



# АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІЯВЛЕННЯ ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

УДК 004.386

## ЯКОВЕНКО Вадим Олександрович

д.т.н., доцент, професор кафедри кібербезпеки Університету митної справи та фінансів,

**Наукові інтереси:** математичне моделювання та обчислювальні методи в інформаційних технологіях та кібербезпеці

**E-Mail:** yakovenko@ua.fm

## УЛЬЯНОВСЬКА Юлія Вікторівна

к.т.н., доцент, доцент кафедри кібербезпеки Університету митної справи та фінансів,

**Наукові інтереси:** інформаційні технології, методи обробки неповних та нечітких даних в інтелектуальних автоматизованих системах

**E-mail:** yuliyauyv@gmail.com

### ВСТУП

Важливу складову економіки держави займає промисловий сектор, до якого входять підприємства хімічної, металургійної, нафтопереробної та іншої промисловості. Важливу роль в промисловості відіграють системи сигналізації, метою яких є повідомлення операторів про аномальні або аварійні ситуації [1]. Особливо актуальним є впровадження таких систем на підприємствах – об'єктах підвищеної небезпеки (ОПН), до яких відноситься значна кількість підприємств України. Згідно закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» об'єкт підвищеної небезпеки – об'єкт на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру [2].

Більшість міст України є промисловими, а специфіка українських промислових підприємств полягає в тому, що здебільшого їх територія розташована в межах населених пунктів, а відстань від ОПН до жилих кварталів населення може складати усього сотні метрів. На

ОПН існує ризик виникнення техногенних аварій та катастроф. Результатом їхнього прояву є раптовий вихід із ладу машин, механізмів та агрегатів під час експлуатації, що супроводжується серйозними порушеннями виробничого процесу, вибухами, утворенням осередків пожеж, радіоактивним, хімічним або біологічним зараженням великих територій, ураженням та загибеллю людей. Аналіз статистичних даних показав, що найбільш небезпечними в техногенному відношенні є: Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Запорізька, Харківська, Одеська, Миколаївська, Київська області. Серед техногенних загроз Донецької, Дніпропетровської, Запорізької, Миколаївської областей найбільшу небезпеку для території та населення становлять радіаційна, гідродинамічна, хімічна, пожежонебезпека та вибухонебезпека, Луганської області – гідродинамічна, хімічна, пожежонебезпека та вибухонебезпека, Харківської області – пожежі та вибухи, в тому числі в будівлях або спорудах житлового призначення, Одеської області – радіаційна, хімічна, пожежонебезпека та вибухонебезпека, Київської області – гідродинамічна, радіаційна та хімічна небезпеки [3].

Саме тому запобігання виникненню надзвичайних ситуацій (НС) техногенного характеру та своєчасне інформування респондентів про загрози їх виникнення є актуальною проблемою. Завчасне виявлення НС, точність та достовірність параметрів систем моніторингу є запорукою запобігання техногенних катастроф різного рівня. Методичне керівництво і координація діяльності системи моніторингу і прогнозування НС на державному рівні має здійснюватися Державною службою України з надзвичайних ситуацій (ДСНС). Прогноз ризиків НС на території країни в цілому здійснює ДСНС у взаємодії з іншими центральними органами виконавчої влади. Разом з цим, на цей час моніторинг і прогнозування НС в Україні здійснюються на рівні регіональних, галузевих або інших самостійних підсистем, не об'єднаних у єдиний інформаційно-аналітичний комплекс. Загальнодержавну систему моніторингу джерел НС та їх прогнозування у державі не створено [4]. Рівень розвитку інформаційних технологій на сьогоднішній день дозволяє значно підвищити інформативність систем моніторингу та достовірність оцінки параметрів фізичних процесів, які використовуються на ОПН для запобігання виникненню НС. Задача розробки автоматизованої інформаційної системи виявлення та попередження надзвичайних ситуацій на основі даних систем моніторингу з використанням сучасних інформаційних технологій займає важливе місце в вирішенні загальнодержавної проблеми запобігання виникненню НС.

**Аналіз літературних джерел та постановка задачі дослідження.** На підприємствах підвищеної

небезпеки для раннього виявлення надзвичайних ситуацій та, у випадку їх виникнення сповіщення людей, які знаходяться в зонах можливого ураження, впроваджуються автоматизовані системи (АС). У разі виявлення загрози або виникнення надзвичайної ситуації АС повинна автоматично здійснювати інформування про виявлену загрозу відповідальних осіб, на яких покладено виконання певних дій щодо недопущення виникнення НС або мінімізації негативних наслідків у разі її виникнення. Система раннього виявлення НС та оповіщення (СРВНСО) повинна виконувати такі функції [5]:

- Безперервно отримувати данні від джерел первинної інформації,
- Контролювати в реальному вимірі часу відповідність поточних (граничних) значень параметрів проектним режимам технологічного процесу об'єкта та (або) унормованим значенням параметрів джерел НС природного характеру,
- Інформувати працівників, відповідальних за функціонування технологічного обладнання, щодо виявлених фактів досягнення докритичних та критичних значень параметрів, які контролюють,
- Інформувати посадових осіб, які відповідають за стан техногенної безпеки об'єкта, про факти досягнення критичних значень параметрами, які контролюють.

Складовою частиною систем запобігання НС є системи моніторингу (рис. 1) [4]. Системи внутрішнього моніторингу (лівий стовпчик рис. 1) є початком усіх процесів запобігання НС. Складність систем має бути залежною від рівня небезпечності об'єктів.

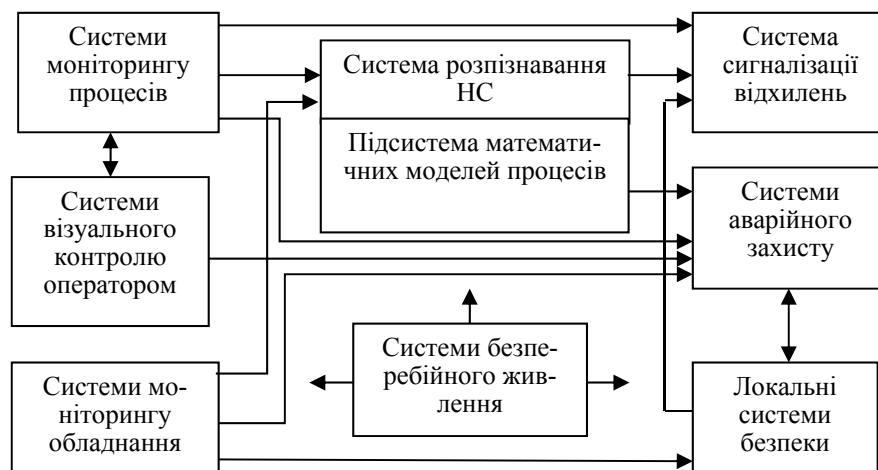


Рис. 1. Системи моніторингу у складі системи запобігання НС

Розробками систем моніторингу та діагностики займаються провідні світові компанії. Так компанією Siemens розроблені системи раннього попередження, які дозволяють контролювати та виявляти відхилення в роботі обладнання [6].

На вітчизняному ринку в галузі розробки систем автоматизації використовуються SKADA системи. На основі технологій таких систем реалізуються на ряду з іншими системами системи сигналізації та документування відхилень від заданих параметрів технологічного процесу та ін. [7].

Для великих підприємств хімічної та металургійної галузі, які відносяться до ОПН, актуальним є впровадження дистанційних систем моніторингу. Зважаючи на великі масштаби виробництва, навіть незначна його оптимізація за рахунок систем дистанційного моніторингу дає змогу значно підвищити продуктивність. Системи дистанційного моніторингу та управління надають можливість покращити конкурентоспроможність підприємства та оптимізувати виробництво [8].

У роботі [9] обґрунтовано необхідність використання додаткових інтелектуальних інформаційних систем для автоматизованої системи управління металургійним підприємством і для попередження надзвичайних ситуацій. У статті продемонстровано структура взаємодії автоматизованих систем управління, систем аварійного оповіщення і систем управління комп'ютерною інформацією для металургійних підприємств. Аналіз дослідження показує спосіб запобігання виникненню аварійних ситуацій, підтверджений позитивними результатами експериментальних досліджень.

Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду побудови систем моніторингу та раннього виявлення НС свідчить, що подальший розвиток ефективності науково – методичних принципів побудови повинен виконуватись шляхом підвищення інтелектуального рівня СРВНСО; ступеню автоматизації функцій; забезпечення необхідної надійності інформації, забезпечення відповідного рівня захисту інформації. Вирішення цих питань залежить від розв'язання ряду основних науково – технічних проблем, які можна згрупувати в наступних напрямках: функціонально – алгоритмічний синтез; типізація і уніфікація технічних засобів раннього виявлення НС; системний підхід до створенню систем моніторингу та СРВНСО.

Метою дослідження є аналіз задачі створення автоматизованої системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Для вирішення поставленого завдання необхідно дослідити інформаційні потоки на виробництві, характеристики технологічних процесів, дослідити структуру та сформулювати функціональні вимоги до СРВНСО, розглянути принципи створення систем раннього виявлення НС на ОПН, дослідити характеристики інформації, що оброблюється а також математичні моделі та методи обробки даних.

**Дослідження структури та формулювання функціональних вимог до СРВНСО.** Більшість хімічних процесів та виникнення порушень в технологічному процесі мають імовірнісний характер. Але, як правило, підприємства не афішують порушення ТП, тому статистичні дані не завжди є достовірним підґрунтям для розробки необхідних методів та моделей обробки даних. Альтернативою імовірнісних моделей у цьому випадку можуть бути системи нечіткої логіки, які дозволяють оперувати неповними та нечіткими даними а також дозволяють створювати методи та моделі обробки даних на основі знань експертів. Інтеграція інформаційних систем управління надзвичайними ситуаціями в структури системи управління знаннями забезпечить здатність приймати рішення щодо пошуку інформації у надзвичайних ситуаціях та приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності та ризику. Інтелектуальні системи для управління надзвичайними ситуаціями мають включати функції, які дозволяють змінювати ролі та дозволяють людям отримувати доступ до змін на основі ситуаційних вимог [10].

Система раннього сповіщення повинна забезпечувати:

- підвищення ефективності попереджень НС за рахунок своєчасного виявлення порушень в технологічному процесі;
- підвищення імовірності виявлення НС за рахунок використання якісно нових моделей представлення даних та знань а також методів їх обробки;
- простоту адаптації системи до можливих технологічних змін.

Сформулюємо функціональні задачі, які повинна вирішувати СРВНСО:

- забезпечення оператора інформацією про значення параметрів технологічного процесу, поточний стан технологічних об'єктів регулювання та апаратних засобів системи;
- інтелектуальний аналіз стану ТП та прогнозування можливості виникнення НС;
- забезпечення попереджувальної і аварійної сигналізації процесу автоматичного регулювання, несправності технологічного обладнання (датчики і виконавчі механізми), несправності власних апаратних засобів;
- реєстрація інформації в базі знань: данні про технологічні параметри об'єктів контролю, стан технологічного обладнання, стан апаратних засобів, показники навколишнього середовища та інші данні від джерел первинної інформації;

- ведення журналу подій;
- діагностика технологічного обладнання;
- формування архіву.

З урахуванням сформульованих вимог, задач та інтелектуальної складової системи структурна схема установок виявлення НС може мати вигляд, наведений на рис. 2, де 1- пульт централізованого спостереження, 2 – автоматизована система централізованого сповіщення, 3 – пульт керування, 4 – комунікаційний пристрій, 5 – датчики показників навколишнього середовища, 6 – джерела первинної інформації (ДПІ), 7 – інтелектуальний модуль обробки даних, 8 – пристрій оповіщення, 9 – кінцеві технічні засоби інформування та оповіщення.



Рис. 2. Структурна схема інтелектуальної системи сповіщення

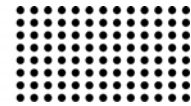
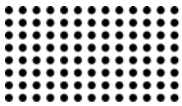
Оповіщення реалізується за допомогою передачі сигналів з вимірювальних датчиків до респондентів сповіщення. Збір даних від джерел первинної інформації повинен охоплювати:

- Прийом даних у вигляді аналогових, дискретних або кодованих сигналів, які містять інформацію про поточне значення контрольованих параметрів та досягнення ними граничних значень, а також інформацію, що стосується спрацювання ручних оповіщувачів;
- Прийом від джерел первинної інформації (ДПІ) відомостей про втрату ними працездатності;

– Визначення працездатності каналів зв'язку з джерелами первинної інформації (датчиками), в залежності від вихідного інтерфейсу контролюванням ліній зв'язку на обрив або замикання, відхилень встановлених параметрів технічного діапазону конкретного ДПІ, наявність підтвердження від ДПІ про обмін даними, достовірність даних, отриманих від ДПІ.

#### Принципи розробки СВНСО

Проектування, розробка та впровадження систем моніторингу та раннього виявлення НС необхідно розглядати з позицій системного підходу. Підхід до пробле-



ми управління процесам запобіганню виникненню надзвичайних ситуацій як процесу, який враховує взаємозв'язки частин системи або окремих її підсистем є основною рисою системного підходу до розробки СРВНСО.

З урахуванням вищесказаного на основі викладених в роботі [11] принципів особливостей, які мають будь-які автоматизовані системи управління сформулюємо особливості, які властиві системам моніторингу НС:

1) До завершення повної реалізації проекту можливість випробувань функціонуючої системи на об'єкті практично виключена. Всі невдалі рішення і помилки, які не вдалося врахувати і передбачити в ході розробки, можна виявити тільки при випробуваннях системи і введення її в експлуатацію.

2) В процесі розробки системи моніторингу повинна заздалегідь плануватися її еволюція: при побудові системи передбачена можливість її розвитку як по вертикалі, тобто в сенсі інтеграції в її рамках окремих підсистем, які раніше мали самостійне значення, так і по горизонталі, тобто в сенсі розширення кола завдань, які вирішуються окремими підсистемами, та розширення зони моніторингу. Вже на цій стадії необхідно ретельно продумати сполучення різних частин системи на основі взаємозалежності її окремих частин, що вводяться в експлуатацію в різний час.

3) Оскільки частина датчиків первинної інформації знаходяться на відкрито рому просторі, при виникненні НС при прийнятті рішень про можливі наслідки враховуються такі метеорологічні фактори як атмосферний тиск, швидкість та напрям руху вітру, атмосферні опади та ін. можна стверджувати що СРВНСО тісно пов'язана з зовнішнім середовищем та іншими системами, що впливає на алгоритмічне та програмне забезпечення СРВНСО, а часто і на мету і критерії ефективності, змушуючи перебудовувати внутрішній зміст системи. У зв'язку з цим з самого початку розробки системи в неї повинні бути закладені властивості адаптивності, гнучкості в перебудові.

4) Необхідно також враховувати рух меж техногенних аварій та катастроф шляхом побудови нових математичних моделей таких процесів та розробки нових методів їх чисельної реалізації. Під час розробки математичних моделей необхідно враховувати, що, по-перше, матема-

тична модель повинна бути адекватною об'єкту і його розрахунковій схемі, достатньо повно і точно описувати кількісні характеристики, і, по-друге, складність математичних моделей повинна бути обмежена такими умовами, які дозволяють на основі обчислювального експерименту отримати певні результати. Також необхідно використання обчислювального експерименту при проектуванні, виборі та оптимізації режимів роботи, аналізі надійності і прогнозуванні відмов та аварійних ситуацій технічних об'єктів. Слід зазначити, що методи математичного моделювання і обчислювального експерименту є важливою складовою певних підходів, які характерні для сучасних інформаційних технологій. Такі методи дозволяють на основі кількісного аналізу процесів, що відбуваються в системах з розподіленими параметрами, оптимізувати технологічні процеси в технічних установках. Будемо застосовувати в подальшому умовну схему математичного моделювання технічних об'єктів поетапно: технічний об'єкт, технічна модель, математична модель, вибір методу кількісного аналізу і його алгоритму, створення програмного продукту, визначення адекватності моделі.

5) Введення в дію будь-якої нової технічної системи пов'язані, в основному, з монтажем і налагодкою обладнання, при цьому в обов'язки людини входить забезпечення безперебійної роботи цього обладнання. При створенні СРВНСО велику питому вагу займає програмне забезпечення, пов'язане з переробкою великого обсягу інформації. Необхідно не тільки розробити різні алгоритми і процедури переробки інформації, а й передбачити заходи для їх точного дотримання, і алгоритми дій в разі їх порушення. Тому підготовці персоналу до роботи в умовах функціонування СРВНСО повинна бути приділена особлива увага. Тому є доцільним введення в структуру систем моніторингу елементів автоматизованих систем підтримки прийняття рішень.

5) У процесі створення СРВНСО витрати на проведення необхідних досліджень, проектування системи, розробку програмного забезпечення, підготовку персоналу тощо значно перевищують вартість комплексу технічних засобів, їх монтажу та наладки.

#### **ВИСНОВКИ:**

1) У роботі проаналізована задача розробки автоматизованої системи виявлення та запобігання надзвичайних ситуацій на підприємствах підвищеної небезпе-

ки. Практичну цінність має запропонована загальна схема передачі даних від джерел первинної інформації до респондентів сповіщення з урахуванням інтелектуальної складової.

2) Визначені напрямки подальшого наукового дослідження, яке полягає у розробці математичних методів та моделей обробки даних від джерел первинної інформації в системах моніторингу із застосуванням систем нечіткої логіки, які дозволяють оперувати неопределеними та нечіткими даними а також дозволяють створювати методи та моделі обробки даних на основі знань експертів.

3) Сформульовані вимоги та функціональні задачі, якими повинна володіти СРВНСО. На основі сформульованих вимог та функціональних задач запропонована структурна схема інтелектуальної системи сповіщення.

4) Сформульовано принципи особливості, які властиві автоматизованим системам моніторингу НС. Показано, що доцільним є використання системного підходу при побудові систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій а розробку автоматизованої системи необхідно розглядати як процес, який враховує взаємозв'язки частин системи або окремих її підсистем.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Su, J. A multi-setpoint delay-timer alarming strategy for industrial alarm monitoring [Text] / J. Su, D. Wang, Y. Zhang, F. Yang, Y. Zhao, X. Pang // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2018.-№. 54.- Pp. 1-9 doi.org/10.1016/j.jlp.2018.02.004/
2. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 №2245-III // Vidomosti verhovnoi rady Ukrainy.- 2001.- №15.- st. 73
3. G.V. Ivanec. Analiz stanu tehnogennoi, pryrodnoi ta socialnoi nebezpeky administratyvno-territorialnyh odynyc Ukrainy na osnovi danyh monitoryngu // Zbirnyk naukovykh prac Kharkivskogo universytetu Povitrianyh syl.- 2016.- vol. 3(48).- p 142-145.
4. Kropotov, P.P. Stvorennia suscasnoi systemy monitoryngu bezpeky– aktualna derzhavna ta naukova zadaca // P.P. Kropotov, V.V. Begun, V.F. Grecaninov / Systemy obrobky informacii.- 2015.- vol.11(136).- p.199-206
5. Avtomatyzovani systemy ranniogo dbzdktyyz zagrozy vynykennia nadzvychaynyh sytuaciy ta opovishennia naseleennia. DBN B.2.5.-76:2014. Kyiv. Minregion Ukrainy. – 2014.- 38 c.
6. Sistema dignostiki oborudovania SPPA-D3000 www.energy.siemens.com
7. Scada Trace mode www.tracemode.ua/news/azot\_cherk\_askug/
8. Plahotny M. V. Osoblyvosti pobudovy sestem dystanciynogo monitoryngu parametriv obladdannia / M. V. Plahotny, A. Yu. Grycina // Visnyk Nacionalnogo universytetu "Lvivska politehnika". – 2011. – № 717 : Komputerni systemy ta mrezhi. – С. 125-133.
9. K.V. Antipov, M.P. Maslakov, K.I. Yurenko Improvement of the *Automated Control Systems* for the Development of the Metallurgy Procedia Engineering, Vol. 129, 2015, Pages 1010-1014
10. Dorasamy, M. Integrated community emergency management and awareness system: A knowledge management system for disaster support [Text] / M. Dorasamy, M. Raman, M. Kaliannan / Technological Forecasting and Social Change. – 2017.- №121,- P. 139-167 doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.017
11. Duel, M.A. Konceptualnye osnovy postroenia ASU slozhnyimi energoobektami // M. A. Duel, G.I. Kaniuk, T. N. Fursova / Vostocno-evropeyskiy zhurnal peredovyh tehnologiy.- 2011.-№ 6/3(54).- c. 4.-11

*Рецензент: д.т.н., проф. Коваленко В.Ф.,  
Херсонський національний технічний університет*