інтеграцію програмних компонент по управлінню, даним і функціям;
- 5) програми, що реалізують розроблені алгоритми і входять у склад АСОДУ ЛНА.

СТИСЛИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Технологічний процес, який є об'єктом управління, - це аварія на ХП. Як і прийнято у теорії управління технічними системами, об'єкт досліджується по простору «вхід-вихід» з урахуванням збурюючих дій на нього (у якості яких виступають як якісні розвідки аварії, так і ряд зовнішніх факторів) та системи відповідних обмежень (на рятувальні ресурси). Для довгої розробки та отладки громіздкої системи управління процесом АНА неможливо використовувати натуральні аварії. Природний вихід в цієї ситуації - створення імітатора об'єкта управління. Розробка імітатора зіснована на тому, що досліджувана у роботі складна технічна система, якою є ХП при аварії, в цілому характеризується деяким набором параметрів, значення яких змінюються у процесі ураження, визначаючи по суті цей процес. Такі зміни відбуваються по спеціальним залежностям (алгоритмам), які описують процес ураження при даній дії на об'єкт, з яким пов'язан даний параметр.

ХП, як складна система, характеризується великою кількістю значущих параметрів, однак складність процесу ураження визначається не тільки цим, но і взаємодією цих параметрів у перебігу ураження. При цьому ураження від вторичних факторів можуть значно превосходити ураження від ініціюючих факторів. Урахування взаємовпливня параметрів в багато разів підвищує складність завдання-моделювання динаміки ураження.

В розділі 1 описуються принципи утворення імітатора виробничих аварій на ХП, розглядаються можливі сценарії розвитку таких аварій, викладаються фізичні особливості моделювання вибухів і пожеж на ХП, приводиться опис розроблених алгоритмів моделювання вибухів, пожеж і їх наслідків, реалізованих в імітаторі аварій.

В підрозділі 1.1 описані основні принципи утворення імітатора аварій на ХП і сценарії їх розвитку. Незважаючи на те, що всі аварії на ХП індивідуальні по причинах виникнення, умовам розвитку і наслідкам, із позицій системного підходу можна виділити загальні закономірності, властиві будь-якої великої аварії. Це дозволило розробити імітатор аварій, що складається з блоків, реалізуючих типові поражаючі дії: вибухи, пожежі і вихід СДОР. Вони можуть реалізуватися при аваріях в різноманітній послідовності, ініціюючи одна одну (або не реалізуватися), повторюватися і т.п. Тому розроблений повиний «надмірний» сценарій аварій, включаючий в себе прояв всіх трьох поражаючих дій і що володіє достатньою «гнучкістю» для синтезу конкретного сценарію при участі користувача.

В підрозділах 1.2 і 1.3 на основі введеної класифікації (вибухи: газових хмар, пилових хмар, конденсованих речовин; пожежі: розлиття, вогневі шари, вогняні шторми) розглядаються особливості фізико-хімічних процесів, що супроводжують вибухи та пожежі і що підлягають моделюванню. Приводиться опис розроблених алгоритмів, що реалізують моделювання цих процесів, розрахунок їх параметрів і прогнозування наслідків за прийнятний час (швидкодія цих алгоритмів $\sim \ln(n)$ при умові попереднього вводу початкових даних об'єму $\sim n$; обмеження же на об'єм вхідних даних зумовлено лише ресурсами ЕОМ).

В розділі 2 розглядається третій вид поражаючої дії, реалізованої в імітаторі аварій, специфічний для ХП - вихід і розповсюдження СДОР. Далі описана структура і загальна схема функціонування імітатора аварій на ХП.

В підрозділі 2.1 проаналізовані основні особливості моделювання виходу рідинних СДОР, їх випарування і розсіяння. Вказано, що поведінка таких СДОР при аваріях залежить від ряду визначаючих параметрів (критичної температури, критичного тиснення, температури навколишнього середовища та ін.) і умов їх виходу (міри ушкодження їмності, місця ушкодження щодо рівня рідини і т.п.).

Наведені в підрозділі 2.2 розроблені алгоритми реалізують моделювання виходу і розповсюдження СДОР, прогнозування масштабів хімічного зараження і оцінку інших наслідків. Швидкодія алгоритмів $\sim \ln(n)$.

Підрозділ 2.3 містить опис структури і схеми функціонування імітатора аварій на ХП. Він складається з шести основних функціональних блоків: трьох блоків моделювання поражаючих чинників (вибухів, пожеж, виходу і розповсюдження СДОР) і прогнозування їх наслідків; блоку обліку впливу зовнішніх умов; блоку оцінки поточного і прогнозованого стану ХП. Схема функціонування імітатора аварій заснована на обчислювальних схемах кожного з шести блоків і правилах, що реалізують взаємозв'язок між ними і що враховують, які з поражаючих дій можуть в даних умовах постати після прояву і розвитку ініціюючого поражаючого впливу.

Розділ 3 присвячений опису постановок, засобів і алгоритмів рішення оптимізаційних завдань, що виникають при управлінні РІНР.

В підрозділі 3.1 розглядається завдання про знаходження на місцевості з пошкодженою шляховою сіттю найкоротшого маршруту. Це завдання виникає при необхідності визначення маршрутів евакуації

персоналу (населення) із об'єктів, що влучили у вогнища аварії чи в зони дії їх наслідків, а також доставки рятувальних формувань і ресурсів спочатку з місць їх дислокації до місць проведення робіт, а після цього при переміщуванні від одних поражених об'єктів до інших. Визначення найкоротших маршрутів виробляється з обліком існуючих перешкод. Такі перешкоди можуть утворитися після вибухів (дільниці доріг влучають в зони заралів і обрушень об'єктів ХП), пожеж (дільниці доріг влучають в зони суцільних пожеж), виходу і розповсюдження САОР (дільниці доріг влучають в зони хімічного зараження). Також враховуються природні перешкоди: водосховища, височини та ін. Цільова функція для даного завдання має наступний вигляд:

$$F(a, z, N) \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де a і z - початкова та кінцева крапка траси відповідно, N - мережа, вершини якої образуються вершинами перешкод, апроксимированих багатокутниками, а ребро $e(v_1, v_2)$ між вершинами v_1 та v_2 належить N тільки якщо на прямій лінії, яка з'єднує v_1 и v_2 немає перешкод. Для складання матриці, яка описує мережу N по початковим даним (n парам координат вершин багатокутних перешкод) вимагається $\sim n^2$ операцій, на побудову кожної мінімальної траси, по черзі величини, стільки же.

Для випадка переборення перешкод (з утратою швидкості V ; в частковості, якщо $V=0$, то перешкода не переборюється і її треба обходити) вхідні дані зображують транспортну зону T , розбиту на m дільниць, де возможна швидкість руху V_1, V_2, \dots, V_m . Мінімізуема цільова функція

$$\Phi(a, z, T, m, V_1, \dots, V_m) \Rightarrow \min. \quad (2)$$

Для рішення цього завдання розроблен евристичний алгоритм з швидкістю $O(n^2)$ та обмеженням $m \leq 10$. Алгоритм складається з двох частин: першонаочної приброщі мінімального (по часу проходження) шляхи і його поліпшення. У вигляді першої частини використовується алгоритм трасіровки Лі. В другій частині алгоритму одержана траса ітеративно покращується, для цього застосовуються дві операції: спрямлення і поліпшення по закону Снелліуса. Перша застосовується, якщо непряма дільниця траси минає в одному середовищі (по одній перешкоді). Друга застосовується, коли прямолінійна дільниця траси

пересікає кордони двох перешкод з різними щільностями (швидкостями переборення). Локальна мінімізація траси виробляється ітеративним застосуванням спрямлення і поліпшення по Снелліусу до тих пор, поки поліпшення траси не стане менш заданого порога.

Внаслідок більшості виробничих аварій на ХП навколишній простір, де проводяться РНР, стає шкідливим для виконавця. Шкідлива дія СДОР, як правило, некумулятивна. Для практично повної ліквідації шкідливого впливу на організм достатньо побути певний час поза зараженої зони. Завдання формалізується наступним чином. Нехай $H(t)$ - функція шкідливості, яка залежить від часу. Припустим, що час перебування в шкідливій зоні - інтервал (t_1, t_2) . Тоді получена доза шкідливості є

$$D(t) \Big|_{t_1}^{t_2} = \int_{t_1}^{t_2} H(t) dt. \quad (3)$$

Нехай час $R(D)$, необхідний для компенсації шкідливості лінійно залежить від D

$$R(D) = bD. \quad (4)$$

Крім цього, повинно додержуватися природна вимога, щоб D у будьякий момент не превосходило деякого порога Δ , який визначається медичними нормами

$$D(t) \leq \Delta. \quad (5)$$

Отже, час від початка t_1 рятувальних робіт до момента t_{2n} , коли шкідливим фактором можна вже знехатити ділитись на інтервали роботи (t_1, t_2) , (t_3, t_4) , ..., (t_{2n-1}, t_{2n}) та відпочинку (t_2, t_3) , (t_4, t_5) , ..., (t_{2n-2}, t_{2n-1}) . Ясно, що із технологічних міркувань є нижня межа тривалості зміни

$$l(t_{2k-1}, t_{2k}) \geq \tau, \quad k = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Завдання полягає у тому, щоб при існуючих обмеженнях (4) та (5) скласти розклад $S = \{t_1, t_2, \dots, t_{2n}\}$, щоб час роботи був максимальним

$$T(S) = \sum_{k=2}^{2n} (t_k - t_{k-1}) \Rightarrow \max, \quad (7)$$

Алгоритм рішення цього завдання для $H(t) = e^{\lambda t}$ описаний в підрозділі 3.2. Його швидкодія $\sim n^2$, він будує розклад, ефективність якого відрізняється від оптимума не більш, що на мінімально допустиму тривалість робіт τ .

В підрозділі 3.3 описується людино-машинна процедура, за допомогою якої здійснюється управління ресурсами і РІН-роботами. Тут мається на увазі управління в тому змісті, що приймаються рішення, коли, куди і які рятувальні бригади надсилати. В процесі її функціонування ЕОМ по заданим вхідним даним моделює можливі поразки, а після цього видає рекомендаційну інформацію по управлінню РІНР, аналізує рішення користувача, який, в свою чергу, приймає остаточні рішення. Після моделювання динаміки аварії і оцінки наслідків ЕОМ по існуючим даним про клас об'єктів, вигляди і ступені їх поразки формує пріоритети об'єктів по проведенню на них РІНР. Після цього ЕОМ виробляє розподіл ресурсів між об'єктами з урахуванням: числа уражених об'єктів та їх пріоритетів; кількості рятувальних бригад і змінності їх роботи в шкідливих умовах; часу, необхідного для доставки бригад на об'єкти; ефективності роботи бригад на об'єктах. Ефективність роботи бригад, в свою чергу, визначається на основі заздалегідь підготовлених таблиці «векторний ресурс-час». Користувач завжди має можливість оцінити і скоректувати отримані результати.

В розділі 4 описуються особливості програмної реалізації АСОДУ ЛНА на ХП.

В підрозділі 4.1 приводиться структура програмного забезпечення системи, включаючого в себе наступні процедури і модулі:

- моделювання наслідків поражаючих дій при аварії і прогнозування їх наслідків (модулі імітатора аварій);
- рішення оптимізаційних завдань диспетчерського управління РІНР;
- монітор, який здійснює управління процедурами системи;
- процедури інтерактивного запровадження, виведення і модифікації даних;

- сервісні процедури (здійснюючі запровадження, виведення, модифікацію і архівацію інформації, статистику роботи системи та ін.);
- інтерфейс користувача.

В підрозділі 4.2 описуються вхідні дані, системи, що використовуються при моделюванні, структура постійних і тимчасових баз даних системи.

Підрозділ 4.3 містить опис загальної характеристики системи. Розроблена АСОДУ ЛНА на ХП становить комплекс інформаційного і програмного забезпечення, призначений для функціонування на IBM-сумісних ПЕОМ під управлінням операційної системи MS-DOS. Мова опрацювання програмного забезпечення - Сі. Середовище опрацювання QuickC. БД містять дані в форматі СУБД Dbase. Сумарний розмір ісполнімих модулів - майже 300 кб. Розмір баз даних для «середнього» ХП - майже 300 Кб (без даних по примикаючій місцевості). Модифікація системи під конкретні умови різноманітних ХП досягається за рахунок можливості її ситуаційної і інформаційної адаптації без перепрограмування.

Впровадження результатів дисертаційної роботи

N п/п	Організація (роки)	Основні функції впровадженої підсистеми (призначення)
1	Редкінське ВКБА НВО «Хімавтоматика» (1987-1990)	Використовується в складі технологічної частини програмного забезпечення головного зразка автоматизованої системи охорони навколишнього середовища на Уральському ВО «Галоген» та в роботах, які проводились за планами Міхкімнафтопрома для прогнозування обстановки на ХП у надзвичайних ситуаціях
2	Первомайське ВО «Хімпром» (1989-1990)	Моделювання аварій з викидами СДОР, прогнозування хімічної обстановки, управління сповіщенням та евакуаційними заходами
3	НДІОХІМ (1989-1992)	Прогнозування стійкості при аваріях на ХП та рішення оптимізаційних та розрахункових задач для АСУ ЛНА
4	Кримське ВО «Титан» (1990-1991)	Моделювання аварій з вибухами та прогнозування інженерної обстановки, моделювання аварій з пожежами та прогнозування пожежної обстановки
5	РЦ «Укрєкологія» Мінісвіти України (1991)	Використовується у складі проекту «Еколого-економічної паспортизації підприємств» системи екологічного моніторингу «Україна»
6	Горловське ВО «Стирол» (1991)	Моделювання аварій з викидами СДОР, прогнозування хімічної обстановки, управління сповіщенням та евакуаційними заходами
7	Перекопський бромний завод (1992)	Моделювання аварій з викидами СДОР, прогнозування хімічної обстановки, управління сповіщенням та евакуаційними заходами
8	Северодонецьке ВО «Азот» (1992-1993)	Моделювання аварій з викидами СДОР, прогнозування хімічної обстановки та управління евакуаційними заходами, моделювання аварій з вибухами та прогнозування інженерної обстановки; управління ресурсами та роботами при проведенні РІНР
9	Штаб ЦО Луганської області (1992-1993)	Моделювання аварій, прогнозування післяаварійної обстановки, управління ресурсами та роботами при аваріях на ХП Луганської області

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ І ВИСНОВКИ

1. На основі вивчення процесу ліквідації наслідків аварій на ХП сформульовані вимоги до опрацювання математичного і програмного забезпечення АСОДУ ЛНА на ХП, визначені її основні функції.

2. Внаслідок системного аналізу даних по тійцем що траплялося промисловим аваріям і особливостей функціонування ХП, одержаний узагальнений гнучкий сценарій розвитку аварій на ХП, включаючий до себе реалізацію основних типових поразяючих дій: вибухів, пожеж, викидів СДОР; визначений перелік типових завдань, що виникають при управлінні ЛНА на ХП.

3. Розроблен імітатор аварій на ХП, що включає до себе ефективні алгоритми моделювання вибухів, пожеж, виходу і розповсюдження СДОР, прогнозування інженерних, пожежних і хімічних післяаварійних обставин, оцінки наслідків і втрат.

4. Розроблені засоби і алгоритми рішення прикладних оптимізаційних завдань необхідних для автоматизації управління ЛНА.

5. Розроблена АСОДУ ЛНА на ХП реалізована на базі комплексу створеного інформаційного, математичного і програмного забезпечення, випробована і завпроваджена на реальних промислових об'єктах. Розроблені методичні рекомендації по впровадженню і практичному використанню програмних засобів системи.

Основні результати дисертаційної роботи викладені в роботах:

1. Новые информационные технологии для инженеров: химия и промэкология: Учеб. пособие/ Ю.Т. Костенко, А.М. Бандурка, А.И. Зайцев, Д.В. Аннопольский, В.Г. Вайнер; Под ред. Ю.Т. Костенко, В.Г. Вайнера. - Киев: Институт системных исследований образования, Министерство образования Украины, 1993. - 412 с.

2. Аннопольский Д.В., Вайнер В.Г. Алгоритми мінімізації обсягу робіт. Сітьові задачі// САПР стійкості хімічних виробництв: Ліквідація наслідків аварій: Навч. посіб. - Київ: Навчально-методичний кабінет вищої освіти МВССО України, 1991. - С. 25-34.

3. Аннопольский Д.В., Вайнер В.Г. Алгоритми мінімізації обсягу робіт. Спеціальні задачі// САПР стійкості хімічних виробництв: Ліквідація наслідків аварій: Навч. посіб. - Київ: Навчально-методичний кабінет вищої освіти МВССО України, 1991. - С. 78-85.

4. Аннопольский Д.В., Вайнер В.Г. Імітаційна модель динаміки екстремальних екологічних ситуацій// САПР стійкості хімічних виробництв: Ліквідація наслідків аварій: Навч. посіб. - Київ: Навчально-методичний кабінет вищої освіти МВССО України, 1991. - С. 94-118.

5. Аннопольский Д.В., Вайнер В.Г., Дымшиц Ю.И. Использование методов математической статистики при построении транспортных сетей/ / Статистические методы в основной химии/ Труды ЦИОХИМ. - Харьков, 1986. - Т. 63. - С. 4-21.

6. Аннопольский Д.В., Левшуков И.И. Методы решения задачи трассировки// Автоматизация содовых и смежных производств/ Труды НИОХИМ. - Харьков, 1990. - Т. 69. - С. 121-125.

7. Аннопольский Д.В. Алгоритмы решения задачи коммивояжера в автоматизированных системах управления и проектирования химических производств// Автоматизация содовых и смежных производств/ Труды НИОХИМ. - Харьков, 1990. - Т. 69. - С. 92-97.

8. Микитюк А.Н., Вайнер В.Г., Аннопольский Д.В., Рябчинская Е.М. Диалоговая тренажерная система экологического воспитания// Проблемы бионики/ Республ. межведомственный научн.-техн. сборник. - Харьков: Основа, 1991. - N4. - С. 58-66.

9. Вайнер В.Г., Аннопольский Д.В. Система моделирования пожаров на химически опасных объектах и прогнозирования послеаварийной обстановки// Проблемы пожарной безопасности/ Сб. трудов всеукраинской научн.-техн. конф. под ред. В.Г. Палюха. - Харьков: Министерство образования Украины, МВД Украины, 1993. - С. 34-36.

10. Вайнер В.Г., Аннопольский Д.В. Методы управления ликвидацией последствий крупных пожаров на химических предприятиях// Проблемы пожарной безопасности/ Сб. трудов всеукраинской научн.-техн. конф. под ред. В.Г. Палюха. - Харьков: Министерство образования Украины, МВД Украины, 1993. - С. 37-39.

11. Аннопольский Д.В., Вайнер В.Г. Автоматизированные системы управления и обучения для ликвидации последствий аварий на химических предприятиях// Тренажеры и компьютеризация профессиональной деятельности/ Сб. трудов Всесоюз. научн.-техн. конф. - С.-Петербург: Высшее военно-морское инженерное училище, Правление Союза научных и инженерных обществ, 1993. - с. 28-39.

12. Аннопольский Д.В. Обучающая система для управления спасательными работами при производственных авариях// Применение ПЭВМ в научных исследованиях и учебном процессе/ Тез. докл. Харьк. обл. конф. молодых ученых. - Харьков: Харьк. политехн. ин-т, 1989. - С. 12.

13. Аннопольский Д.В., Вайнер В.Г. Принятие оптимальных решений и прогнозирование в экстремальных экологических ситуациях// Экологические проблемы охраны живой природы/ Тез. докл. Всесоюз. конф. - М.: ГК СССР по охране природы, АН СССР, АМН СССР, ВАСХНИЛ, ГК СССР по народному образованию, 1990. - Ч. 1. - С. 43-44.

14. Зайцев И.Д., Вайнер В.Г., Аннопольский Д.В. Математические методы изучения экологии химических производств// Рефераты докладов и сообщений XIV Менделеевского съезда по общей и прикладной химии - М.: Наука, 1989. - С. 495.

15. Вайнер В.Г., Аннопольский Д.В. АСУ ЛПА на химических производствах. Вопросы разработки математического и программного обеспечения// Надежность, живучесть и безопасность автоматизированных комплексов/ Тез. докл. V Всесоюз. совещания. - М.: Национальный комитет СССР по автоматическому управлению, ин-т проблем управления АН СССР, 1991. - С. 17-18.

16. Аннопольский Д.В., Вайнер В.Г. Тренажерная система для обучения ситуационному управлению в аварийных ситуациях (для химических предприятий)// Тренажеры и компьютеризация профессиональной подготовки/ Тез. докл. Всесоюз. научн.-техн. конф. - М.: Правление Союза научных и инженерных обществ СССР, ГК СССР по народному образованию, 1991. - Ч. 2. - С. 261-263.

17. Аннопольский Д.В., Вайнер В.Г. Экологический мониторинг экстремальных ситуаций на химических предприятиях// Координирующее управление в технических и природных системах/ Тез. докл. Всесоюз. научн.-техн. конф. - Харьков: МВССО УССР, Харьк. политехн. ин-т, 1991. - Ч. 2. - С. 50-51.

18. Аннопольский Д.В. Имитационная модель экстремальных экологических ситуаций в случае аварии на промышленном предприятии/ / Проблемы экологии и ресурсосбережения/ Тез. докл. Всесоюз. научн.-техн. конф. - Черновцы: МВССО УССР, Чернов. гос. унт, 1991. - Ч. 3. - С. 66-68.

19. Вайнер В.Г., Аннопольский Д.В. Определение оптимальных маршрутов эвакуации в АСУ ЛПА на химических производствах// Проектирование автоматизированных систем контроля и управления сложными объектами/ Аннот. докл. Международной школы. - Харьков: МО Украины, ИК АН Украины, Харьк. ин-т радиоэлектроники, 1992. - С. 18.

20. Вайнер В.Г., Аннопольский Д.В., Левит Е.В. Применение методов исследования операций для управления процессом ликвидации последствий аварий на химических производствах// Бизнес и наука/ Тез. докл. Международной научн.-практ. конф. - Харьков: ИА Украины, Харьк. политехн. ин-т, Харьк. ин-т внутр. дел, 1992. - С. 26-28.

21. Аннопольский Д.В., Бандурка А.М., Вайнер В.Г. Информационное обеспечение системы моделирования аварий и ликвидации их последствий на потенциально опасных промышленных объектах// Надежность, отказоустойчивость и производительность информационных систем/ Тез. докл. межгосударственного научн.-техн. семинара. - Краснодар: Российская академия наук, МО Российской Федерации, 1993. - С. 24-25.



ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

Д. В. АННОПОЛЬСЬКИЙ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА
ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ
ЛІКВІДАЦІЄЮ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ
НА ХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Підписане до друку 19.08.94. Формат паперу 60:90/16

Умовн.-друк. арк. 1,0. Обл.-вид. арк. 0,75.

Тираж 100 прим. Зам. 803

Друкарня ХВУ, вул. Сумська, 77/79

AB 30.936

AB 30.936