

3. Подповерхностная радиолокация. / В.И. Карпунин, В.П. Кутеев, В.Н. Метелкин; под ред. М.И. Финкельштейна./- М.: Радио и связь, 1994. - 217с.
4. Теоретические основы информационно-измерительных систем: Учебник / В. П. Бабак, С. В. Бабак, В. С. Еременко и др.; под ред. чл.-кор. НАН Украины В. П. Бабака / - К.: НАУ, 2014. – 832 с.
5. Соколов А.В. Вопросы перспективной радиолокации. Коллективная монография / Под ред. А. В. Соколова. – М.: Радиотехника, 2003. – 512с.
6. Сахацкий В.Д. Антенный излучатель для систем

диагностики подповерхностных объектов./ Сахацкий В.Д., Щеглов А.Ю. // Sciense Rise .- 2014.- № 5/2(5).-с. 60-63.

7. Воскресенский Д.И. Антенны и устройства СВЧ. Коллективная монография / Под ред. Д.И. Воскресенского. - М.: Сов. радио, 1994 - 592 с.

8. Пат. 2328861 ФРГ, МКИ H01Q 13-00. Verfahren und Anordnung zur Abstrahlung scharf gebundelter elektromagnetischer Wellen. / T. Johann ; заявитель и патентообладатель Siemens AG Berlin und Munchen.- № P 2328861.1; зявл. 6.6.73; опубл. 20.2.75.

УДК 65.004.1(075.8)

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Д.т.н. Ю.А. Петренко, к.т.н. О.С. Кононихін, С.В. Семібратов, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

У статті розглянута технологія впровадження SCADA-систем та запропонована модель вибору програмного забезпечення диспетчерського управління складними технологічними процесами з використанням методів прийняття рішень в умовах нечіткої інформації.

В статье рассмотрена технология внедрения SCADA- систем и предложена модель выбора программного обеспечения диспетчерского управления сложными технологическими процессами с использованием методов принятия решений в условиях нечеткой информации.

In the article considered technology of introduction of SCADA-systems and the model of choice of controller's management software difficult technological processes is offered with the use of methods of making decision in the conditions of unclear information.

Ключові слова: управління складними технологічними процесами, методи прийняття рішень, нечітка інформація, SCADA-система.

Вступ

Сучасна автоматизована система управління технологічним процесом (АСУТП) являє собою багаторівневу людино-машинну систему управління. Створення АСУТП складними технологічними процесами (ТП) здійснюється з використанням інформаційних систем збору даних та обчислювальних комплексів.

Застосування SCADA-технологій дозволяє досягти високого рівня автоматизації у вирішенні завдань розробки систем управління, збору, обробки, передачі, зберігання та відображення інформації.

Велике значення при впровадженні сучасних систем диспетчерського управління має рішення наступних завдань:

- вибору SCADA-системи (виходячи з вимог і особливостей технологічного процесу);
- кадрового супроводу.

Вибір SCADA-системи є досить важке завдання, аналогічну прийняття рішень в умовах

багатокритеріальності, ускладнену неможливістю кількісної оцінки низки критеріїв через брак інформації.

Підготовка фахівців з розробки та експлуатації систем управління на базі програмного забезпечення SCADA здійснюється на спеціалізованих курсах різних фірм, курсах підвищення кваліфікації.

В даний час у навчальні плани ряду технічних університетів почали вводитися дисципліни, пов'язані з вивченням SCADA-систем.

SCADA-система – це система супервизорного управління й збору інформації (Supervisory Control And Data Acquisition). Це сукупність пристроїв керування й моніторингу, а також спосіб взаємодії з технологічним об'єктом. На сьогоднішній день під цим терміном розуміють набір програмних й апаратних засобів, для реалізації операторських робочих місць.

При створенні інформаційної системи поєднуються в один функціональний вузол велика кількість локальних підсистем, які найчастіше мають різні програмні інтерфейси. Це значно ускладнює завдання узгодження таких підсистем й зменшує швидкодію системи в цілому. Тому доцільно приєднання локальних функціональних вузлів з однакової програмною платформою. SCADA-система реалізує цей підхід, тому її застосування в цей час повсюдне й актуально. Також розробляється апаратна частина безпосередньо для програмного пакета, що дозволяє створити інформаційну систему більш дешево й з мінімальними витратами часу [1-3].

Постановка задачі дослідження

Метою роботи є підвищення ефективності диспетчерського управління складними технологічними процесами за рахунок розробки моделей вибору SCADA-системи з використанням нечіткої математики.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз задач синтезу диспетчерського контролю технологічного процесу;
- провести вибір критеріїв оцінки SCADA-систем;

- розробити модель вибору SCADA-системи з використанням нечітких критеріїв;
- провести аналіз методів прийняття рішень в умовах нечіткої інформації.
- розробити модель вибору SCADA-системи з використанням нечітких критеріїв.

Технологія впровадження SCADA-систем

SCADA-системи вирішують такі завдання:

- обмін даними з ПЗО (пристрої зв'язку з об'єктом, тобто з промисловими контролерами і платами вводу/виводу) в реальному часі через драйвери;
- обробка інформації в реальному часі;
- логічне управління;
- відображення інформації на екрані монітора в зручній та зрозумілій для людини формі;
- ведення бази даних реального часу з технологічною інформацією;
- аварійна сигналізація та управління тривожними повідомленнями;
- підготовка та генерування звітів про хід технологічного процесу;
- здійснення мережевої взаємодії між SCADA ПК;
- забезпечення зв'язку із зовнішніми додатками (СУБД, електронні таблиці, текстові процесори і т.д.). У системі управління підприємством такими додатками найчастіше є додатки, що відносяться до рівня MES.

SCADA-системи дозволяють розробляти АСУ ТП в клієнт-серверної або в розподіленій архітектурі.

SCADA-система зазвичай містить наступні підсистеми:

- драйвери або сервери вводу-виводу – програми, що забезпечують зв'язок SCADA з промисловими контролерами, лічильниками, АЦП та іншими пристроями введення-виведення інформації;
- система реального часу – програма, що забезпечує обробку даних в межах заданого тимчасового циклу з урахуванням пріоритетів;
- людино-машинний інтерфейс (HMI, англ. Human Machine Interface) – інструмент, який представляє дані про хід процесу людині оператору, що дозволяє оператору контролювати процес і керувати ним. Програма – редактор для розробки людино-машинного інтерфейсу;
- система логічного управління – програма, що забезпечує виконання користувацьких програм (скриптів) логічного управління в SCADA-системі, – набір редакторів для їх розробки;
- база даних реального часу – програма, що забезпечує збереження історії процесу в режимі реального часу;
- система управління тривогами – програма, що забезпечує автоматичний контроль технологічних подій, віднесення їх до категорії нормальних, що попереджають, або аварійних, а також обробку подій оператором або комп'ютером;
- генератор звітів – програма, що забезпечує створення користувацьких звітів про технологічні події, – набір редакторів для їх розробки;

- зовнішні інтерфейси – стандартні інтерфейси обміну даними між SCADA та іншими додатками. Зазвичай OPC, DDE, ODBC, DLL і т. д. [1-3]

Проаналізувавши принципи побудови SCADA-систем, можна розробити технологію впровадження SCADA-систем, яка представлена на рисунку 1.

Для обміну та передачі інформації між різноманітними датчиками та виконавчими механізмами необхідно створити комп'ютерну мережу. Для реалізації ідеї розподіленого управління необхідне створення для кожного рівня управління і кожної предметної області автоматизованих робочих місць (АРМ) на базі персональних комп'ютерів.

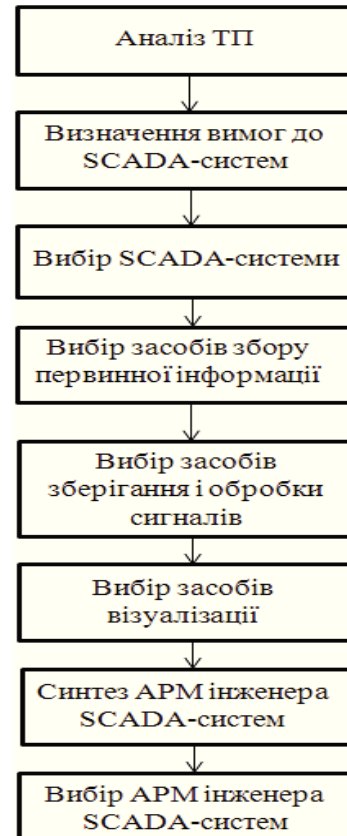


Рис. 1. Технологія впровадження SCADA-систем

Вибір методів прийняття рішення в умовах нечіткої математики

При впровадженні SCADA-систем на початковому етапі виникає умова невизначеності інформації. В таких умовах одним із способів прийняття рішення є методи засновані на використанні нечіткої математики.

Математична теорія нечітких множин (fuzzy sets) і нечітка логіка (fuzzy logic) є узагальненнями класичної теорії множин і класичної формальної логіки. [1]

Основною причиною появи цієї теорії стала наявність нечітких і наближених міркувань при описі людиною процесів, систем, об'єктів.

Перш ніж нечіткий підхід до моделювання складних систем отримав визнання у всьому світі, пройшло не одне десятиліття з моменту зародження теорії нечітких множин. І на цьому шляху розвитку нечітких систем прийнято виділяти три періоди. Перший період (кінець 60-х-початок 70 р.) характеризується розвитком теоретичного апарату нечітких множин (Л.

Заде, Е. Мамдані, Беллман) [4]. У другому періоді (70-80-і роки) з'являються перші практичні результати в області нечіткого управління складними технічними системами (парогенератор з нечітким керуванням). Одночасно стало приділятися увага питанням побудови експертних систем, побудованих на нечіткій логіці, розробці нечітких контролерів. Нечіткі експертні системи для підтримки прийняття рішень знаходять широке застосування в медицині та економіці. Нарешті, в третьому періоді, який триває з кінця 80-х років і триває в даний час, з'являються пакети програм для побудови нечітких експертних систем, а області застосування нечіткої логіки помітно розширюються [2, 3]. Вони застосовуються в автомобільній, аерокосмічній і транспортній промисловості, в області виробів побутової техніки, у сфері фінансів, аналізу і прийняття управлінських рішень та багатьох інших.

Розглянемо завдання вибору альтернативи X з даної її множини [4-7].

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, \quad (1)$$

Якщо цей вибір здійснюється на основі ступеня відповідності альтернатив певної сукупності вимог, визначених системою m різних критеріїв k_1, k_2, \dots, k_m .

У такому разі кожним критерієм k_i може бути поставлено у відповідність нечітка множина [4-7].

$$A_{k_i} = \{\mu_{k_i}(x_1), \mu_{k_i}(x_2), \dots, \mu_{k_i}(x_n)\}, \quad (2)$$

де величина $\mu_{k_i}(x_j) \in [0,1]$ являє собою оцінку альтернативи x_j за критерієм k_i .

Вирішальне правило R вибору найкращої альтернативи може бути представлено як знаходження перетину відповідних нечітких множин [6].

$$R = A_{k_1} \cap A_{k_2} \cap \dots \cap A_{k_m}, \quad (3)$$

$$\mu_{A_R}(x_j) = \min_{i=1, n} (\mu_{A_{k_i}}(x_j)), \quad j = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Таким чином, в якості найкращої повинна бути обрана та з альтернатив x_j^* , для якої значення функції належності $\mu_D(x_j)$ виявиться максимальним. Тобто

$$\mu_D(x_j^*) = \max_{j=1, n} (\mu_{A_R}(x_j)). \quad (5)$$

У випадку різної важливості критеріїв вирішальне правило R вибору найкращої альтернативи має вигляд

$$R = A_{k_1}^{\lambda_1} \cap A_{k_2}^{\lambda_2} \cap \dots \cap A_{k_m}^{\lambda_m}. \quad (6)$$

$$i = \overline{1, m} \quad \text{і} \quad \sum_{i=1}^m \lambda_i = 1. \quad (7)$$

Вибір критеріїв оцінки SCADA-системи

Для вибору виду SCADA, яка буде використовуватися для роботи, необхідно провести

оцінку їх ефективності за сукупністю основних критеріїв. Критерії можуть бути як кількісні, так і якісні [8, 9]. Для формалізації моделі вибору виду SCADA введемо наступні позначення. Кожен вид SCADA характеризується рядом показників:

K_i – якість документації.

По-перше, зміст реквізитів документації відповідає вимогам державних стандартів, по-друге, зміст текстів відповідає цільовим призначенням і, по-третє, вся документація відповідає реальній дійсності, бездоганно з політичної і юридичної точок зору, а також професійно грамотно, повно, чітко і ясно воно викладено.

T_i – технічна підтримка.

Компанія повністю бере на себе зобов'язання з організації технічної підтримки обладнання на торгових точках партнерів.

N_i – надійність.

Надійність є одним з найбільш важливих показників сучасної техніки. Від неї залежать такі показники як якість, ефективність, безпечність, ризик, готовність. Техніка може бути ефективною лише при умові, якщо вона має високу надійність.

Надійністю називається властивість технічного об'єкту зберігати свої характеристики (параметри) у визначених межах при даних умовах експлуатації.

M_i – масштабність - це засіб архітектурної композиції, що визначає співвідношення розмірів споруди і його частин, деталей з розмірами людини і навколишнім середовищем.

O_i – відкритість систем.

У широкому значенні відкритою системою може бути названа будь-яка система (комп'ютер, обчислювальна мережа, операційна система, програмний пакет, інші апаратні і програмні продукти), яка побудована відповідно до відкритих специфікацій.

C_i – ціна – це фундаментальна економічна категорія, яка означає кількість грошей, за яку продавець згоден продати, а покупець готовий купити одиницю товару. Ціна певної кількості товару складає його вартість, тому правомірно говорити про ціну як грошову вартість одиниці товару [8, 9].

Розробка моделі вибору SCADA-системи

Деякі з наведених показників визначаються якісно, тому їх слід задати лінгвістичними змінними і надалі використовувати апарат нечіткої математики. Математична модель має наступний вигляд.

Розглянемо задачу вибору альтернативи S_n з даного їх множини.

$$S_c = \{S_1, S_2, \dots, S_n\} \quad (8)$$

Якщо цей вибір здійснюється на основі ступеня відповідності альтернатив деякої сукупності вимог, що визначаються системою m різних критеріїв. k_1, k_2, \dots, k_m , то в такому випадку кожному критерію може бути поставлено у відповідність нечітка множина.

$$S_{c_i} = \{\mu_{k_i}(S_1), \mu_{k_i}(S_2), \dots, \mu_{k_i}(S_n)\} \quad (9)$$

Тут величина $\mu_{k_i}(S_j) \in [0,1]$ і являє собою оцінку альтернативи S_n за критерієм k_i . Іншими словами, вона виступає характеристикою ступеня її відповідності вимозі, що визначається аналізованим критерієм k_i .

Видається цілком природним, що рішенням вихідної задачі буде така альтернатива S_n , яка найбільшою мірою задовольняє вимогам всієї сукупності критеріїв.

Звідси випливає, що вирішальне правило D вибору найкращої альтернативи може бути представлено як знаходження перетину відповідних нечітких множин:

$$D = M_{k_1} \cap M_{k_2} \cap \dots \cap M_{k_m} \quad (10)$$

Відповідно до визначення операції перетину нечітких множин функція приналежності шуканого рішення знаходиться як

$$\mu_{sc_D}(S_j) = \min_{i=1, n} (\mu_{sc_{k_i}}(S_j)), j = \overline{1, n} \quad (11)$$

Таким чином, в якості найкращої повинна бути обрана та з альтернатив, S_j^* для якої значення функції приналежності виявиться максимальним. Тобто

$$\mu_d(S_j^*) = \max_{j=1, n} (\mu_{sc_D}(S_j)) \quad (12)$$

Саме ця альтернатива і є рішенням вихідної задачі, оскільки вона найбільшою мірою задовольняє вимогам всієї сукупності розглянутих критеріїв.

Відзначимо, що в розглянутій задачі всі критерії k_i за замовчуванням передбачалися рівноправними, тобто мають однакову важливість. Однак у практиці прийняття рішень нерідко зустрічаються ситуації, коли потрібно вирішувати багатокритеріальну оптимізаційну задачу в умовах різної важливості критеріїв досягнення максимуму цільової функцією.

У подібних випадках кожним критерієм k_i , доцільно поставити у відповідність деякий ваговий коефіцієнт $\lambda \geq 0$, причому

$$\sum_{i=1}^m \lambda_i = 1 \quad i = \overline{1, m} \quad (13)$$

Природно, чим більшою є важливість критерію, тим більше значення приписується його вагового коефіцієнту. З урахуванням цього вирішальне правило R вибору найкращої альтернативи в умовах

багатокритеріальної задачі з нерівнозначними критеріями k_i , які мають вагові коефіцієнти λ_i , використовує процедуру знаходження перетину нечітких множин

$$D = Sc_{k_1}^{\lambda_1} \cap Sc_{k_2}^{\lambda_2} \cap \dots \cap Sc_{k_m}^{\lambda_m} \quad (14)$$

Значення самих вагових коефіцієнтів визначаються на основі стандартної процедури попарного порівняння критеріїв.

Висновки

В роботі було проведено аналіз існуючих SCADA-систем, вибрані критерії оцінки SCADA-систем, обґрунтовано метод прийняття рішень в умовах нечіткої інформації, розроблена модель вибору SCADA-системи з використанням нечітких критеріїв.

Розроблені моделі вибору SCADA-системи з використанням нечіткої математики дозволяють підвищити ефективності диспетчерського управління складними технологічними процесами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Автоматизированные системы управления технологическими процессами [Электронный ресурс] Режим доступа <http://zaoetr.ru/page/asutp>.
2. SCADA-системы, или муки выбора [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.asutp.ru>.
3. Основные компоненты SCADA-системы [Электронный ресурс] Режим доступа <http://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA>
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Заде Л – М.: Мир, 1976.
5. Круглов В.В., Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода / Круглов В.В, Дли М.И – М.: Физматлит, 2002.
6. Пономарёв О.С. Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решения: Уч. пособие [Текст] / О.С. Пономарёв – Х.: НТУ «ХПИ», 2005. – 232 с.
7. Раскин Л.Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения / Л.Г. Раскин, О.В. Серая – Х.: Парус, 2008. – 352 с.
8. Нефёдов Л.И. Выбор СУБД в условиях нечеткой информации / Л.И. Нефёдов, Ю.А. Петренко, А.Б. Биньковская // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – Харьков: 2012. – № 1/2(55) – С. 4-6.
9. Нефёдов Л.И. Метод определения характеристик синтезируемой компьютерной сети в условиях нечеткой информации / Л.И. Нефёдов, М.В. Шевченко, Ю.А. Петренко, А.Б. Биньковская // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: 2011. – № 53 – С. 64-70.