

Ф.Б. Рогальський, С.В. Вишемирська

## МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ

*Анотація.* Розглянуто загальну класифікацію математичних методів побудови моделей господарських комплексів. Доведено, що управління соціальною та технічною підсистемами будь-якого комплексу вимагає різних підходів. Наведено загальні етапи розробки стратегії розвитку регіону. Побудовано математичну модель господарського комплексу.

*Ключові слова.* Математичне моделювання, господарський комплекс, прийняття рішень, управління, модель, процес.

### Вступ

Перехід до відкритої моделі економіки вимагає удосконалення управління регіональним розвитком, зокрема запровадження сучасних систем управління та інформаційних технологій. В регіоні тісно пов'язані проблеми окремих галузей і виробництв, структурної й інвестиційної політики, розвитку науково-технічного прогресу, задачі і шляхи вирішення соціальних проблем, інтереси міста, регіону, держави. Одним з чинників управління господарським комплексом регіону є забезпечення взаємодії всіх елементів комплексу, куди можуть входити транснаціональні, національні, регіональні і місцеві об'єкти та відповідні суб'єкти регіонального управління. Органи управління регіоном відповідальні за його комплексний розвиток та дотримання балансу територіальних і галузевих інтересів. Тому формування необхідної інформаційної бази для прийняття управлінських рішень важливо як для окремого господарського комплексу (підприємства, організації), так і для регіону в цілому [1–3].

### Постановка задачі

Головна структурна риса сучасної економіки – її фрагментарність, розвиток її складових з різною інтенсивністю. Це спостерігається при розгляді регіону, галузі, підприємств – часто тут економіка знаходиться на абсолютно різному рівні і має різну швидкість розвитку. До того ж наявність конкуренції і протиборства між окремими господарськими комплексами призводять до дезінтегруючих взаємодій і до непередбачуваності, випадковості, нестійкості відносин і зв'язків між ними. Фрагментарність економіки доповнює і живить фраг-

ментарність соціуму. Таким чином, сучасна регіональна економіка найчастіше є стратифікованою в усіх напрямках [4, 5], а дезінтегруючі міжсистемні взаємодії обумовлюють різноспрямованість, а часто і протилежність тенденцій і механізмів, властивих окремим господарським комплексам.

На сучасному етапі розвитку економіки в більшості випадків між окремими господарськими комплексами превалюють горизонтальні зв'язки, вертикальні зв'язки реалізуються лише у вигляді координації взаємодій, що особливо проявляється на регіональному рівні. Таким чином, якщо на рівні технологічного процесу і, певною мірою, підприємства відносини носять більш-менш закономірний і односпрямований характер, то на більш високому рівні відносини між господарськими комплексами стають різноспрямованими і часто складаються стихійно.

Управління господарськими комплексами, вдосконалення існуючих методів проектування технологічних та бізнес-процесів в них, підвищення ефективності функціонування виробничо-економічних систем неможливо без моделювання процесів їх діяльності. Проблема побудови економіко-математичних моделей далека від остаточного рішення: існують різні моделі одного і того ж об'єкта, відсутня єдина методологічна база, не завжди надійна перевірка на адекватність тощо. До того ж треба мати на увазі, що математичною мовою можуть бути записані як наукові теорії, так і помилкові концепції.

Зростання складності завдань (технічних, економічних, організаційних, соціальних), що виникають при управлінні господарськими комплексами, призводить до необхідності створення адекватних моделей і систем підтримки прийняття рішень, врахування дії технічної та соціальної підсистем і виконуваних ними функцій [6, 7]. Однак, незалежно від специфіки даного об'єкту, найважливішим при його аналізі залишається системність, що дає загальну методологію дослідження і дозволяє проводити детальний аналіз, моделювання, планування, прогнозування його розвитку. В роботі розглядається питання методології моделювання діяльності господарських комплексів.

### **Викладення основного матеріалу**

В умовах конкурентної економіки для спрямування ресурсів регіону на вирішення основних проблем його розвитку необхідно розглядати регіон як «відкриту» систему (рис. 1). Співвідношення проми-

слового виробництва, сільського господарства та сфери послуг в регіоні відображає досягнення розвитку регіону і в той же час створює передумови для його ефективного розвитку.

Проте внаслідок відсутності комплексного розгляду підсистем регіонального господарського комплексу, і зокрема, недостатнього врахування особливостей соціуму, мотивації співробітників, проблема перебуває в стадії розвитку і далека від вичерпного рішення. Управління соціальною та технічною підсистемами будь-якого комплексу вимагає різних підходів. Технічна підсистема є пасивною, їй характерний детермінізм з точки зору управління, об'єкт управління не має свободи вибору свого стану, йому задаються цілі і засоби їх досягнення. Соціальна підсистема має властивість активності, тобто може цілеспрямовано змінювати свій стан, має власні інтереси й уподобання.

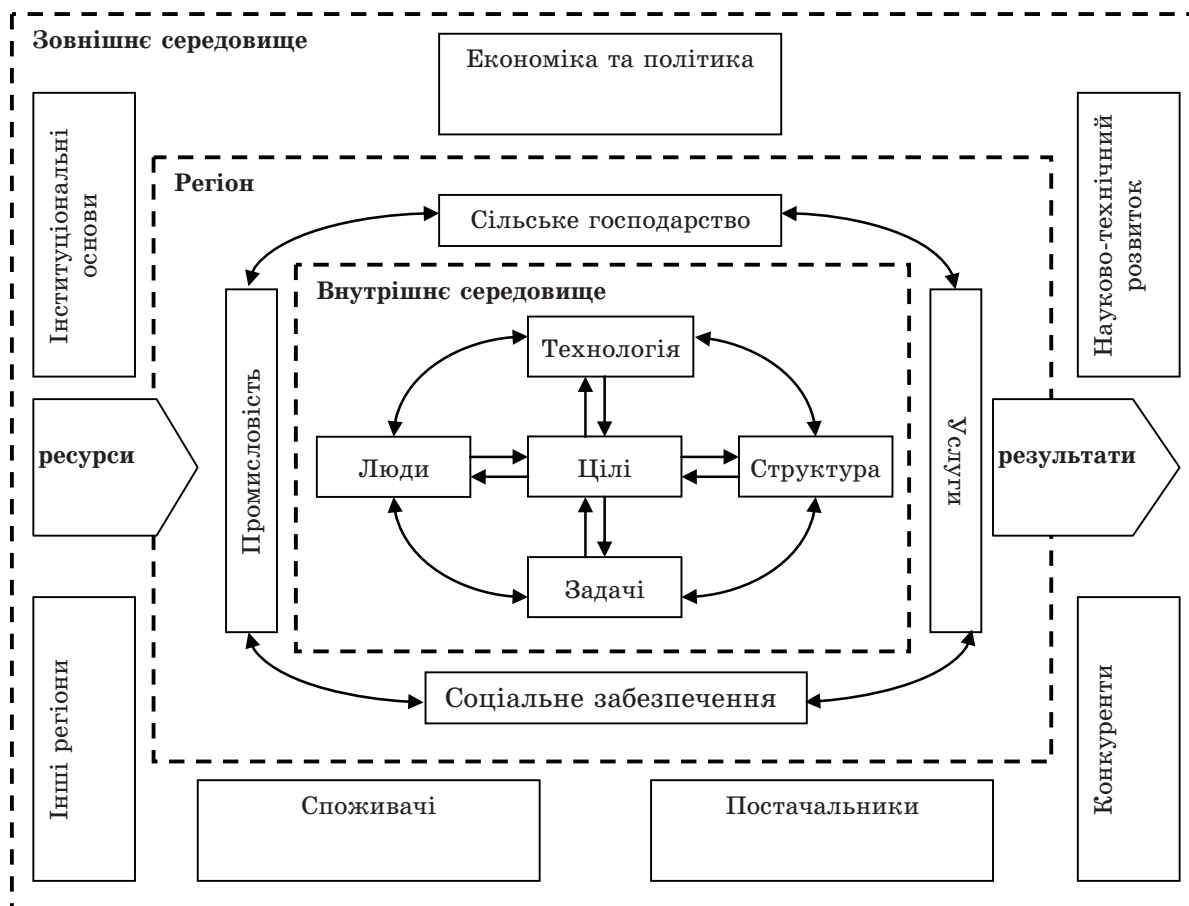


Рисунок 1 – Схема регіону як системи

Аналіз шляхів досягнення цілей вимагає деталізації моделі господарського комплексу. Математична модель, як абстрактний засіб наближеного представлення (відображення) реального процесу з ме-

тою його дослідження, є математичним описом істотних факторів процесу та взаємозв'язків між ними. Зазвичай одному і тому ж процесу можна співставити деяку множину моделей, що відрізняються, зокрема, числом врахованих факторів і, відповідно, повнотою і точністю опису процесу, з одного боку, і складністю моделі – з іншого. Вибір моделі диктується, перш за все, метою проведеного дослідження.

Відповідно до загальної класифікації математичних моделей[8] вони поділяються на структурні (більше використовуються на регіональному рівні) і функціональні (досліджується залежність поведінки господарського комплексу від впливу на нього різних факторів). Моделі поділяють на дескриптивні (описові) і нормативні (формалізують конкретну предметну область, мету діяльності, можливості і засоби її досягнення). За способом врахування фактора часу розрізняють статичні і динамічні моделі. В практиці також представляють певний інтерес стаціонарні системи, тобто такі системи, властивості яких з часом не змінюються.

Основною ознакою, за яким завдання чітко розмежовуються на два типи, є наявність або відсутність цільової функції, яка повинна бути оптимізована. Відповідно, всі завдання поділяються на оптимізаційні (зокрема, завдання дослідження операцій) і неоптимізаційні. Зміст задач і методи їх розв'язання багато в чому визначаються цією ознакою. Мета оптимізаційних задач – визначити за деяким критерієм найбільш раціональне рішення з множини можливих. Для господарських комплексів такі задачі в основному пов'язані з організаційним управлінням і відносяться до завдань дослідження операцій. Їх математичні моделі обов'язково містять цільову функцію, яку необхідно оптимізувати, і називаються нормативними. В неоптимізаційних задачах переслідується мета пояснити спостережувані факти або дати прогноз поведінки об'єкта. Моделі цих задач називаються описовими, або дескриптивними.

За тривалістю розглянутого періоду часу розрізняються моделі короткострокового (до року), середньострокового (до 5 років), довгострокового (до 10-15) і стратегічного (більше 10-15 років) планування та прогнозування.

За ступенем врахування причинно-наслідкових аспектів моделі поділяють також на детерміновані та стохастичні. У детермінованих

моделях нехтують випадковим характером реальних процесів і беруть до уваги тільки усереднені значення параметрів, що беруть участь у моделі. В стохастичних моделях враховується випадковий характер процесів.

За співвідношенням екзогенних і ендогенних змінних, що включаються в модель, вони можуть розділятися на відкриті і закриті. Повністю відкритих моделей не існує; модель повинна містити хоча б одну ендогенну змінну. Повністю закриті економіко-математичні моделі, що не включають екзогенних змінних, виключно рідкісні; їх побудова вимагає повного абстрагування від "середовища", тобто серйозного огрублення реальних економічних систем. Переважна більшість економіко-математичних моделей займає проміжне положення і розрізняється за ступенем відкритості (закритості). Методи для побудови моделей наведені на рис. 2.

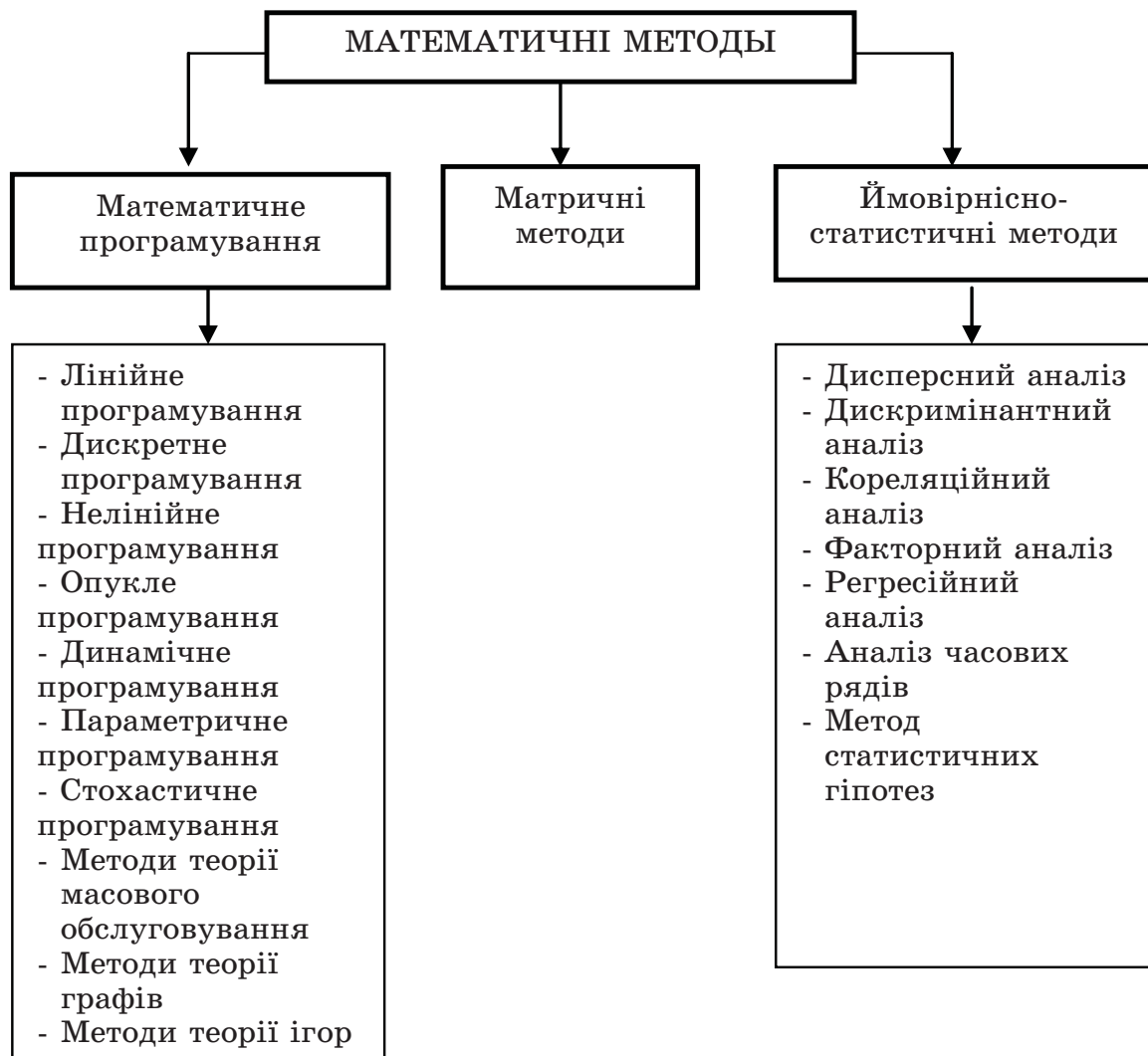


Рисунок 2 – Математичні методи побудови моделей господарських комплексів

Господарські комплекси є активними системами, мають можливість вибору свого стану і врахування своїх інтересів. В якості методологічної бази побудови моделей тут може бути використана теорія активних систем, що використовує для вирішення завдань математичне (теоретико-ігрове) і імітаційне моделювання.

Приймаючи до уваги наведену класифікацію моделей, одним з підходів до використання моделей для моделювання діяльності господарських комплексів різних рівнів може бути таким:

на рівні регіону – більш широке застосування експертного оцінювання з використанням структурного моделювання, мережних моделей і економіко-математичного моделювання;

на рівні підприємства – переважно мережні моделі та математичне моделювання окремих функцій підприємства і його дільниць;

на рівні технологічного процесу на підприємстві – використання моделей з наведеного вище огляду.

Так для розробки стратегії розвитку регіону може бути використана спіральна модель життєвого циклу реалізації етапів розробки (рис.3), в якій на кожному витку спіралі реалізуються всі етапи розробки проекту [9,10]. З кожним наступним витком якість розробки поліпшується і, нарешті, виходить прийнятний варіант стратегії. Саме такий підхід був використаний при розробці стратегії економічного та соціального розвитку Херсонської області до 2015 року та формування орієнтирів розвитку регіону до 2020 року.

Аналіз характеристик регіону, стану та основних тенденцій розвитку, ресурсів та регіонального ринку праці дозволив при розробці стратегії економічного та соціального розвитку Херсонської області до 2015 року сформулювати стратегічні напрямки розвитку регіону, які визначають основні напрями діяльності органів місцевого самоврядування в сферах: розвитку галузей економіки та підвищення конкурентоспроможності області; підвищення якості життя населення, розвитку системи послуг; збереження та раціонального використання природних ресурсів.

### **Мережні моделі як засіб планування та управління**

Важлива частина діяльності господарського комплексу рівня підприємства, а саме введення в асортимент нової продукції, будь-яка зміна технологічного процесу, вимагає своєчасного та обґрунтованого розрахунку всіх можливих варіантів розвитку подій. Тому виникає

необхідність створення та розрахунку проекту [11]. Основні етапи процесу планування показані в табл. 1. На кожному кроці менеджер проекту може виявити проблеми в реалізації проекту й підняти питання про його закриття.

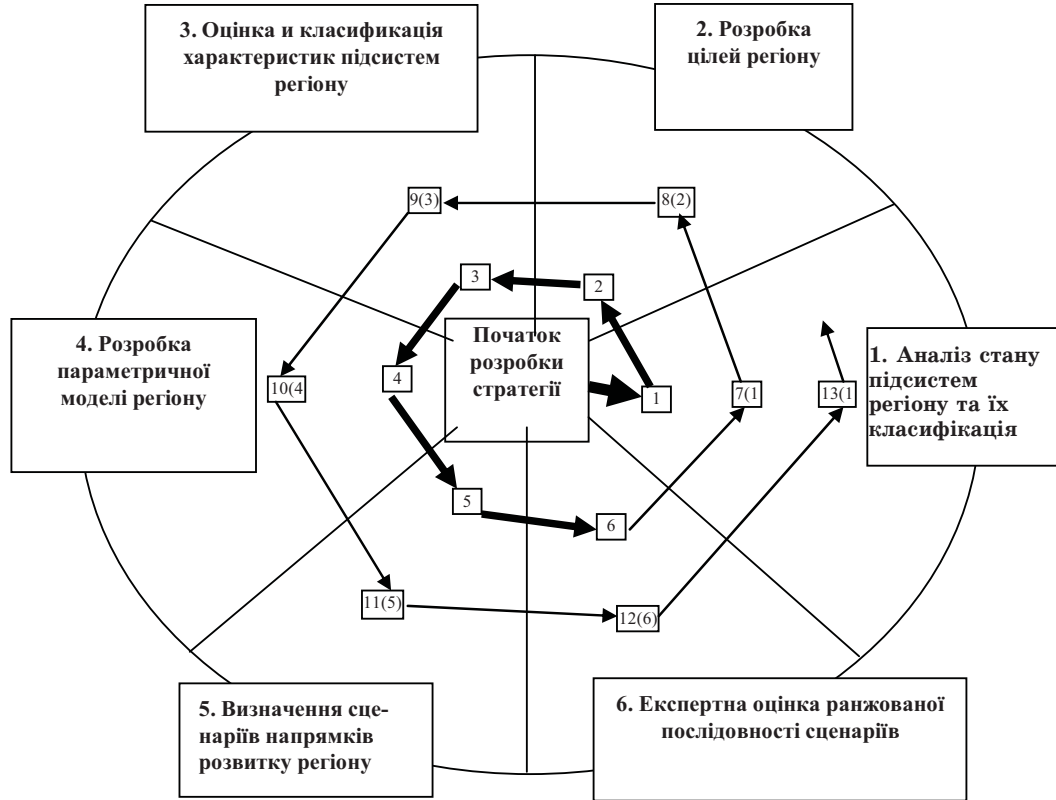


Рисунок 3 – Загальні етапи розробки стратегії розвитку регіону

Таблиця 1

Основні етапи процесу планування проекту

№	Крок	Результат
1	Розробка концепції й планування цілей проекту.	Чому?
2	Декомпозиція цілей проекту, побудова ієрархічної структури робіт (ICP).	Що ?
3	Призначення відповідальних. Побудова структурної схеми організації проекту.	Хто?
4	Розробка стратегії реалізації проекту, побудова плану по віхах.	Як?
5	Розробка тактики проекту, побудова сітьових моделей.	Докладно як?
6	Розробка ідеального календарного графіка робіт.	Ідеально коли?
7	Планування ресурсів, розробка реального календарного графіка робіт з урахуванням обмежень на ресурси.	Реально коли?
8	Оцінка витрат, розробка бюджету.	Скільки?
9	Розробка й прийняття плану проекту.	Усе враховано?

Для реалізації великих і складних проектів доцільним є застосування допоміжних процедур планування проекту (рис. 4):

- планування якості;
- планування ризиків і заходів щодо роботи з ними;
- організаційне планування;
- планування комунікацій тощо.

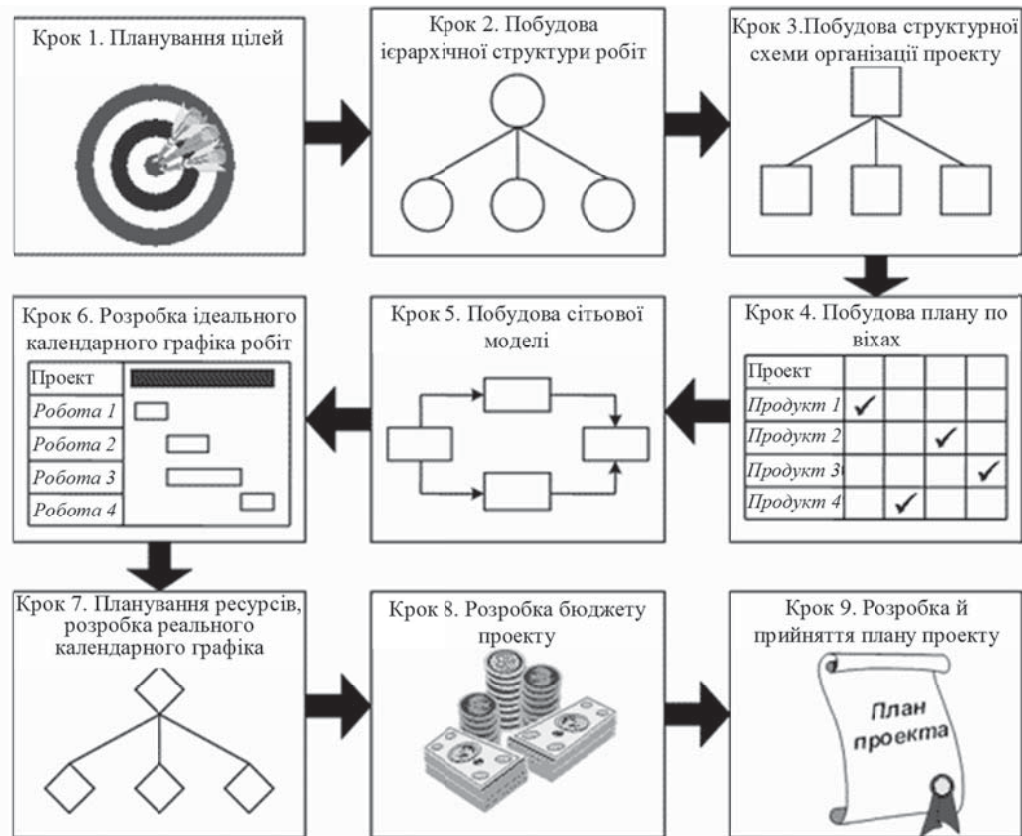


Рисунок 4 – Основні процедури процесу планування

Складність задач оперативного планування, контролю та управління залежать від складності та масштабів плануємої роботи або проекту. Методи лінійного календарного планування не завжди дають очікувані результати, тому що не дозволяють обґрунтовано та оперативно планувати, обирати оптимальний варіант тривалості робіт, використовувати резерви та коригувати графік діяльності.

Цих недоліків можна позбутися використовуючи системи мережних моделей [8]. Цей інструментарій надає можливість не лише об'єднати однорідні процеси, а, завдяки використанню зв'язків та переходів, пов'язувати процеси, об'єднані в групи по різних ознаках (наприклад, демонструвати вплив показників технологічних процесів на показники економічного характеру [12]). Аналіз діяльності підп-



приємства складається з аналізу його основних фінансових показників, тому для побудови мережного графіка по запропонованій технології не має значення профіль досліджуваного підприємства: показники, що оцінюються, впливають лише з його діяльності, тому, змінюючи сферу діяльності для підприємства, можна уніфікувати запропоновану технологію.

Крім того, можуть бути застосовані такі методи, як оптимізація часових параметрів мережного графіка; розподілення ресурсів за календарними строками; оптимізація мережних графіків за вартістю тощо.

Складання мережного графіка дозволяє розглядати організацію робіт у взаємозв'язку та проводити їх підготовку ще до початку виконання всього комплексу робіт.. Чіткий розподіл технологічного процесу на окремі роботи та події підвищує значення вихідної інформації, а зв'язок робіт та подій дозволяє побудувати алгоритм розрахунку мережі, що дуже важливо для прийняття тактичних і стратегічних управлінських рішень в господарських комплексах.

### **Моделювання прийняття рішень**

В рамках кожного процесу, реалізується стандартний управлінський цикл, що починається з операції «прогнозування» та закінчується «коригувальними діями». Таким чином, управління господарським комплексом будується як інтелектуальна система управління, яка характеризується мотивованим вибором мети, що не зводиться до вибору однієї або декількох, апріорі передбачених і добре формалізованих цілей, наявністю верхнього – організаційного, середнього – координаційного і нижнього – виконавського рівнів управління. Ця система повинна реалізовувати процесний підхід, тобто розглядати діяльність господарського комплексу як сукупність взаємозалежних процесів. Основу управління якістю процесів у режимі реального часу становлять різні різновиди операції Інтерпретація, що дозволяють розв'язати весь спектр задач для кожного з елементів множини {вектора вхідних величин, вектора вихідних величин, характеристика процесу (системи)} при відомих двох інших.

Всі різновиди операції Інтерпретація реалізуються на основі бази даних, підтримуваної інформаційною системою. Так операція Ідентифікація дозволяє визначити вид і параметри моделі, що характеризує процес, використовуючи як об'єкт аналізу пари векторів «вхід-

вихід». Операція Прогнозування надає інформацію про очікувані вихідні сигнали (реакції системи) при відомих вхідних. Операція Управління дозволяє при відомих характеристиках системи визначити необхідний вектор вхідних величин (або управляючих впливів) для одержання бажаної реакції системи (вектор вихідних величин). Проводячи декомпозицію операції Ідентифікація, вводяться операції Моніторинг і Діагностика. Операція Моніторинг дозволяє відслідковувати відхилення в поведженні системи, а Діагностика виявити причини відхилень.

Найбільш складним етапом практичного управління, а також створення системи підтримки прийняття рішень є операція ідентифікації – побудови математичної моделі процесу (рис. 5).

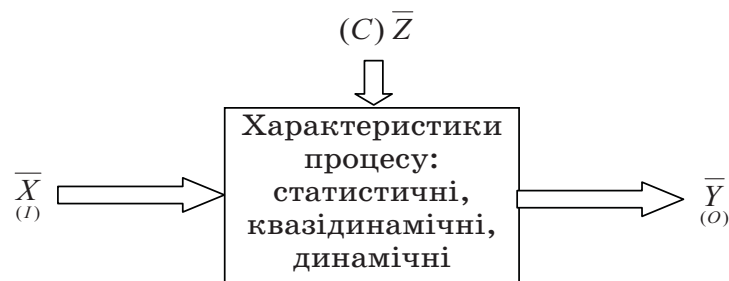


Рис. 5. Математична модель процесу.

$\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$  – вектори вхідних (I), вихідних (O) і управляючих (C) величин.

### Побудова математичної моделі господарського комплексу

Під математичним моделюванням розуміють вивчення явища за допомогою його математичної моделі. Процес математичного моделювання розділяється на 4 етапи [8]:

1. Формування закону, пов'язуючого основні об'єкти моделі, що вимагає знання фактів і явищ, що вивчаються, – ця стадія завершується записом в математичних термінах сформульованих якісних уявлень про зв'язки між об'єктами моделі.

2. Дослідження математичних задач, до яких приводить математична модель. Основне питання цього етапу – розв'язання прямої задачі, тобто отримання через модель вихідних даних описуваного об'єкту. Типові математичні задачі тут розглядаються як самостійний об'єкт.

3. Третій етап пов'язаний з перевіркою узгодження побудованої моделі критерію практики. У випадку, якщо вимагається визначити



визначає ендогенні змінні на виході системи  $\bar{y}(t)$ . У такий спосіб ланцюжок рівнянь об'єкта «вхід—стан—вихід» дає змогу визначити характеристики системи (3):

$$\bar{y}(t) = f \left[ g \left( \bar{H}^0, \bar{X}, \bar{V}, \bar{U}, t \right) \right]. \quad (3)$$

Отже, під математичною моделлю системи розуміють скінченну підмножину змінних  $\{\bar{X}(t), \bar{V}(t), \bar{U}(t)\}$  разом з математичними зв'язками між ними та характеристиками  $\bar{y}(t)$ .

Відзначимо, що математична модель повинна бути побудована не тільки для технологічних, але й для всіх процесів господарського комплексу. Реалізація кількісного аналізу процесів є складною внаслідок високої погрішності, нерегулярності й запізнювання ряду параметрів, що характеризують процес і нелінійністю самої моделюючої системи. Тому представляється доцільним для опису процесів використовувати методологію експертних систем [8,13]. У цьому випадку (рис. 6) на деякому інтервалі часу (вибірка) аналізуються характеристики процесу (вхід – вихід), будується кількісна модель (навчання), модель тестується й, якщо тестування пройшло успішно, використовується для, наприклад, прогнозування, а також корекції моделі з метою обліку тенденцій розвитку процесу.

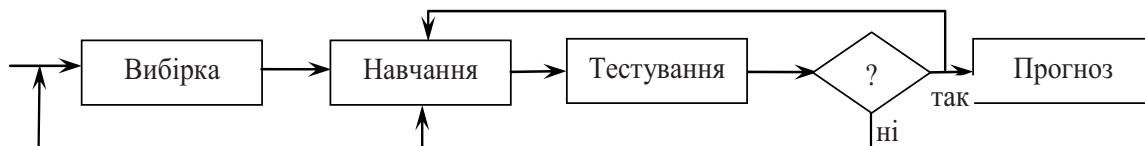


Рис. 6. Блок-схема процедури створення моделі процесу

В іншому випадку береться більш вірогідна вибірка, або вибирається новий тип моделі, визначаються її кількісні характеристики й цикл повторюється. Саме «навчання» (рис. 7) може відбуватися при фіксованій моделі й тоді «навчання» зводиться до розрахунку перехідної матриці, або воно включає й вибір типу моделі з бази правил (моделей).

Дана процедура представляє собою процедуру логічного виводу (рис. 8), що використовує базу фактів і базу правил. При цьому головними питаннями є: на скільки містка база фактів і на скільки адекватна база правил.

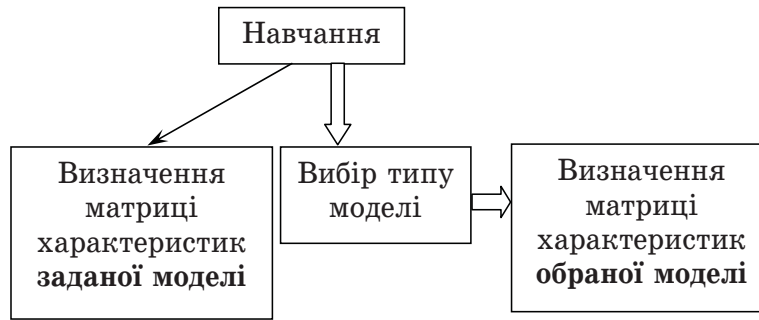


Рис. 7. Блок-схема процедури «навчання» моделі.

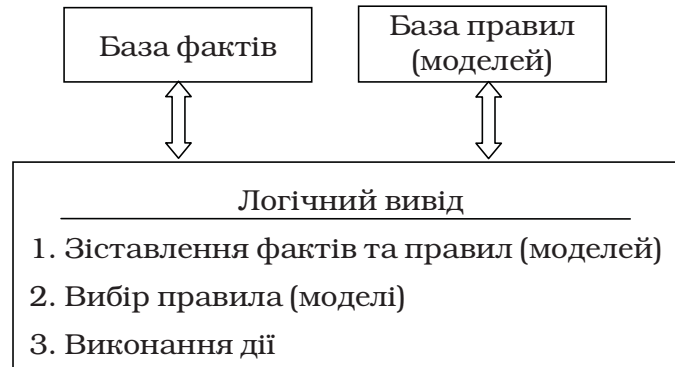


Рис. 8. Блок-схема процедури логічного виводу.

Для технологічних процесів досить універсальними є квазідинамічні моделі регресії виду (4):

$$\bar{Y}(t) - \bar{\mu}_y(T) = [B(\tau_{ij}, T, z)] \cdot (\bar{X}(t, \tau_{ij}, T) - \bar{\mu}_x(\tau_{ij}, T)), \quad (4)$$

де  $\bar{Y}$ ,  $\bar{X}$ ,  $\bar{\mu}_x$ ,  $\bar{\mu}_y$  відповідно вектори відгуків, факторів і їхніх математичних очікувань,  $T$  – інтервал спостережень (вибірки),  $\tau$  – час запізнювання значень і -го відгуку відносно  $j$ -х факторів (відзначимо, що в ролі фактору може використовуватися комбінація вхідних величин),  $[B]$  – матриця коефіцієнтів регресії, що підлягають визначенню,  $z$  – вектор управляючих впливів. У випадку, коли в межах припустимих значень величин факторів і відгуків, процес можна вважати близьким до лінійного, використовуються динамічні моделі виду (5):

$$y_j(t) = y_{i0} + \sum_{i=1}^q \int_0^t k_{ij}(t - \tau_{ij} - \tau) \cdot x_i(\tau) d\tau, \quad t - \tau_{ij} - \tau \geq 0; \quad (5)$$

де  $k_{ij}$  – імпульсна перехідна функція, що для найпростішої інерційної моделі має вигляд  $k_{ij}(\eta) = \sum_{i=1}^n \alpha_{lij} \cdot \frac{\exp\left(-\frac{\eta - \tau_{ij}}{T_{lij}}\right)}{T_{lij}}$ ,  $\alpha_{lij}$ ,  $T_{lij}$ ,  $\tau_{ij}$  – по-

стійні, обумовлені, наприклад, методом найменших квадратів, за результатами вибірки.

Наявність моделі процесу дозволяє знаходити оперативні матеріальні й енергетичні баланси, що дає можливість аналізувати ефективність використання ресурсів безпосередньо в технологічному процесі, а також судити про адекватність моделей технологічних процесів.

При побудові моделей процесів управління, наприклад, договірною діяльністю або діагностикою устаткування, важливо максимально використовувати знання досвідчених працівників, що характерно для експертних систем виду «якщо ..., то ...». У цьому випадку система навчання (побудови моделі) повинна включати наступні операції:

1. «Добування» знань шляхом співбесіди з персоналом і хазяїном процесу.
2. Створення правил (документування процесу).
3. Перевірка правил на модельних ситуаціях (тестування).
4. Обговорення результатів разом з персоналом і експертом.
5. Якщо перевірка дала задовільний результат – застосовувати, якщо ні, повертаємося до «добування» знань.

Даний підхід характерний і для систем управління з нечіткою логікою, основними задачами яких є співставлення стану процесу з умовами істинності продукційних правил і визначення порядку (стратегії) використання правил. При цьому можливі два типи формування управління: або правила задаються в явному виді (утворюють базу знань) і стратегія перегляду незмінна, або явно заданих правил немає, а набір правил і порядок їхнього застосування визначаються стратегією управління – нечітким маршрутом у мережі від вихідної до цільової ситуації. В останньому випадку управління має більшу гнучкість і стійкість, особливо в позаштатних ситуаціях.

Важливою задачею прийняття рішень при управлінні процесами (наприклад, оцінки й вибору постачальника, управління відповідністю продукції) є вибір варіантів за багатьма критеріями. Відомі методи багатокритеріального аналізу, що використовуються в технічних системах [8,13], передбачають перетворення вектора окремих критеріїв оцінки ефективності системи в скалярний інтегральний критерій. Однак даний підхід погано пристосовується до якісних критеріїв, які оцінюються експертними методами. У цьому випадку,

теорія нечітких множин дозволяє формалізувати процес багатокритеріального вибору варіантів рішень, розглядаючи інтегральний критерій як нечітку згортку приватних критеріїв (схема Беллмана-Заде [14]). Нечітка множина  $D$  (інтегральний критерій оцінки варіанта) визначається у вигляді перетинання нечітких множин по кожному із критеріїв. Враховуючи те, що операції перетинання відповідає  $\min$ , одержимо:

$$\tilde{D} = \left\{ \frac{\min_{l=1, M} [\mu^l(s_1)]^{w_{0l}}}{s_1}, \frac{\min_{l=1, M} [\mu^l(s_2)]^{w_{0l}}}{s_2}, \dots, \frac{\min_{l=1, M} [\mu^l(s_N)]^{w_{0l}}}{s_N} \right\},$$

де  $\mu^l(s_k) \in [0,1]$  – рівень оцінки варіанта  $s_k$  за критерієм  $q$ ,  $k = \overline{1, N}$ ;  $l = \overline{1, M}$  (ступінь приналежності елемента  $s_k$  до нечіткої множини  $(\tilde{q})$ , ріст величини  $\mu^l(s_k)$  означає збільшення оцінки  $k$ -го варіанта по  $l$ -му критерію;  $w_{0l} \geq 1$  – приведений коефіцієнт відносної важливості  $l$ -го критерію  $\left( w_{0l} = \frac{w_l}{w_{l_{\min}}} \right)$ , чим більш значимий критерій, тим більшим повинно бути розходження між варіантами (більш концентрована нечітка множина). При рівноважних критеріях  $w_{0l} = 1$ .

Сучасний стан інформаційних технологій дозволяє побудувати кількісні моделі процесів та підвищити ефективність управління підприємством, а також завдяки створеним базам знань та фактів обґрунтовано підходити до вибору математичної моделі розв'язання конкретної задачі, якщо таких моделей існує декілька.

### Висновки

Таким чином, загальна класифікація моделей включає багато ознак. Різноманіття існуючих моделей, тим не менш, не дозволяє абсолютно точно відобразити реальну систему, тому доводиться задовольнятися описом реальних процесів в господарських комплексах у відповідності з заздалегідь прийнятими допущеннями. У цьому плані слід виділити комп'ютерне моделювання, яке володіє такими перевагами, як можливість спостерігати поведінку системи при різних умовах, прогнозувати поведінку системи в реальних умовах, проводити

випробування системи в короткий проміжок часу і з набагато меншими витратами, ніж при натурному експерименті тощо.

Зазначені переваги роблять безумовним лідером серед методів моделювання систем комп'ютерне моделювання.

Проведений аналіз існуючої ієрархії, принципів та особливостей побудови систем управління господарськими комплексами показує, що управління в них може бути забезпечене такими видами моделей:

– моделями аналізу (моделями обчислення стану господарського комплексу), що розв'язують задачі аналізу стану об'єкта управління і, в деяких випадках, заповнення відсутньої інформації про об'єкт. Справа в тому, що в складних системах при використанні управління зі зворотним зв'язком далеко не завжди можна виміряти значення вихідних параметрів об'єкта управління. У цьому зв'язку необхідно створювати моделі, що аналізують отриману інформацію і визначають стан об'єкта управління [107, 240];

– моделями прогнозування, що оцінюють майбутню поведінку об'єкта управління і дозволяють здійснювати оперативне коректування алгоритмів керування. При неповній інформації про властивості об'єкта управління і наявності збурень поряд з традиційним управлінням потрібне застосування управління з прогнозуванням. До такого управління можна віднести адаптивне управління з моделями, метод групового врахування аргументів, адаптивні прогнозуючі моделі, засновані на вирішенні рівняння Ляпунова, модельно-прогнозоване управління;

– моделями управління, які є імітаційними моделями процесу управління і дозволяють описати і реалізувати алгоритми управління. Прикладами таких моделей можуть бути моделі вхід-вихід, задані у вигляді рівнянь стану або передавальних функцій. Однак тут слід враховувати, що алгоритми управління в господарських комплексах характеризуються складністю і не завжди можуть бути описані аналітично.

Для різних об'єктів і систем розроблено велику кількість моделей, що описують процеси з різним ступенем детальності: від самого загального поняття динаміки, руху взагалі, до формальних математичних моделей конкретних процесів. У моделях аналізу, прогнозування чи управління можуть бути використані різні види моделей з наведеної вище класифікації. Розглянутий підхід використано в гос-



подарських комплексах різних рівнів, зокрема при розробці стратегії розвитку Херсонської області до 2015 року, для моделювання діяльності ТОВ «Південний консервний завод дитячого харчування», ВАТ «Херсонська кондитерська фабрика»), ДП «Херсонський річковий порт», ПАТ «Херсонський комбінат хлібопродуктів» тощо. Застосування математичних методів в господарських комплексах на підставі системного підходу дозволяє розробляти плани і стратегічні прогнози, виробляти управлінські рішення, відображати в них всю складність і різноманіття залежностей між діючими змінними факторами.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Рогальский Ф.Б. Концепция открытых технологических комплексов в управлении регионом // Автоматика. Автоматизация. Электронные комплексы и системы.-2000.-№1.- С.148-156.
2. Рогальский Ф.Б. Моделирование взаимодействия открытых технологических комплексов в регионе // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. – С. 203–211.
3. Рогальский Ф.Б. Методологические аспекты создания систем управления открытыми технологическими комплексами в регионе // Математические модели в образовании, науке о промышленности: Сб. науч. тр. – С.-Пб.: Санкт-Петербургское отделение МАН ВШ, 2003. – С. 183 – 188.
4. Мезоэкономика переходного периода: рынки, отрасли предприятия / Под ред. Г.Б. Клейнера. – М.: Наука, 2001. – 516 с.
5. Економіка : навчальний посібник / за ред. М.П. Бутка. – Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. – 612 с.
6. Рогальский Ф.Б. Информационная поддержка принятия решений при управлении социотехническими системами // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2008. – № 1(21). – С. 174 – 183.
7. Рогальський Ф.Б., Вишемирська С.В. Інформаційна підтримка прийняття рішень при управлінні бізнес-процесами харчових підприємств // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. - №2.- 2010. - С. 42-48.
8. Рогальский Ф. Б., Курилович Я. Е., Цокуренок А. А. Математические методы анализа экономических систем: В двух кн. – Київ: Наукова думка, 2001. – Кн. 1: Теоретические основы. – 435 с.

9. Методичні рекомендації щодо розроблення регіональних стратегій розвитку: – К.: Міністерство економіки та з питань європейської інтеграції України, 2001. – 22 с.
10. Рогальський Ф.Б. Вдосконалення управління розвитком пріоритетних напрямків в економіці Херсонської області. В кн.: Стратегія економічного та соціального розвитку Херсонської області до 2015 року. Управління процесами розвитку регіону. Основні напрямки / За ред. Б.В.Сіленкова. – Херсон: Вид-во ХНТУ, 2007. – С. 311-326.
11. Кузин Б., Юрьев В., Шахдинаров Г. Методы и модели управления фирмой. – СПб: Питер, 2001. – 432 с.
12. Вишемирська С.В., Рогальський Ф.Б. Модель процесу впровадження нової продукції у виробництво // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6(71). – Дніпропетровськ, 2010. – С.33-44.
13. Петров Е. Г., Новожилова М. В.. Методи і засоби прийняття рішень у соціально – економічних системах: Навчальний посібник./ За ред. Е. Г. Петрова. – К.: Техніка, 2004. – 256 с.
14. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир. – 1976. – С. 26-34.