

Висновки

Побудова розподіленої АСУТП на принципах сучасних SCADA-систем порівняно із традиційними системами централізованого типу дає змогу:

- **мінімізувати затрати** на рівні виникнення інформації та управляючих впливів, оскільки відсутня надлишковість апаратних засобів. Вартість обладнання прямо пропорційна кількості приєднань чи пристроїв. Зниження вартості відбувається також за рахунок різкого зменшення кількості контрольних кабелів, які зазвичай використовуються у традиційних системах;
- **істотно скоротити час впровадження** АСУТП на виробництвах або **час реконструкції** наявних за рахунок зменшення обсягу монтажних робіт;
- **підвищити гнучкість і здатність до нарощування**. В АСУТП можна інтегрувати будь-які додаткові сучасні пристрої автоматики, вимірювання і регулювання;
- **забезпечити значно вищу інформованість** оперативного персоналу про події на виробництві за рахунок повноти надходження інформації із сучасних інтелектуальних пристроїв;
- **забезпечити можливість інтеграції** АСУ або її компонентів в інші автоматизовані системи, зокрема оперативно-інформаційні комплекси інших виробників.

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. *Цифровые системы автоматизации и управления*. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 557 с.: ил. 2. *Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA-системы) // Мир компьютерной автоматизации (3/1999)*, <http://ankey.ru/tech/scada/intro.htm>. 3. Блинов И.В. *Анализ тенденций развития SCADA-систем для АСУТП электроэнергетических объектов и АСДУЭС*. – ДонНТУ. 4. Перевалов В. Д. *Алгоритмические языки и программирование АСУТП : учеб. пособие по курсу “Алгоритм. яз. и программир.” [для студентов спец. 0646] / В. Д. Перевалов. – Саратов : СПИ, 1980. – 79 с.*

УДК 519.6

О. Гожий

Чорноморський державний університет ім. Петра Могили,
кафедра інформаційних технологій і програмних систем

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ У ЗАДАЧАХ СЦЕНАРНОГО ПЛАНУВАННЯ

© Гожий О., 2011

Проаналізовано головні типи невизначеностей, які з'являються під час розв'язання задач сценарного планування. Запропоновано для подолання невизначеностей в задачах сценарного планування визначати інформаційні ситуації та відповідно до інформаційних ситуацій та типів невизначеності системно використовувати методи аналізу та прийняття рішень.

Ключові слова: невизначеність, планування, аналіз, прийняття рішень.

The main types of uncertainies are analysed which take place at the decision of tasks of the scenario planning. It is offered for overcoming of uncertainies in the tasks of the scenario planning to determine informative situations and in accordance with informative situations and types of uncertainies system to use the methods of analysis and making decision.

Key words: uncertainty, planning, analysis, decision-making.

Постановка проблеми

Одним з сучасних прикладних напрямів, в якому ключове значення має велика кількість невизначеностей і конкуруючих цілей, є сценарне планування. Сценарне планування є потужним

інструментом, що дає можливість передбачати майбутні зміни на різних рівнях та етапах вирішення різноманітних проблем, під час стратегічного планування, розв'язання задач технологічного передбачення [1, 2, 5]. Сценарне планування (*scenario planning*) трактують як сумісне використання методів сценарного аналізу і методів стратегічного планування для розв'язання різних задач. Сценарне планування має на меті системологічне вивчення альтернативних варіантів розвитку подій і обґрунтований вибір найефективнішого варіанта. При цьому необхідно зазначити, що сценарій – це багатозв'язна динамічна просторово-часова структура, що складається з подій (станів), які пов'язані між собою множиною зв'язків (цілей) [11]. Множину цілей можна зазначити як множину інваріантів як для окремих етапів, так і для всього сценарію загалом. Головним завданням при побудові сценаріїв різного типу (розвитку, поведінки, управління тощо), є створення такої структури подій (станів), в якій би всебічно враховувалися ключові невизначеності і при цьому би ця структура максимально точно відповідала певній інформаційній ситуації [4, 6].

Розв'язання більшості задач сценарного планування можна уявити як інтерактивне послідовне подолання різних невизначеностей та розв'язання задач багатоцільової оптимізації і прийняття рішень, тобто застосувати відомі методи або розробити системну технологію використання методів розв'язання задач сценарного планування. Для цього необхідно за можливості точно класифікувати невизначеності та інформаційні ситуації, які виникають на різних етапах сценарного планування та відповідно до цього обрати метод подолання невизначеності.

Аналіз існуючих досліджень

Більшість дослідників, які займались побудовою сценаріїв різного типу, визначають, що процес сценарного планування – це ітеративний процес подолання невизначеностей [6, 10]. Але у більшості робіт не було класифіковано та досліджено типи невизначеностей, також не було визначено методів подолання невизначеностей.

Мета дослідження

Метою дослідження є визначення та класифікація основних типів невизначеності, які існують у задачах сценарного планування, а також дослідження інформаційних ситуацій при подоланні невизначеностей середовища, за допомогою яких можливо вибирати методи подолання невизначеностей при побудові сценаріїв.

Дослідження типів невизначеності

Інформаційну модель сценарія можна описати за допомогою такої сукупності елементів

$$S = \{Fs, Gs, Cs, Es, Rs, Us\},$$

де $Fs = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ – множина функцій, які реалізуються в сценарії; Gs – множина цілей, яких необхідно досягти за допомогою сценарію; Cs – множина обмежень на вхідні та вихідні параметри сценарію; Es – множина етапів сценарію; Rs – множина зв'язків між етапами сценарію; Us – множина невизначеностей сценарію.

Множина невизначеностей при побудові сценаріїв складається з трьох підмножин.

$Us = \{Us_s, Us_n, Us_k\}$, де Us_s – невизначеності сценарного середовища, Us_n – структурні невизначеності сценаріїв, Us_k – критеріальні невизначеності. Визначені типи невизначеностей є ключовими в задачах сценарного планування, враховуючи методи побудови сценаріїв [6,10]. На рис. 1 наведено типи невизначеностей, які виникають під час побудови сценаріїв.

У сценарному аналізі визначення базової інформації для побудови сценарія аналізують середовище, яке впливає на процес побудови сценарію та є головним серед типів невизначеності в задачах сценарного планування. Залежно від міри наявних знань про середовище використовується та або інша форма його опису, при цьому розрізняють такі типи середовища:

– *детерміноване середовище*, дія якого на систему повністю визначено;

– *стохастичне середовище*, дія якого підкоряється відомим (або невідомим) імовірнісним законам;



Рис. 1. Типи невизначеностей у сценарному плануванні

– *цільспрямоване середовище*, дія якого підпорядкована певній меті;

– *невідоме середовище* – середовище, про яке тією чи іншою мірою недостатньо інформації.

Останні три форми використовуються для опису середовища з невизначеністю.

Розглянемо детально типи сценарних невизначеностей. Розрізняють три види **середовища з невизначеністю**: 1) *стохастичне середовище* – це середовище, стани якого повторюються в масових явищах (статистично стійкі), отже, частоту появи станів можна описувати кількісно (задавати вірогідність станів); 2) *цільспрямоване середовище* – відомі цілі, відповідно до яких середовище вибирає свої стани, і залежно від того, які ці цілі, можна будувати раціональну поведінку; 3) *невідоме середовище* – це середовище, відносно якого відсутні об'єктивні дані про можливі стани або цілі, які вона переслідує, а є лише припущення особи, що приймає рішення (або експертів).

Структурна невизначеність у задачах побудови сценаріїв викликана тим, що спочатку при побудові сценаріїв або елементів сценаріїв не визначена кількість подій (станів) в сценарії, не визначена кількість зв'язків між елементами сценарію. Не визначена також ієрархія елементів сценарію та зв'язків. Для подолання цього типу невизначеності використовують методи та алгоритми теорії графів.

Специфічний тип невизначеності – **критеріальна невизначеність** – викликана тим, що особа, що приймає рішення, пред'являє декілька різних якісних вимог, які має задовольняти розв'язок. Кожна вимога описується деякою цільовою функцією, і тоді говорять, що критерій оптимальності стає векторним. Розв'язанням задач векторної оптимізації вважатимемо вибір оптимального в деякому розумінні рішення на основі декількох цільових функцій. З погляду традиційних методів оптимізації такі задачі є некоректними, і регуляризації таких задач досягаємо шляхом введення деякого вирішального правила, що формально є або деяким оператором, що дає змогу сформулювати результуючу цільову функцію, або деяким алгоритмом, що дає змогу виділити оптимальне рішення. Природною вимогою для всіх таких вирішальних правил є вимога виділення на їх основі рішень, які знаходяться в області Парето [7]. Отже, традиційна для прийняття рішень схема (концептуальна модель, формальна модель, алгоритмічна модель, програмна модель, проведення обчислень) доповнюється процедурами вибору вирішального правила, які проводяться на основі тісної взаємодії з ОПР і що несе за нього відповідальність. Акт вибору вирішального правила зазвичай істотно неформальний, тому за результатами аналізу знайденого "оптимального" розв'язку задачі векторної оптимізації може виникнути необхідність деякої модифікації вирішального правила [9]. Якщо критерії або цілі вступають в конфлікт між собою, то доцільно використовувати методи багатоцільової оптимізації або багатоцільового прийняття рішень.

Узагальнено процес подолання невизначеностей за допомогою точного визначення інформаційних ситуацій можливо подати схемою:

$$\text{ОПР} \\ U_s \rightarrow I_n \rightarrow M_u$$

За цією схемою особа, яка приймає рішення, визначається з типом невизначеності Us , ставить їй у відповідність інформаційну ситуацію I_n , та вибирає метод подолання невизначеностей або метод прийняття рішень M_n .

Для точнішого вибору методів подолання невизначеностей необхідно точніше визначитись з типом інформаційної ситуації, яка характерна для задачі сценарного планування. Інформаційною ситуацією під час розв'язання задач сценарного планування вважаємо певну міру градації невизначеності в сценарному середовищі C із заданої множини станів, які має в своєму розпорядженні ОПР у момент аналізу та прийняття рішення.

Перша інформаційна ситуація. Інформаційна ситуація I_1 характеризує випадок, коли ОПР відомий апріорний розподіл вірогідності $p=(p_1 \dots, p_n)$, подій у певних станах середовища C . Ця ситуація є найпоширенішою інформаційною ситуацією, яка ідентифікує «поведінку» середовища C в більшості практичних завдань прийняття рішень і в умовах «ризиків». Для розв'язання задач прийняття рішень у цій інформаційній ситуації ефективно використовувати конструктивні методи теорії вірогідності в теорії статистичних рішень.

Друга інформаційна ситуація. В інформаційній ситуації I_2 допускається, що ОПР відомий розподіл вірогідності $p=(p_1 \dots, p_n)$ у певних станах середовища C . Ця ситуація I_2 характеризує широкий клас практичних задач прийняття рішень, в яких ОПР відомий закон розподілу вірогідності, але параметри цього розподілу невідомі і підлягають оцінюванню.

Третя інформаційна ситуація. Інформаційна ситуація I_3 характеризується завданням імовірнісних стосунків порядків на подіях станів середовища C , які індукують відповідні стосунки порядків на компонентах вектора апріорного розподілу $p=(p_1 \dots, p_n)$. Певний тип відношення порядку задається ОПР на основі наявної в його розпорядженні інформації, його досвіду, інтуїції і умов ситуації прийняття рішень. Встановлення стосунків порядків є природнішою і простішою операцією, яка імітує досвід і знання ОПР, ніж безпосередній розрахунок розподілу вірогідності, який породжує відому «проблему апріорної вірогідності».

Четверта інформаційна ситуація. Інформаційна ситуація I_4 характеризується невідомим розподілом $p=(p_1 \dots, p_n)$ на елементах, з одного боку, і відсутністю активної протидії середовища C цілям прийняття рішень – з іншого. Для розв'язання задач прийняття рішень у цій інформаційній ситуації ефективно використовувати методи непараметричної статистики.

П'ята інформаційна ситуація. Інформаційна ситуація I_5 характеризується активною протидією середовища C цілям прийняття рішень. При цьому активне середовище прагне до вибору тих, що складаються з множини, для яких оцінковий функціонал набуває найменшого значення з множини своїх максимально можливих значень. Основною тенденцією при виборі рішення ОПР у цій ситуації є забезпечення гарантованих (максимінних) рівнів значень оцінного функціонала. При цьому аналіз процесу прийняття рішень аналогічний основним правилам і елементам теорії ігор, або багатоцільової оптимізації. Тому критерії для подій у інформаційній ситуації I_5 засновані на принципі мінімакса. Для вирішення завдань прийняття рішень у цій інформаційній ситуації можливе використання методів і багатоцільового прийняття рішень (IOSO, FMOLP, MOORA).

Шоста інформаційна ситуація. Інформаційна ситуація I_6 визначається наявністю чинників, які характеризують два типи поведінки середовища C . Для першого типу характерна наявність у ОПР деякої неточної інформації про справжні розподіли станів середовища C . Якою б не визначеною ця неточна інформація не була, ОПР хоча і не може визначити жодної конкретної інформаційної ситуації, але може встановити певний відносний рівень розвитку ситуації (позитивний або негативний). Для другого типу передбачається, що ОПР має інформацію про стан середовища, яке є проміжним між інформаційними ситуаціями I_1 і I_5 , тобто для цього випадку така інформаційна ситуація знаходиться між двома інформаційними ситуаціями I_1 і I_5 , що характеризуються, з одного боку, повним або частковим знанням розподілу вірогідності, а з іншого боку – протидією середовища C .

Сьома інформаційна ситуація. Інформаційна ситуація I_7 характеризує випадок, коли ЛПР має в своєму розпорядженні «нечіткі» знання про стан середовища C . При цьому допускається, що особа, що приймає рішення, точно знає повну множину можливих станів середовища, множину

своїх рішень і значення функціонала для оцінювання ситуацій. Для прийняття рішень у цій інформаційній ситуації ефективно використовувати методи нечіткої логіки і алгоритми NBI, SPO, NSGA-II.

У таблиці зображено відповідність невизначеностей у разі сценарного планування методам їх подолання.

Методи подолання сценарних невизначеностей

Тип сценарної невизначеності	Особливості невизначеності	Методи подолання невизначеності
Невизначеність середовища	Стохастичне середовище	Статистичні методи, експертні методи, методи обробки якісної інформації
	Цілеспрямоване середовище	Експертні методи, методи прийняття рішень, синергетичні методи.
	Невідоме середовище	Експертні методи, статистичні методи. синергетичні методи.
Структурна невизначеність	Кількість етапів (подій) у сценарії	Експертні методи , теоретико-графові методи і алгоритми
	Кількість зв'язків між етапами сценарію	
Критеріальна невизначеність	Однокритеріальна	Методи прийняття рішень, методи оптимізації.
	Багатокритеріальна	Багатокритеріальні і багатоцільові методи прийняття рішень

Висновки

Подолання невизначеностей різних типів під час розроблення сценаріїв є ключовою проблемою сценарного планування. Зазначені типи невизначеностей та інформаційні ситуації є у деякому розумінні глобальними характеристиками рівнів невизначеності станів середовища *S* при розв'язанні задач сценарного планування. За таким підходом можна під час дослідження і розроблення критеріїв для прийняття рішень використовувати різні градації невизначеностей для точнішого визначення інформаційної ситуації і вибору методів прийняття рішень.

1. Згуровський М.З, Панкратова Н.Д. *Технологическое предвидение*. – К.: Політехніка, 2005. – 154 с.
2. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. *Основи системного аналізу*. – К., 2007. – 544 с.
3. Клар Дж. *Системология. Автоматизация решения системных задач*. – М. Радио и связь, 1990. – 544 с.
4. Корнеенко В.П., Рамеев О.А. *Методы оптимизации: методы решения многокритериальных задач*. – М.: ИКСИ, 2007. – С. 380 с.
5. Коваленко И.И. *Системные технологии генерации и анализа сценариев: Монография*. – Николаев: Изд-во НГТУ им. Петра Могили, 2006. – 160 с.
6. Линдгрэн М., Бандхольд Х. *Сценарное планирование: связь между будущим и стратегией: Пер. с англ.* – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009. – 256 с.
7. Меркурьев В.В., Молдавский М.А. *Семейство сверток векторного критерия для нахождения точек множества Парето // Автоматика и телемеханика*. 1979. – №1.
8. Мосягин А.А. *Сценарное моделирование ситуаций при мониторинге потенциально опасных объектов // Технологии техносферной безопасности*. –2007. – Вып. 6.
9. Подиновский В.В., Ногин В.Д. *Парето-оптимальные решения многокритериальных задач*. – М.: Наука, 1982. – 256 с.
10. Рингланд Д. *Сценарное планирование для разработки бизнес-стратегии: Пер. с англ.* – М.: ООО «ИД «Вильямс», 2008. – 560 с.
11. Гожий А.П. *Основные аспекты применения информационных технологий в задачах сценарного планирования // Наукові праці ЧДУ ім. Петра Могили :Миколаїв, серія: Комп'ютерні технології*. – Вип.148. – Т.160. – С. 158–167.