

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Ходакова Віктора Єгоровича на дисертаційну роботу Шумової Лариси Олександрівни «Автоматизована система прогнозування аварійних ситуацій великотоннажного хімічного виробництва», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології в Донецький національний університет (м. Вінниця)

Актуальність тематики дослідження

Одним з найважливіших факторів ефективного управління великими хімічними виробництвами, підприємствами є можливість розпізнавати своєчасно передаварійні ситуації хімічних агрегатів виробництв, підприємств та недопущення аварійних зупинок. Такі завдання мають велику актуальність. Концепція такого своєчасного розпізнавання ґрунтується на гармонічному врахуванні великого кола соціальних, економічних та екологічних показників. Запобігання аварійним зупинкам великотоннажних хімічних виробництв є актуальною і досить складною проблемою, яка має технологічний, економічний і екологічний аспекти. На сьогоднішній день, безаварійне функціонування хіміко-технологічних процесів досягається за рахунок автоматизації процесів управління на етапах спостереження, збору, обробки та аналізу інформації шляхом використання математичного аналізу даних в автоматизованих системах управління технологічними процесами. Важливим фактором безаварійного керування великотоннажним хімічним виробництвом є здатність виявлення передаварійного стану хімічного агрегату.

Кількість та наслідки аварій на хімічних виробництвах вказують на те, що автоматизації процесів збору, зберігання і аналізу даних недостатньо для того, щоб оперативний персонал зміг приймати ефективні рішення щодо аварійної ситуації, її попередження та запобігання. Для виробництв підвищеного ризику, що працюють в контурі автоматизованих систем

№133/01.13-45
Віг 19.09.2016

управління технологічними процесами (АСУ ТП) в режимі реального часу, необхідні додаткові засоби інформаційної підтримки оперативного персоналу. При цьому головними завданнями залишаються: розробка засобів прогнозування відхилень параметрів, важливих для забезпечення безпеки, проектування ефективних систем підтримки прийняття рішень оператора та їх інтеграція з функціонуючими системами управління, що обумовлює актуальність обраного напрямку досліджень. Розробка таких засобів на сьогоднішній день є актуальною науково-прикладною задачею. Актуальність роботи підтверджується зв'язком проведених досліджень відповідно до державних науково-технічних програм і планів: науково-прикладних НДР, в яких автор виконував роботу як виконавець досліджень.

Структура, логіка та короткий зміст роботи

Дисертація містить: вступ, чотири розділи, висновки і додатки. У вступі обґрунтовано актуальність теми досліджень, дано інформацію про важливість розробки нових інформаційних технологій, сформульовано тему й завдання роботи; вказано об'єкт, предмет та методи досліджень; описано наукову новизну й практичне значення отриманих результатів; особистий внесок автора в роботу, яка виконана в співавторстві; інформацію про апробацію й публікації результатів досліджень.

У першому розділі виконано системний аналіз задач дослідження, а також аналітичний огляд існуючих методів оцінки наслідків аварійних зупинок промислових підприємств.

Розглянуто засоби і методи для моделювання поведінки складних технологічних об'єктів у критичних і передаварійних ситуаціях. Аналіз показав, що найбільш поширеною формою подання передаварійної динаміки таких об'єктів є нечіткі ситуаційні моделі, вихідними даними для яких є часові ряди значень технологічних параметрів.

Обґрунтовано необхідність розробки спеціалізованих засобів, що забезпечують підтримку прийняття рішень при наявності передаварійних ситуацій.

За результатами аналізу сформульована загальна наукова задача дисертації, яка поділена на часткові завдання.

У **другому розділі** надано результати розробки моделі для обліку взаємопов'язаного впливу параметрів, які ініціюють аварійну ситуацію на виробництві, на стан системи в реальному масштабі часу. Розроблено загальну структуру прогнозуючої системи. Визначено параметри для прогнозування аварійних ситуацій на виробництві аміаку.

Розроблено методику побудови системи оцінки та прогнозування стану технологічного процесу з застосуванням модифікованої нечіткої мережі Петрі. Викладено результати практичного використання мереж Петрі для аналізу технологічних ситуацій у діючому хімічному виробництві.

Для побудови комплексної моделі запропоновано використовувати розширення традиційних мереж Петрі у вигляді нечіткої ординарної мережі з пріоритетами.

Для аналізу ситуацій на виробництві аміаку побудовано комплексну модель у вигляді нечіткої мережі Петрі з можливими варіантами передаварійних подій, яка враховує поточні значення факторів, що ініціюють аварійні ситуації у виробництві, зокрема оцінки прогнозованих значень технологічних параметрів та характеристики навколишнього середовища.

У межах робіт з аналізу мережі на виникнення критичних ситуацій досліджені алгоритми побудови дерева досяжності. Зокрема проведено ряд досліджень, спрямованих на оцінювання швидкодії різних алгоритмів побудови дерева. Тестувалися два алгоритми: простого перебору та перебору з відсіканням. На малих мережах Петрі з невеликою кількістю незалежних підмереж алгоритм простого перебору за швидкістю показав кращі результати порівняно з алгоритмом перебору з відсіканням. Протилежна картина спостерігається в роботі з великими мережами Петрі зі значною кількістю підмереж і циклів. У таких мережах алгоритм простого перебору виявився непридатний, оскільки кількість оброблюваних варіацій зростає за законом 2^n , де n – кількість незалежних підмереж. За результатами проведених

досліджень зроблено висновок про доцільність використання алгоритму перебору з відсіканням для побудови дерева досяжності.

Третій розділ дисертації присвячений розробці методів і моделей для оцінки та прогнозування параметрів, що ініціюють аварійні ситуації у процесі виробництва аміаку. Представлено метод раннього виявлення небезпечної тенденції в динаміці технологічного параметра виробництва аміаку.

Під небезпечною тенденцією в динаміці технологічного параметра розуміється монотонне зміщення поточного значення параметра в бік його критичного значення, яке регламентом визначено як умова спрацьовування сигналізації.

Процедуру прогнозування запропоновано структурувати на два етапи. На першому етапі вирішується проблема виявлення небезпечної тенденції в динаміці параметрів, що ініціюють аварійні ситуації, на основі аналізу часових рядів. Завдання другого етапу полягає в оцінці виявленої небезпеки за допомогою прогнозних моделей.

Для виявлення особливостей зміни параметрів у різних режимах розглядається часовий ряд, побудований на емпіричних даних динаміки контрольованого технологічного параметра.

Поставлено завдання розробити метод раннього виявлення тренда в часовому ряді за умови досягнення мінімальної частоти помилкових тривог. Вирішуючи задачу виявлення небезпечної тенденції, виділено інтервал спостережень невизначеного стану. Суть запропонованого методу виявлення небезпечної тенденції полягає в оцінюванні довжини послідовності монотонно-спадних значень (серії), які йдуть поспіль з інтервалом k і відображають скорочення дистанції до критичного значення технологічного параметра.

Для підвищення ефективності прогнозування запропоновано й обґрунтовано доцільність попередньої обробки даних – нормування значень обраних ознак.

У четвертому розділі надані результати практичного впровадження запропонованих у роботі моделей, методів і підходів в автоматизовану систему прогнозування аварійних ситуацій виробництва аміаку.

Пропоновані в роботі моделі, методи і підходи в сукупності становлять інформаційну технологію підтримки прийняття рішень оператора хімічного виробництва в передаварійних ситуаціях.

У розділі також наведено методику й результати експериментальних досліджень компонентів системи інформаційної підтримки оператора в процесі прийняття рішень. Для оцінки виявленої небезпеки в динаміці технологічних параметрів розроблено моделі налаштувань на основі методів регресії, зокрема запропоновано й обґрунтовано структуру моделі у вигляді кубічного сплайна, яка дозволяє враховувати відмінності швидкості зміни прогнозованого показника на початковій і кінцевій ділянках його передаварійної динаміки. Моделі побудовано на підставі статистичних даних, отриманих у режимах аварійної зупинки.

На основі експериментальної вибірки методом лінійної регресії досліджено залежність для кожного технологічного параметра за межею нормального стану системи (регламентного режиму). Розроблено схему впровадження автоматизованої системи прогнозування аварійної ситуації в систему управління технологічним процесом аміаку та виконано оцінку ефективності її впровадження.

Набули подальшого розвитку інформаційні технології інтеграції систем управління хімічним виробництвом. Запропоновано два варіанти впровадження системи прогнозування аварійних ситуацій у загальний контур системи автоматизованого управління.

Наукові і практичні результати дисертації використані для розробки спеціального програмного модуля прогнозування у складі АСУ ТП виробництва аміаку ЗАТ Северодонецьке об'єднання «Азот». Аналіз результатів використання розробленої інформаційної технології та її практичного впровадження на підприємстві показав істотне скорочення

кількості аварійних зупинок виробництва аміаку на 25%, скорочення тривалості простоїв цеху за рахунок зниження трудомісткості на пошук несправності до 30%.

Запропоновані в дисертаційній роботі методи моделювання аварійних ситуацій у хімічному виробництві і моделі небезпечної тенденції в динаміці контрольованих технологічних параметрів, що ініціюють аварійні ситуації у виробництві аміаку, були використані також при розробці тренажерного комплексу для операторів-технологів аміачного агрегату.

У висновках викладено найбільш важливі наукові і практичні результати, отримані в дисертаційній роботі.

У додатках наведено матеріали, що містять окремі результати досліджень і експериментів, проведених у роботі; акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість результатів дисертації підтверджується використанням фундаментальних загальноприйнятих підходів, законів і результатів теоретичних досліджень при побудові й аналізі коректності системних математичних моделей, обчислювальних методів, автоматизованої системи.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, що захищаються, підтверджується:

– результатами аналізу адекватності розроблених математичних моделей на основі оцінок точності – у порівнянні з даними, одержаними іншими методиками, експериментальними даними, а також рішенням ряду тестових задач;

– результатами аналізу зв'язків дій оперативно-диспетчерського персоналу та кількості показників прогнозу, базованих на розвитку передаварійних та аварійних процесів, що призводять до тяжких наслідків.

Обґрунтованість і достовірність результатів дисертації також підтверджується позитивним впровадженням інформаційних технологій та

автоматизованої комп'ютерної системи прогнозування аварійних ситуацій великотоннажного хімічного виробництва.

Новизна результатів дисертації

Основна ідея роботи полягає в розробці інформаційної технології прогнозування аварійних ситуацій небезпечного хімічного виробництва, що дозволяє обробляти в реальному часі дані і забезпечує підтримку прийняття рішень в передаварійних ситуаціях. У процесі теоретичного обґрунтування, розвитку моделей та методів оцінки наслідків небезпечних процесів одержано результати, які мають таку наукову новизну:

– *вперше* запропоновано метод раннього виявлення небезпечної тенденції в динаміці технологічних параметрів, що ініціюють аварійну ситуацію на основі чисельного аналізу часового ряду, що дозволяє автоматизувати виявлення передумов до передаварійних ситуацій у реальному часі;

– *вдосконалено* модель для прогнозування критичних значень технологічного параметра у вигляді кубічного сплайна, що дозволяє враховувати відмінності швидкості зміни прогнозованого параметра на початковій і кінцевій ділянках його передаварійної динаміки;

– *набули подальшого розвитку* методи ситуаційного моделювання на основі механізму розширених мереж Петрі, що дозволяють підвищити достовірність прогнозу аварійних зупинок хімічного агрегату за рахунок комплексної оцінки впливу різних чинників.

Наукове, практичне значення та реалізація результатів роботи

У сукупності розроблені математичні моделі, обчислювальні методи, інформаційні технології, що використані при розробці додаткових засобів інформаційної підтримки оперативного персоналу при розробці додаткових засобів інформаційної підтримки оперативного персоналу є науково-методичною основою для практичного застосування та впровадження на робочому місці оператора хімічного виробництва при управлінні передаварійними режимами. Слід зазначити також практичну цінність

результатів роботи, що реалізовані у вигляді інженерних методів, програмних засобів, високу ефективність яких обґрунтовано теоретично й підтверджено практичними актами впровадження.

Наукові положення, розроблені додаткові засоби інформаційної підтримки, висновки, пропозиції та рекомендації, а також результати розрахункових досліджень, результати практичної апробації одержані, обґрунтовані і викладені автором у дисертації, статтях, звітах про спільну науково-дослідну роботу на підприємстві; впроваджені при виконанні робіт, направлених на забезпечення рівня безпеки виробництва, в яких за рахунок виконання автоматизованої системи досягнуто збільшення тривалості безаварійної роботи великотоннажного хімічного виробництва.

Представляється доцільним подальший розвиток і застосування результатів роботи, щодо удосконалення методик та програмних засобів підтримки дій оперативного персоналу для використання в хімічній промисловості та інших небезпечних підприємствах України.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

За темою дисертації з викладенням її основних результатів опубліковано 24 наукових праць у міжнародних і вітчизняних виданнях (з них 8 без співавторів), з яких 1 робота в фаховому зарубіжному науковому виданні, 13 статей у наукових фахових виданнях України, 10 тез доповідей у збірниках праць конференцій.

Аналіз публікацій автора дозволяє зробити висновок, що основні результати дисертації знайшли повне відображення в авторефераті та наукових фахових виданнях. Автореферат дисертації повною мірою відображає зміст роботи та одержані автором результати досліджень. Робота пройшла необхідну апробацію на наукових семінарах та конференціях.

Дисертація вважається у цілому науковою роботою. Дисертаційна робота оформлена відповідно до існуючих вимог, написана достатньо ясною мовою, добре ілюстрована. Зміст роботи відповідає мети і поставленим

завданням. Послідовність і повнота викладення матеріалу дає ясне уявлення про застосовувані методи і досягнуті результати.

Зауваження до роботи

Поряд з відзначеними позитивами по дисертації є такі зауваження:

1) Матеріал дисертації подано не в стилі класичного подання дисертаційних робіт, а в стилі звіту про проектну, проектно-конструкторську, проектно-дослідну роботу, як це було в 60-80 р.р. ХХ століття. Тому висновки розділів всієї роботи представляються не так, як їх очікуєш, як це витікає із логіки роботи, із попередніх матеріалів.

2) В дисертаційній роботі недостатньо виконано огляд математичних моделей, які використовувалися до недавнього часу для опису передаварійних ситуацій великих промислових хімічних підприємств, для оцінювання зон, які підпадають під аварії. В роботі немає також достатнього огляду вчених-попередників, їх робіт, досягнутих результатів. Тому не аргументовано виглядають формулювання завдань дослідження.

3) В дисертації недостатньо проведено структурузацію матеріалів за тематикою дослідження, відсутня, наприклад, повна структурузація загроз аварійних та передаварійних зупинок великих підприємств.

4) В п. 1 наукової новизни вказано «... вперше запропоновано метод раннього виявлення небезпечної тенденції в динаміці технологічних параметрів, що ініціюють аварійну ситуацію на основі чисельного аналізу часового ряду».

Однак в роботі автор не наводить чіткі формулювання, це призводить до того, що все це виглядає не дуже аргументовано, як би не завершена робота.

5) Як відомо, до 30% аварій припадає на людський фактор, а в роботі основний акцент робиться лише на розробку комплексної автоматизованої системи підтримки прийняття рішень. Людський фактор випав з кола досліджень дисертаційної роботи, на жаль.

6) В роботі вибрані фактори оцінки безаварійності досліджуваних процесів не виглядають абсолютно доказовими, не ясно також вони є інваріантними по відношенню до типів технологічних процесів чи ні?

7) В дисертаційній роботі немає ні слова про оцінку достовірності експертних методів, що знижує довіру до кінцевих результатів.

8) Запропонована інформаційна технологія потребує значного рівня підготовки оперативного персоналу підприємств з питань безпеки виробництва, який повинен робити аналіз небезпеки зупинок. У зв'язку з чим необхідна розробка пропозицій, щодо вирішення цього питання.

9) В дисертаційній роботі не наведено обсяг фінансових витрат на розробку та впровадження автоматизованої системи.

10) Робота має як синтаксичні так і стилістичні помилки, а також насичена русизмами. Останнє також стосується і автореферату.

Однак, у цілому наведені вище зауваження, на мою думку, не зменшують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Загальна оцінка роботи

В цілому, незважаючи на вказані недоліки, дисертаційна робота є цілісним завершеним науковим дослідженням. Дисертаційна робота Шумової Л.О. присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі, яка полягає в розробці математичних моделей передаварійних та аварійних зупинок для зниження негативних наслідків аварій і забезпечення інформаційної підтримки оперативного персоналу великих промислових підприємств підвищеного ризику. При цьому головними завданнями є розробка засобів прогнозування відхилень параметрів, важливих для забезпечення безпеки, проектування ефективних систем підтримки прийняття рішень оператора та їх інтеграція з функціонуючими системами управління.

Одержанні нові науково обґрунтовані результати в галузі інформаційних технологій мають істотне наукове та практичне значення для розвитку, поширення їх у галузі попередження та зниження наслідків аварій на великих

промислових об'єктах, а також дозволяють істотно підвищити ефективність дій оперативного персоналу підприємства.

Дисертація виконана на високому науковому рівні та відповідає спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології. Зміст автореферату відповідає тексту дисертації.

Дисертація Шумової Л.О. вважається завершеною науковою роботою, яка повністю відповідає вимогам пунктів 9.11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013, які висуваються до кандидатських дисертацій.

Автор роботи Шумова Л.О. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06. – Інформаційні технології.

Офіційний опонент
завідувач кафедри інформаційних технологій
Херсонського національного технічного університету
д.т.н. проф., Заслужений діяч науки
і техніки України


Ходаков В.Є.

Підпис Ходакова В.Є. завідчую




Танська М.В.