

ТЕМА 1. АДАПТИВНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ В УМОВАХ РИНКОВОЇ ЕКОНОМІКИ



Про це говорили та говоритимуть

«Чим більша внутрішня різноманітність системи, тим адекватніше відбиття нею зовнішнього світу, а чим більше можливостей відбиття, тим скоріше система може удосконалюватися, збільшуючи свою різноманітність».

(У. Ешбі, «Закон необхідної різноманітності»)



4.1. Характерні риси функціонування виробничих систем та принципи управління ними в умовах ринкових відносин



Про це говорили та говоритимуть

«Весь секрет бізнеса в тому, чтобы знать что-то такое, чего не знает больше никто».

(Аристотель Онассис, греческий судовладелец, миллиардер)

В умовах сучасної глобалізації світової економіки потокові процеси, які пронизують всі національні економіки, мають імовірнісну, стохастичну природу і характеризуються нестаціонарністю протікання. Користуючись термінологією теорії хаосу, можна наголосити на тому, що розвиток світової, а відповідно, й національних економік, проходить через послідовність біфуркацій і криз, які відповідають великим економічним циклам Кондратьєва. Перехід до ринкових відносин, проголошений як кінцева мета реформ, проведених в Україні, проходить на базі економіки особливого роду, окремі елементи і підсистеми якої утворюють, хоча і недостатньо ефективну, систему, що розвивається. Вплив несистемних, а часом і просто суперечливих заходів останнього десятиліття породив *специфічну економічну систему*, що не має аналогів у світовій історії.

Саме це виступає вихідними причинами об'єктивного існування ризиків підприємницької діяльності й обумовлює природу їхнього виникнення. А отже, функціонування будь-якого вітчизняного підприємства обтяжене низкою ризиків – загальних, які об'єктивно притаманні всім суб'єктам підприємницької діяльності і пов'язані з мінливістю ринкового середовища, в якому вони функціонують, та потужністю його різноманіття, а також суто специфічних для кожного окремого підприємства, що обумовлюється виключно суб'єктивними умовами його функціонування.

Величина ризику для підприємства напряму залежить від його *адаптивних можливостей*, а саме: чим більше рівень глибини адаптивності елементів управління підприємством, тим менше ризик втрат від мінливості

зовнішніх і внутрішніх умов його функціонування. Виходячи з цих припущень, можна стверджувати про можливість й необхідність управління рівнем ризику з метою його зменшення до прийняттого рівня (повне позбавлення ризику принципово неможливо) на основі концепції управління системними характеристиками підприємства, зокрема такими як *стійкість, гомеостаз, рівновага, адаптивність, гнучкість, маневреність* (визначення цих понять див. у глосарії) тощо. За цих умов вибір оптимального рівня глибини адаптації забезпечуватиме підприємству й прийняття управлінських рішень з оптимальним для нього рівнем ризику.

Таким чином, підприємство як «організм» економічного простору повинне бути забезпечене адаптивним механізмом виявлення, осмислення, ефективного використання внутрішніх резервів, спрямованим на забезпечення стабільного розвитку в перспективі, а також повинне використовувати недоліки в роботі й управлінні своєю діяльністю іншими конкурентами з метою поповнення і відтворення власних резервів зростання та зміцнення свого положення на даному конкурентному просторі.

Глобальна мета функціонування будь-якого підприємства полягає, *по-перше*, в одержанні прибутку від своєї діяльності в поточному періоді та, *по-друге*, стабільному (або стрімкому) розвитку у майбутньому з метою подальшого одержання прибутків. Отже, умовою досягнення зазначеної мети виступає необхідність «еволюції» підприємства, під якою можна розуміти послідовний перехід від одного стану до іншого (*траєкторія розвитку*) з покращенням (принаймні з непогіршенням) певного інтегрального показника корисності функціонування підприємства (необов'язково це прибуток).

Розглядатимемо підприємство як складну соціально-економічну систему (*СЕС*), відкриту систему, тобто систему, яка розвивається під впливом зовнішнього середовища і оточення. Крім того, розвиток підприємства впливає насамперед на його оточення, а через нього й на зовнішнє середовище (див. детальніше ці поняття в п.3.5).

Підприємство – це динамічна виробнича система, яка розвивається у часі і просторі. На кожен момент часу підприємство характеризується системою техніко-економічних, фінансових, соціальних та інших показників, які визначають його «становище» («стан») у просторі споріднених та/або будь-яких інших підприємств.

Система управління підприємством становить особливий інтерес для керівника, а її вивчення й удосконалення – його постійне завдання. Наочним прикладом сказаному є кібернетична модель системи управління, яка в найбільш загальному виді може бути представлена рисунком 4.1.

Дана модель являє собою формалізацію взаємин суб'єкта управління, об'єкта управління і зв'язків із зовнішнім середовищем.

В найбільш загальному розумінні *об'єктом управління* на підприємстві виступають основні сфери його діяльності, а саме:

- виробнича (виробництво продукту, надання послуг);
- фінансова (пов'язана із взаємодією з іншими інституціональними одиницями економіки; оперує поняттями на рівні фінансових потоків);

- інвестиційна (розширене відтворення; фундамент майбутнього розвитку, «еволюції»).

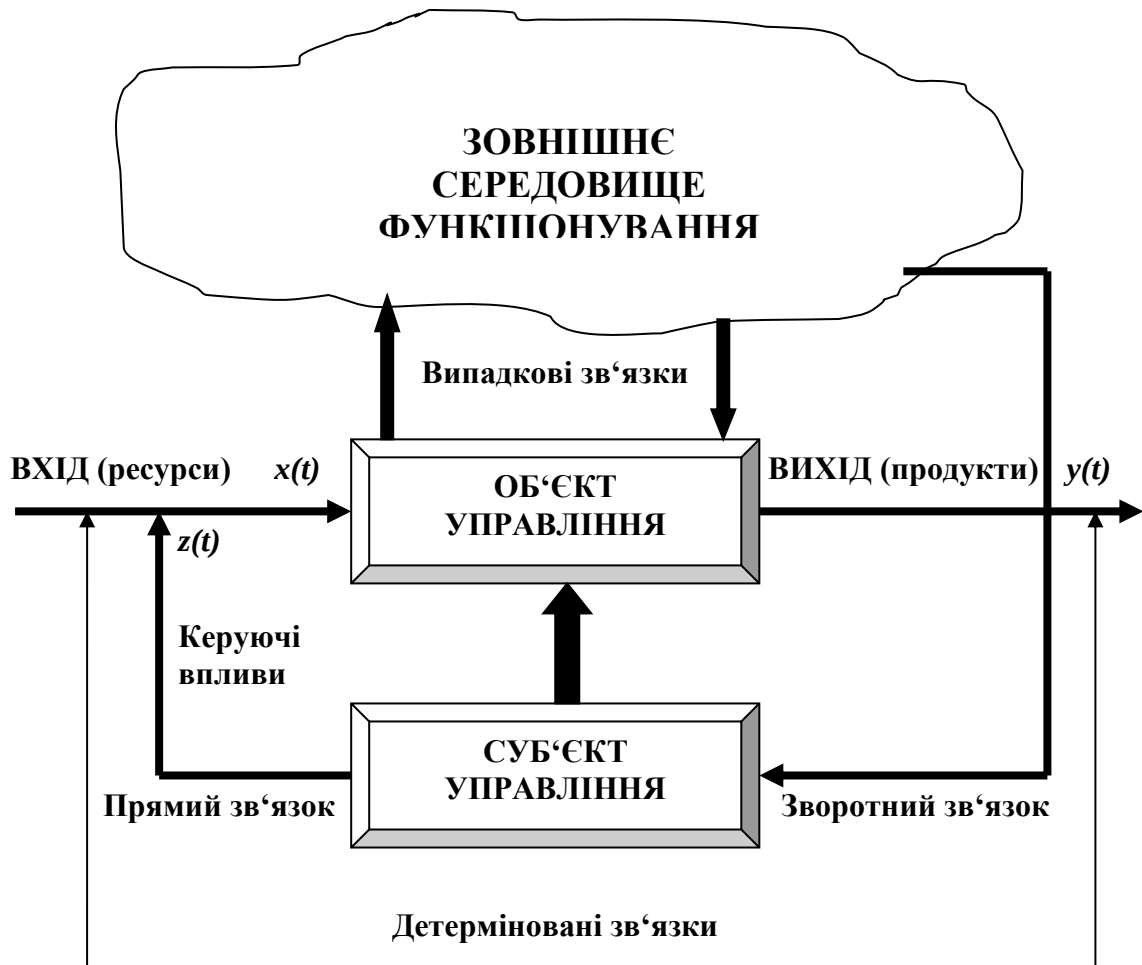


Рис. 4.1. Кібернетична модель системи управління

Відповідно *предметом управління* на підприємстві є механізм узгодженого цілеспрямованого впливу на сукупність елементів основних сфер його діяльності.

Вхід в кібернетичну модель представлено у вигляді вектора вхідних перемінних: $x(t)=[x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]$, які характеризують сукупність усіх ресурсів, використовуваних в об'єкті.

Вихід кібернетичної моделі (види продукції, що випускається) описується вектором: $y(t)=[y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t)]$.

Параметри керуючих впливів описує вектор: $z(t)=[z_1(t), z_2(t), \dots, z_k(t)]$ (накази, розпорядження, стандарти, норми і нормативи), які характеризують умови протікання процесу і можуть нести в собі стабілізуючі і дестабілізуючі дії.

Керуюча система при своєму функціонуванні обробляє масу вхідної з зовнішнього і внутрішнього середовищ інформації, сортує її, вибирає

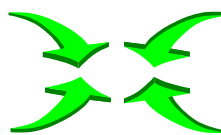
релевантну, аналізує і використовує в якості складової вихідних даних для прийняття рішень і дій, необхідних для діючої роботи структурних підрозділів і окремих працівників з вироблення і досягнення цілей підприємства як єдиної системи.

При цьому *методами управління підприємством* виступає обґрунтована, взаємоузгоджена система управлінських заходів, що реалізується як цілеспрямований вплив на функціональні елементи основних сфер діяльності підприємства (технологія експлуатації устаткування, обладнання; мотивація персоналу; реклама продукту; імідж підприємства тощо) з метою надання їм певних нових якісних властивостей, зокрема, корисних в конкретний момент часу та положення в просторі.

Виходячи із зазначеного вище, *мета управління підприємством* полягає в забезпеченні соціально-економічного розвитку підприємства як цілісного організму в умовах дії внутрішніх і зовнішніх дестабілізуючих чинників шляхом формування і реалізації ефективної системи управлінських заходів.

Таким чином, *система управління сучасним підприємством* має стимулювати раціональне, найбільш повне використання його потенціалу (*потенціал підприємства* – сукупність ресурсів і можливостей, що визначають очікувані характеристики його розвитку при тих чи інших реальних сценаріях зміни навколишнього середовища), що безпосередньо впливає з реалізації місії підприємства й орієнтує його стратегію на стабільний розвиток довгострокових переваг. Постановка стратегічних задач економічного розвитку підприємства фактично ініціює низку проблем або проблемних ситуацій, з якими підприємство матиме справу у перспективі і які має вирішувати в реальному масштабі часу. Основою для їх вирішення виступатиме так звана область маневрування – генератор внутрішніх резервів підприємства.

Сучасне українське підприємство функціонує в умовах нестабільного економічного середовища, що пов'язане, у першу чергу, з перехідним періодом в економіці України і необхідністю подолання труднощів адаптивного характеру, а отже, *головною проблемою* для нього стає не тільки й не стільки виживаність, скільки *забезпечення неперервного розвитку*. А оскільки різноманіття й складність проблемних ситуацій, що зароджуються як у зовнішньому, так й у внутрішньому середовищах, постійно зростають, *система управління підприємством повинна набувати нових якостей, збільшуючи потужність власного різноманіття* (згідно із законом необхідного різноманіття) і тим самим *розширюючи власні адаптивні можливості виробляти й реалізовувати адекватні ситуаційні рішення*.





4.2. Основні поняття і категорії адаптивного управління



Про це говорили та говоритимуть

«У римлян ни за что бы

не хватило времени

на завоевание мира,

если бы им пришлось

сперва изучать латынь».

(Генрих Гейне, немецкий поэт)

Управління в широкому розумінні представляє собою цілеспрямований вплив на еволюцію (розвиток у часі) того чи іншого процесу відповідно з умовами зовнішнього середовища, яке змінюється, з метою надання йому (процесу) необхідних властивостей.

Управління *СЕС*, які розрізняються за своїм призначенням та рівню ієрархії, передбачає використання *концептуально загальних принципів*, що включають наявність *інформації* про:

- кінцеву мету управління – визначаються критерії функціонування *СЕС*;
- початкові умови функціонування об'єкту (*СЕС*) – координати стану *СЕС* з урахуванням конкретних значень її параметрів в нульовий момент часу;
- її внутрішню структуру – відображає закономірності функціонування *СЕС* (функції, алгоритми або програма, що описує *СЕС*);
- зовнішнє середовище – дає об'єктивну характеристику зовнішнім по відношенню до даної *СЕС* умовам, параметрам і структурі зовнішніх об'єктів, які взаємодіють в тій чи іншій мірі з даною *СЕС*.

Активна взаємодія із зовнішнім середовищем з боку підприємств (*СЕС*) у ринковій економіці здійснюється за трьома напрямками:

- 1) вивчення (дослідження) значень внутрішніх і зовнішніх перемінних підприємства;
- 2) комплексне планування діяльності підприємства;
- 3) організаційна адаптація підприємства до умов зовнішнього середовища.

Таким чином, управління економічним об'єктом (*СЕС*) включає:

- проектування планової траєкторії його руху відповідно до певного критерію – *етап планування*, який трактується як визначення оптимальної програми траєкторії керованої *СЕС* на конкретному часовому інтервалі;
- проектування *регулятора*, який коректує координати об'єкта відповідно до планової траєкторії – *етап регулювання*, який спрямовано на пошук керуючих впливів з метою усунення дестабілізуючих впливів випадкових збурень, що зсовують керовану *СЕС* від оптимальної програмної траєкторії.

Побудова регулятора пов'язана з наявністю зворотних зв'язків управління *СЕС*. Функцією регулятора є рішення задачі оптимізації функціонування об'єкту – локалізація збурюючих зовнішніх імпульсів, які утворюються при його русі за плановою траєкторією в кожен момент часу.

Роботу регулятора можна описати алгоритмом:

1. Регулятор за допомогою зворотних зв'язків ідентифікує координати об'єкта в кожний момент часу t .
2. Порівнюючи їх з плановими координатами, робиться висновок про необхідність додаткового управляючого впливу на об'єкт.
3. У разі необхідності відповідно до критерію якості регулятор формує оптимальний управляючий вплив.
4. Регулятор впливає на об'єкт з метою наближення його поточних координат до планової траєкторії.

Проте, регулятор сприяє рішенням *лише часткової задачі управління*, а саме *підтримки заданих законів змінювань в часі параметрів об'єкта*. Однак, залишається *проблема*, що обумовлена необхідністю гнучкого реагування управляючих впливів на змінюваність параметрів об'єкта та характеристик зовнішнього оточення. А, отже, необхідна *адаптація (приспособлення) роботи регулятора* завдяки зміні його структури й параметрів.

Адаптацію в широкому розумінні представляють як пристосування системи до змінюваності певних умов, тобто процес зміни властивостей системи, який дозволяє їй досягти певного, часто оптимального або хоча б задовільного функціонування при початковій невизначеності та початкових умовах, що змінюються. У процесі адаптації системи можуть змінюватися її сприйняття зовнішніх впливів, ті або інші параметри й структура, алгоритм її функціонування тощо.

Адаптація в кібернетиці – це накопичення та використання інформації щодо досягнення оптимального в певному розумінні стану або поведінки системи при вихідній невизначеності зовнішніх умов, які змінюються.

В тих випадках, коли фактори, які впливають на систему, є частково або повністю невизначеними, *управління стає можливим тільки після накопичення деякої інформації* про ці фактори та характеристики об'єкту. У математиці і кібернетиці *інформація* розуміється як кількісна міра ліквідації невизначеності (ентропії), міра організації системи. *Сутність інформації* розуміється філософами як відбиття дії *закону необхідної різноманітності*, сформульованому відомим вченим У.Ешбі: чим більша внутрішня різноманітність системи, тим адекватніше відбиття нею зовнішнього світу, а чим більше можливостей відбиття, тим скоріше система може удосконалюватися, збільшуючи свою різноманітність.

Це означає, що *для вирішення задачі управління необхідно*, щоб інформаційна потужність керуючої системи (або її власна інформаційна різноманітність) була б не меншою, ніж різноманітність об'єкта керування (тобто задачі управління, яка розв'язується). Саме цим значною мірою пояснюються *гнучкість, стійкість, адаптивність і динамічна стійкість економічної системи* у сучасних розвинутих країнах.

Адаптивні системи – це системи, здатні до адаптації.

Адаптивне управління (управління з адаптацією) – управління в системі з неповною апріорною інформацією про досліджуваний процес, яке

змінюється впродовж накопичення інформації та застосовується з метою підвищення якості роботи системи.

Адаптивне управління має двоїстий характер, який проявляється в тому, що з одного боку, неможливо здійснити ефективне управління, не знаючи характеристик об'єкту, з іншого – можна вивчати ці характеристики в процесі управління і тим самим поліпшувати його. А отже, керуючі впливи носять двоїстий характер: вони служать засобом як активного пізнання керованого об'єкту, так і безпосередньо управління ним у поточний момент часу.

Адаптація системи управління може виявлятися як:

- 1) *саморегулювання*, коли система управління відповідає на зміни середовища цілком визначеною реакцією своїх елементів за жорстко заданою програмою;
- 2) *самонавчання*, якщо система управління здатна змінювати програми регулювання і способи дій своїх елементів;
- 3) *самоорганізація*, коли система управління змінює не тільки програму регулювання, а й свою внутрішню структуру;
- 4) *самонастроювання або самовдосконалення*, коли система управління може перебудовувати свою структуру не тільки в межах заданого набору елементів, а й шляхом розширення набору елементів за рахунок середовища.

Адаптація в економічних системах виявляється у здатності системи зберігати в процесі розвитку суттєві параметри незмінними у певних межах їх варіювання, не дивлячись на різноманіття впливів зовнішнього середовища. Адаптивність економічної системи визначається двома видами адаптації:

- *пасивною адаптацією* – внутрішньо властива характеристика економічної системи, якої притаманні певні можливості саморегулювання (*антиципації*); проявляється у реагування системи на змінюваність середовища;
- *активну адаптацію* – механізм адаптивного управління економічною системою, організація його ефективної реалізації; проявляється як вплив економічної системи на середовище.

У системах адаптивного управління обов'язковим є наявність *зворотного зв'язку* через неперервність процесу дослідження характеристик об'єкту. За допомогою зворотного зв'язку вимірюються характеристики керованого об'єкту й генеруються реакції, які втілюються в керуючих впливах.

Під *адаптивною моделлю системи управління соціально-економічним об'єктом* (або *СЕС*) розуміють таку модель, в якій в результаті змінювання характеристик внутрішніх і зовнішніх властивостей об'єкта відбувається відповідне змінювання структури і параметрів регулятора управління з метою забезпечення стабільності функціонування даного об'єкта.

Дана модель складається з двох взаємопов'язаних частин:

- *адаптивної системи планування*;

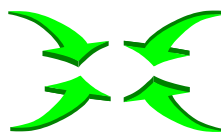
- адаптивної системи регулювання, які структурно повністю ідентичні і містять в собі:
- модель планування (регулювання);
- імітаційну модель формування процесу;
- внутрішній (імітаційний) адаптер;
- зовнішній (об'єктний) адаптер.

Принципова схема роботи адаптивної моделі системи управління

Зовнішній адаптер на основі аналізу характеристик об'єкту і зовнішнього середовища *вибирає модель задачі планування*, а також *імітаційну модель*, здійснюючи тим самим структурну адаптацію системи управління. Потім за результатами виконання планів за минулі періоди і попередні збурюючі впливи він (адаптер) *підстроює параметри* в моделі планування (регулювання) та імітаційній моделі, що включає імітаційні моделі об'єкта, середовища і системи регулювання (параметрична адаптація). По імітаційній моделі здійснюється *реалізація плану* й оцінюються *втрати*, які не дозволяють досягти потенціального ефекту. Імітація реалізації плану виконується кілька разів для одержання статистично значущих оцінок показників плану. Якщо план з урахуванням можливостей його реалізації *прийнятний*, то він *приймається до виконання*. В іншому разі *внутрішній адаптер*, базуючись на результатах імітації, *підстроює параметри моделей* планування і регулювання, і *робота схеми повторюється*, починаючи з перерахунку плану при нових параметрах.

Таким чином, *зовнішній і внутрішній адаптери мають різні області впливу*, тобто один й той самий параметр не підстроюється двома адаптерами, хоча ці параметри можуть впливати на одні й ті самі елементи системи управління.

Критеріальною функцією настроювання параметрів може бути або глобальний критерій системи адаптивного планування, або значення відхилень від заданих нормативів і показників. Наявність різних критеріальних функцій також приводить до необхідності конструювання різних алгоритмів настроювання параметрів.





4.3. Еволюція систем управління



*Про це говорили та говоритимуть
«Давайте переживати
неприятности по мере
их поступления».*

(Михаил Жванецкий, писатель)

При розробці систем управління основну увагу приділяють принципу зворотного зв'язку. *Зворотний зв'язок* – вид з'єднання елементів, при якому вхідний вплив одного елемента передається на вхід того ж самого елемента. Зворотний зв'язок може здійснюватися або безпосередньо від виходу елемента системи на його вхід, або через інші елементи даної системи. Зворотний зв'язок буває:

- *зовнішнім*, коли здійснюється передача частини вихідного сигналу всієї системи управління на її вхід;
- *внутрішнім*, якщо з'єднуються вихід окремих елементів або груп послідовно розташованих елементів із їх входом.

Розглянемо еволюційність розвитку структурної схеми системи управління.

Первинну або базову (вихідну) структурну схему системи управління (реалізує саморегулюючу систему управління) можна подати як на рис. 4.2.

де $g(t)$ – вектор управляючих впливів, які подаються в систему;

$f(t)$, $\zeta(t)$ – вектори збурень, що впливають відповідно на об'єкт і регулятор;

$y(t)$ – вектор виходів об'єкту;

$u(t)$ – вектор управління рухом об'єкту.

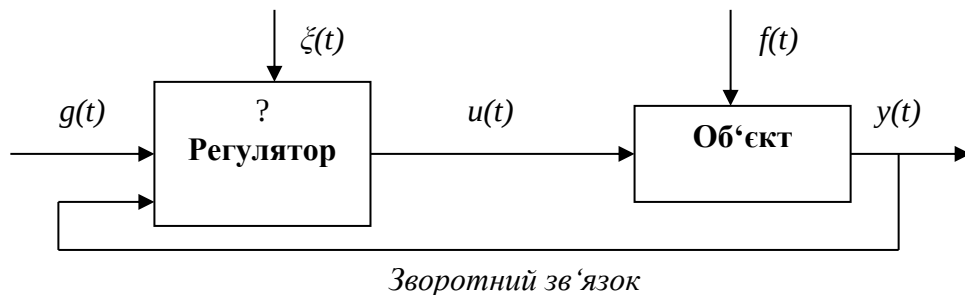


Рис. 4.2. Структурна схема системи управління

Знак «?» означає, що регулятор необхідно синтезувати так, щоб в системі виконувалися задані вимоги щодо руху об'єкта, незважаючи на дію невимірюваних збурень $f(t)$ і $\zeta(t)$.

Метою регулювання є мінімізація відхилення фактичного стану керованого об'єкту від планового. залежно від характеру й величини відхилення усунення збурень організується або шляхом впливу на об'єкт управління, або шляхом коригування планових завдань. якщо відхилення від запланованого ходу функціонування керованого об'єкту не перевищують

деякої критичної величини, а збурення можуть бути порівняно швидко ліквідовані та буде забезпечене виконання завдань протягом даного планового періоду, то для приведення об'єкту до заданого режиму функціонування використовується *диспетчеризація*. Якщо ж збурення такі, що завдання практично не може бути виконане у поточному плановому періоді, як інструмент регулювання використовується *оперативне планування*, тобто коригування завдання на подальші періоди.

Основною *проблемою* даної структурної схеми системи управління є вимоги до регулятора, який із зміною властивостей об'єкта і вхідних впливів на систему управління був би здатним автоматично змінювати свої параметри і, можливо, структуру закону регулювання (можливість самонавчання системи управління), з тим, щоб динамічні властивості системи управління в цілому задовольняли заздалегідь заданим вимогам.

Отже, система управління *повинна мати здатність адаптуватися*, тобто пристосовуватися до змінюваних умов роботи. Тому наступним кроком є перехід до адаптивної системи управління.

Структурну схему адаптивної системи управління представлено на рис. 4.3, де введено *пристрій адаптації (ПА)*, головне призначення якого на основі апіорної та поточної доступної інформації про вектори $y(t)$, $g(t)$ і $u(t)$ змінювати вектор параметрів настроювання регулятора $k(t)$, а можливо, й структуру регулятора з метою забезпечення заданих динамічних властивостей системи управління об'єктом.

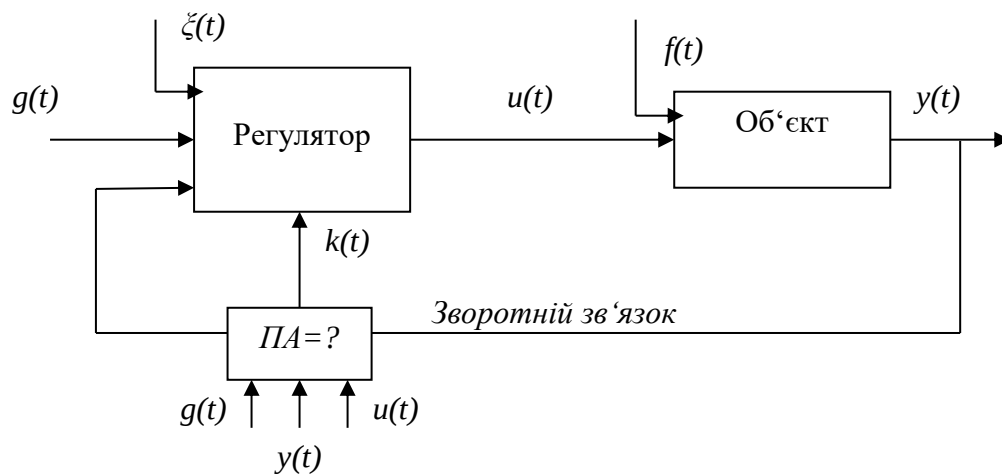


Рис. 4.3. Структурна схема адаптивної системи управління

Розрізняють два основних види систем регулювання:

1) Регулювання за відхиленнями має місце, коли досягнутий результат $y(t)$ через ланцюг зворотного зв'язку та пристрій адаптації після вимірювання надходить до регулятора, який генерує відповідний управляючий сигнал $u(t)$. Регулювання за відхиленнями від керованої величини реалізується в *системах стабілізації*, коли ставляться задачі підтримання вихідних величин $y(t)$ поблизу деяких незмінних заданих значень Y . Іншим типом регулювання за відхиленнями є *системи із програмним керуванням*, коли необхідно, щоб

стан керованого об'єкту утримувався поблизу певного значення $y(t)$, яке змінюється у часі відповідно до заданого закону. Задачі програмного управління виникають у виробничих системах при виконанні робіт відповідно до плану.

2) Регулювання за збуренням відбувається, якщо збурення $f(t)$, $\xi(t)$ враховуються, вимірюються пристроєм адаптації та компенсуються регулятором. Часто зустрічаються ситуації, коли закон зміни у часі заданого стану системи заздалегідь невідомий, а визначається в ході самого процесу відповідно до зовнішнього сигналу. Система управління призначена для зміни стану $Y(t)$ керованого об'єкту за законом, який задається зовнішнім, заздалегідь невідомим сигналом, називається *системою стеження*. У цьому разі управління економічним об'єктом буде випереджаючим (превентивним), наприклад, при розв'язуванні задачі бездефіцитного постачання споживачів товарами зі складу, або інших задач управління запасами.

Проте, для задачі адаптивного управління необхідним може стати не тільки змінювання регулятора, а й *цілеспрямоване змінювання конструктивних параметрів самого об'єкта* в процесі його функціонування, тобто система управління повинна мати можливість самоорганізації і самонастроювання.

В такій постановці з'являється можливість управління об'єктом не тільки з боку органів управління (*координатне управління*), а й змінюванням самого об'єкта за допомогою *цілеспрямованого змінювання його конструктивних параметрів (параметричне управління)*.

Структурна схема системи адаптивного координатно-параметричного управління (КПУ) об'єктом представлена на рис. 4.4.

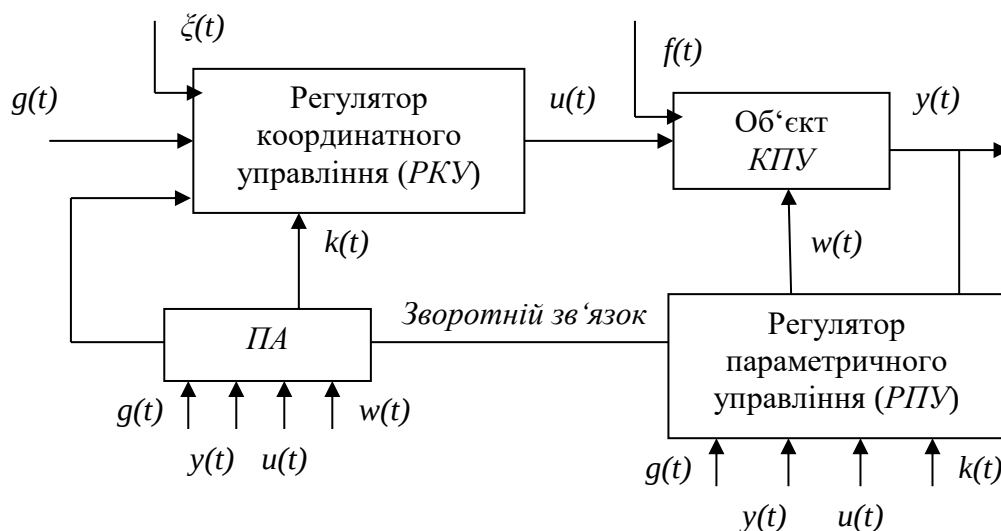


Рис. 4.4. Структурна схема системи адаптивного координатно-параметричного управління

Вектори $u(t)$ і $w(t)$ – складові єдиного вектора управління, оскільки змінювання цих векторів впливають на вектор станів $x=x(t)$ і вектор виходу

$y(t)$. Проте, вплив управлінь $u(t)$ і $w(t)$ на рух об'єкта мають різний характер: $u(t)$ здійснює адитивне або координатне управління, а $w(t)$ – мультиплікативне або параметричне управління.

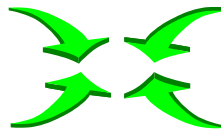
В доповнення до традиційного способу управління об'єктом за допомогою вектора $u(t)$ з'являється можливість управління за допомогою змінювання оператора впливу вектора $u(t)$ на вектор виходу $y(t)$.

Об'єкт КПУ містить широкий спектр засобів параметричного управління.

Параметрична адаптація пов'язана з корекцією, підстроюванням параметрів моделі. Необхідність такого роду адаптації виникає через дрейф характеристик керованого об'єкта. Адаптація дозволяє підстроювати модель на кожному етапі управління, більш того, вхідною інформацією для неї є розбіжність відкликів об'єкта і моделі, усунення якої й реалізує процес адаптації. Проте, процес управління об'єктом часто не надає достатньої інформації для корекції самої моделі об'єкта, так що управління недостатньо різноманітне, щоб дати інформацію про специфічні властивості об'єкта, які необхідні для синтезу управління і які слід відбити в моделі об'єкта. Це змушує штучно вводити в управління додаткове різноманіття у формі тестових сигналів, які накладаються власне на управління.

Вкрай рідко адаптація моделі шляхом корекції її параметрів дозволяє одержати адекватну модель об'єкта. Неадекватність виникає при незбіжності структур моделі і об'єкта. Якщо в процесі еволюції об'єкта його структура змінюється, то така ситуація виникає постійно. Дані обставини змушують звертатися до адаптації структури моделі, що реалізується методами *структурної адаптації*. За цих обставин підтримується процедура переходу від однієї альтернативної моделі до іншої, причому альтернативні моделі можуть різнитися числом і характером входів-виходів моделі, варіантами декомпозиції та структурою елементів моделі.

Альтернативні моделі вимагають на ідентифікацію параметрів, що й здійснюється методами параметричної адаптації.





4.4. Адаптивна система управління підприємством



Про це говорили та говоритимуть

*«Государственное плановое
хозяйство – могучее дерево
с развесистой кроной,
но в тени этой кроны
ничего не растет».*

(Гарольд Макмиллан, британский политик)

В умовах ринкової економіки значно підвищилася роль фактора невизначеності, неповноти апріорної інформації щодо планування й управління підприємством. Можна виділити три основні групи причин неповноти інформації:

- невизначеність та не детермінованість багатьох економічних процесів;
- доцільність роботи з неповною інформацією через високу вартість повної інформації;
- «організована» неповнота інформації, що пов'язано з необхідністю її утаювання з різних причин.

Врахування неповноти інформації при управлінні підприємством привів до появи нових понять і методів. Насамперед для описання економічних об'єктів стали використовувати імовірнісні (стохастичні) моделі. Крім того, підвищення ролі прогнозів в управлінні й плануванні підприємством також свідчать про зростання ролі імовірнісних факторів. Виходячи з того, що інформація постійно зростає у часі й просторі (в ієрархії управління), доцільно використовувати цю додаткову інформацію, причому таку інформацію треба враховувати ще в період складання планів, за допомогою адаптації останніх.

В економіку підприємства випадковість входить також через виробничі технології, ціни і попит, ресурси тощо. Так, зростання невизначеності збільшує оптимальні запаси і асортиментний ряд продукції. Проте, питання ускладнюється тим, що невизначеність проявляється по різному в доходах, цінах, розмірах відсотків, обсягах інвестиційних та матеріальних ресурсів, рівнях попиту й пропозиції продукції тощо.

Таким чином, врахування неповноти інформації при управлінні підприємством розглядається як вихідна посилка адаптації підприємства.

Отже, під адаптацією виробничо-економічної системи, в тому числі підприємства, розуміють здатність системи виявляти поводження, яке цілеспрямоване на пристосування в складних середовищах, а також сам процес пристосування.

За ознакою часу адаптивна реакція підприємства на змінювання зовнішнього середовища поділяється на:

- *стратегічну адаптивну реакцію*: представляє собою передбачувані зміни цілей підприємства і засобів їх досягнення у виді планів і програм. Важливим видом підтримки стратегічної адаптивної реакції виступають інвестиційні проекти;

- Розглянемо тепер *сутність координатно-параметричної адаптації управління об'єктом* на прикладі виробничо-економічної системи (підприємства), яку схематично представлено рисунком 4.5.

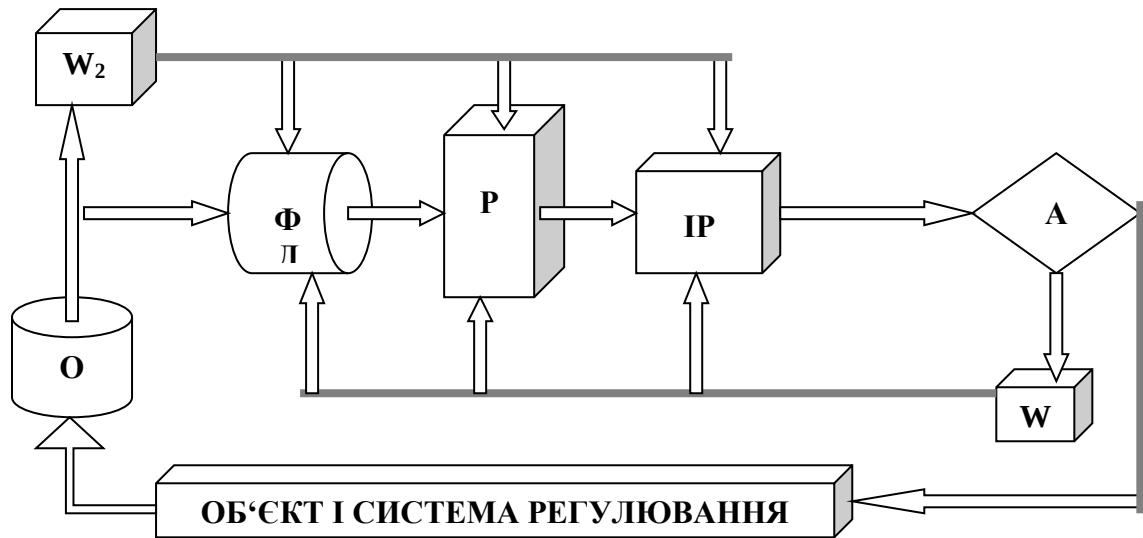


Рис. 4.5. Схема координатно-параметричної адаптації

A – блок формального і якісного аналізу.

Блок **O** здійснює збирання, зберігання і перетворення інформації про об'єкт. Після роботи блока **O** починає роботу блок **W₂**, який визначає параметри всієї моделі планування, включаючи моделі планування, імітації та регулювання. В цьому блоці одночасно працює декілька алгоритмів адаптації значень параметрів, тобто для кожної групи параметрів розробляється власний алгоритм. Зовнішній адаптер **W₂** (блок зовнішнього контуру адаптації) призначений для ідентифікації зовнішнього середовища та об'єкта, для перевірки адекватності класу імітаційних моделей об'єкту, для настроювання параметрів системи управління з метою усунення її розбіжності з об'єктом. Він підстроює параметри моделі планування та імітаційної моделі (моделі регулювання) на основі реальних даних по мірі їх

надходження (часові послідовності), зокрема за результатами виконання планів минулих періодів, а також із урахуванням минулих збурюючих впливів.

Тим самим, блок $\mathbf{W}_2$ виконує дві функції:

- 1) перевірку адекватності системи управління реальному об'єкту;
- 2) підстроювання її параметрів.

При цьому можливі два варіанти перевірки:

- 1) перевірку адекватності моделей зовнішнього середовища (зміна рівнянь трендів, порядку моделей авторегресії, інтегрованого ковзного середнього, законів розподілу тощо);
- 2) перевірку адекватності всієї системи управління в цілому.

Значення параметрів, визначених блоком $\mathbf{W}_2$, використовуються в блоках $\Phi\mathbf{D}$, $\mathbf{P}$, $\mathbf{IP}$.

Блок $\Phi\mathbf{D}$ здійснює формування і перетворення у зручному виді (потрібному форматі) даних для блоків $\mathbf{P}$ та $\mathbf{IP}$. Для побудови управляючих впливів необхідна інформація про зв'язки між окремими роботами за технологією, про наявність ресурсів з урахуванням середніх втрат, про початкові значення станів (характеристиках виходу виробництва), тому блок $\Phi\mathbf{D}$ здійснює зв'язок адаптивної системи управління з іншими задачами системи, в яких формується дана інформація, а потім трансформує її у зручну для виконання розрахунків форму. Після формування інформації (обмежень) блоком $\Phi\mathbf{D}$ починає роботу блок $\mathbf{P}$.

Блок $\mathbf{P}$, використовуючи поточні значення параметрів W_k^n і інформацію, яка сформована блоком $\Phi\mathbf{D}$, обчислює план x_k , елементами якого виступають окремі роботи $m \in M$ та ресурси, необхідні для виконання цих робіт. На етапі регулювання в блоці $\mathbf{P}$ проводиться розробка регулюючих впливів і уточнюються стани виробництва, які плануються (координатне управління).

Після блоку $\mathbf{P}$ приступає до роботи блок $\mathbf{IP}$. Він здійснює імітацію реалізації плану (регулюючого впливу) і функціонально складається з двох блоків:

- 1) блоку імітації роботи об'єкту;
- 2) блоку регулювання виробництва за результатами імітації роботи об'єкта.

Робота блока $\mathbf{IP}$ базується на такому механізмі регулювання ходу виробництва.

План $x_k(t)$ задається в дискретні моменти часу $\tau_v \in [t_k, t_{k+1}]$. Система регулювання на основі результатів роботи об'єкту в періоді $[\tau_{v-1}, \tau_v]$ і планової траєкторії $x(t)$, $t \in [\tau_v, t_{k+1}]$ вибирає регулюючі впливи. Потім ті ж самі впливи повторюються в момент часу τ_{v+1} і так до часу t_{k+1} . При змінюванні τ_v від t_k до t_{k+1} для кожного τ_k виконуються наступні дії. Блок імітації роботи об'єкту, використовуючи значення регулюючих впливів, прийнятих на момент часу τ_{v+1} , генерує інформацію про об'єкт, потрібну для роботи системи регулювання. Блок, який імітує систему регулювання, на основі цієї інформації виробляє регулюючі впливи і накопичує інформацію

про виробничі втрати, що пов'язані з реалізацією плану. При досягненні t_{k+1} будуть одержані такі імітаційні значення показників плану, які залежать від результату виконання плану, як напруженість і стійкість плану, втрати у зв'язку з регулюванням і неоптимальним функціонуванням, втрати від невикористаних ресурсів (великі резерви, закладені при плануванні). Ці значення одержані тільки за результатами однієї «реалізації» (імітації), тому з метою одержання статистично значущих значень цих показників імітація реалізації здійснюється декілька разів, а значення всіх показників усереднюються за імітаційними реалізаціями.

В блоці **A** аналізується інформація про хід можливої реалізації плану (або регулюючі впливи) і перевіряється можливість покращення плану внаслідок змінювання параметрів. Якщо таке покращення можливе, то інформація про план і пріоритетність особи, яка приймає рішення, на множині значень показників плану поступає в блок **W₁**, який здійснює настроювання параметрів в моделях і алгоритмах блоків **ФД**, **Р**, **ІР** на базі імітаційних послідовностей. Проте, внутрішній адаптер **W₁** підстроює лише ті параметри, що не визначаються на основі реальних даних зовнішнім адаптером. Таким чином, зовнішній і внутрішній адаптери мають різні області впливу, тобто один той самий параметр не підстроюється двома адаптерами, хоча ці параметри можуть впливати на одні й ті самі елементи системи управління, крім того, параметри зовнішнього і внутрішнього адаптерів можуть мати спільні обмеження.

Після роботи блока **W₁** управління передається блоку **Р** (параметричне управління). Якщо ж параметри блоків **ФД** і **Р** не змінилися, то управління передається блоку **ІР**.

Якщо система управління буде здатна реагувати не тільки на фактичні, але й на прогнозні відхилення, її ефективність значно зросте. Тому однією з функцій управління є *прогнозування* – визначення очікуваного (найімовірнішого) стану підприємства у майбутньому. Цінність прогнозу для оцінки параметрів в значній мірі визначається його точністю. Абсолютної точності прогнозу принципово неможливо досягти з приводу того, що спостереження за реальним процесом проводиться в умовах безперервної дії перешкод. Намагання усунути або обмежити дію джерел можливих помилок приводить до необхідності конструювання адаптивної системи прогнозування.

Цілеспрямований вибір моделі прогнозування об'єкта (процесу) називається *функціональною адаптацією*. Структура адаптивної прогнозуючої системи наведена на рис. 4.6.

Блок **РА** відповідає за ретроспективний аналіз, дані якого – це раніш встановлені наукові істини та закони, часовий ряд $X_j(t)$ процесу (або події). До блока **РА** подається інформація:

- $\Phi(t)$ – початкові дані про об'єкт прогнозування;
- U^* - мета задачі прогнозування й інтервал упередження;
- V – результати аналізу прогнозування із зазначенням оцінки прогнозу.

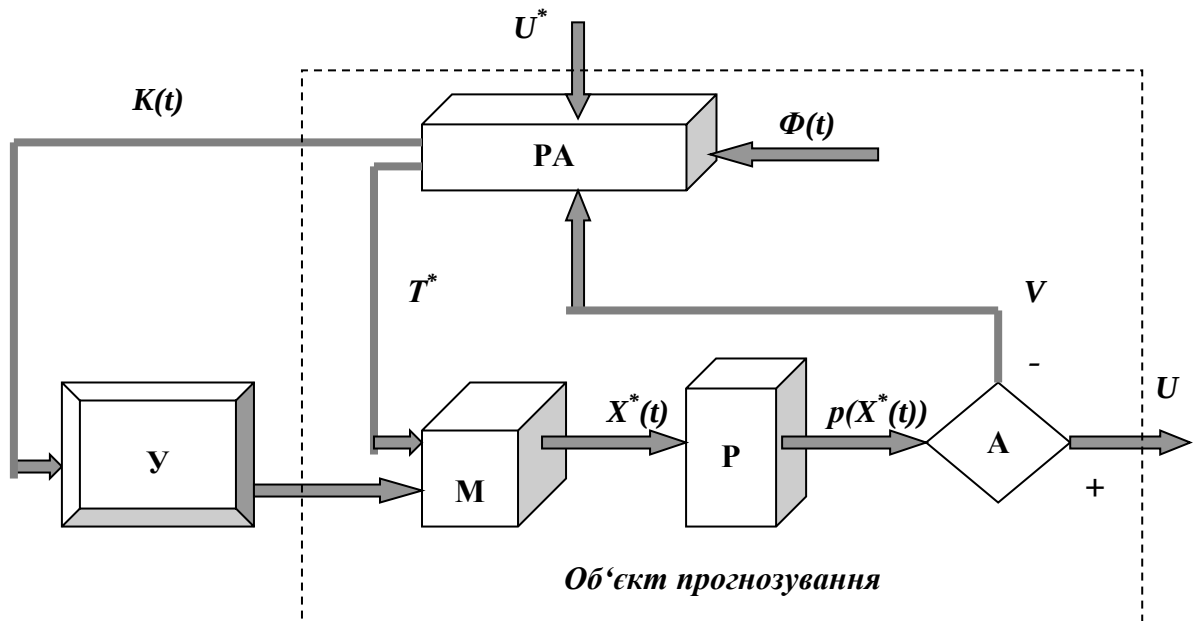


Рис. 4.6. Схема адаптивної системи прогнозування

Ціль і задачі прогнозування, а також інтервал упередження, минулий опит, раніш встановлені істини й закони, визначають призначення системи прогнозування:

- для оцінки параметрів на етапі планування;
- для прогнозування ситуацій функціонування;
- для оцінки параметрів на етапі управління.

Вся інформація $K(t)$ передається до блоку управління У.

Блок У призначений для рішення задач двох видів:

- 1) з множини модифікацій моделі об'єкта прогнозування вибрати конкретну модифікацію, тим самим здійснюючи *функціональну адаптацію*;
- 2) обчислити раніш невідомі параметри моделі або провести їх корегування, реалізуючі тим сам *параметричну адаптацію*.

В блоці **М** обчислюються прогнозні значення окремих параметрів або ситуацій функціонування на основі побудови прогнозної траєкторії $X^*(t)$. Потім у блоці **Р** оцінюється точність прогнозу $p(X^*(t))$ відносно області припустимих значень змінювань досліджуваних процесів.

В блоці **A** з використанням критеріїв оцінки прийнятності прогнозу виконується результати аналізуються аналогічно тому, як це відбувається в системі адаптивного планування. Якщо прогноз прийнятний (+), то видається інформація (управління) на використання прогнозу $X^*(t)$. Таким чином, блок **A** наділений механізмом аналізу топологічної структури рішень, які визначаються за моделлю прогнозування, яка застосовується для описання процесу. Якщо, навпаки, прогноз неприйнятний (-), то розглянутий вище цикл повторюється.

Прогнозування й аналіз результатів доцільно проводити за такими напрямками:

- виділення критеріїв оцінки точності прогнозування;
- вибір з певної множини найкращих методів прогнозування кожного (конкретного) процесу;
- «закріплення» (зіставлення) методу (або групи методів) прогнозування за тим чи іншим прогнозованим процесом.

Задача функціональної адаптації полягає у виборі найбільш адекватної (правильного виду) функції (або функцій), яка описує реальні зміни прогнозованої величини. Для оцінки параметрів системи (об'єкта) використовують математичні моделі, за допомогою яких описують часові ряди. Побудова моделі процесу, за допомогою якої проводитимуться оцінювання майбутніх становищ (рівнів ряду) та досліджуватиметься еволюція рівня у часі, відбувається в два етапи:

1) будується *модель детермінованої основи процесу*, за допомогою якої оцінюється перемінна f_t . Найчастіше використовують економетричні моделі парної регресії;

2) досліджується *стаціонарний випадковий процес* ξ .

На першому етапі доцільно розглядати *комбіновану модель* детермінованої основи процесу, наприклад, у формі лінійної згортки:

$$M(\alpha, \beta_i, t) = \sum_{i=1}^n \alpha_i M^i(\beta_i, t), \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad (4.1)$$

де $\alpha_i, i = \overline{1, n}$, – параметри, які задають структуру моделі M ;

$M^i, i = \overline{1, n}$, – вибрані на початковому кроці роботи системи прогнозування моделі прогнозування;

$\beta_i, i = \overline{1, n}$, – вектор параметрів настроювання моделей M^i .

Часовим рядам, які описують еволюцію параметрів функціонування певної виробничої системи, практично без виключення притаманна властивість змінювання. У цьому разі як безпосередньо моделі M^i , так й модель M втрачають точність передбачення. Підвищення якості прогнозу вимагає настроювання параметрів α_i, β_i . Зміна цих параметрів дозволяє здійснювати як параметричну адаптацію (за рахунок β_i), так й структурну адаптацію (за рахунок α_i).

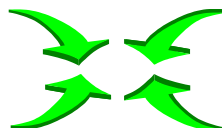
Моделі структурної адаптації системи управління підприємством. Динамічні зміни об'єкта та його середовища, порушення рівноваги між ними призводять до необхідності структурної адаптації системи управління, яка здійснюється у разі, коли неможливо врахування зазначених змінювань засобами параметричної адаптації.

YS – блок, який реалізує функції обліку і прогнозу значень класу об'єкта управління;
FS - блок, який відповідає за формування заданих властивостей системи управління виробництвом;
A₁, A₂, A₃ – блоки неформального аналізу;
M – блок конструювання моделі системи управління;
D – блок, який здійснює автоматизоване формування експлуатаційної документації та документації на конструйовану модель системи управління;
IM - блок, в якому проводиться імітація функціонування моделі в межах системи управління;
Q – блок аналізу працездатності моделей і видачі завдань на корегування інформаційних наборів механізму структурної адаптації;
PS - блок, який відповідає за формування програмного та інформаційного забезпечення вибраної моделі системи управління;
R – система управління.

Роботу наведеного вище механізму структурної адаптації можна представити наступним чином. В блоці **A₁** проводиться аналіз одержаного набору властивостей моделі системи управління. У разі, якщо проектні характеристики моделі не задовольняють вимогам особи, що приймає рішення (*ОПР*), здійснюється коригування набору цих властивостей. Блок **A₂** призначений для проведення аналізу загальної схеми моделі. Якщо результати такого аналізу не задовольняють вимогам, тоді корегується набір необхідних характеристик конструйованої моделі і все повторюється знов, інакше управління передається до блоку **PS**, де починається формування програмного й інформаційного забезпечення вибраної моделі системи управління, яке, в свою чергу, аналізуються з використанням алгоритмів блоку **A₃** і, у разі незадоволення *ОПР* результатами аналізу, здійснюється їх корегування.

Примітка. При наявності в інформаційних наборах механізму структурної адаптації раніше розроблених моделей, елементів моделей, а також модулів програмного забезпечення, які повністю мають задані властивості, блоки **A₁, A₂, A₃** не включають в роботу механізму структурної адаптації.

В блоці **Q** оцінюється виконання критерію структурного настроювання. У разі досягнення мети, одержують відповідну модель, інакше розширюються можливості корегування змісту інформаційних наборів механізму структурної адаптації неформальними методами. Після цього в залежності від ступеня встановленої неадекватності настроювання продовжується, починаючи з роботи одного з блоків.





4.5. Стохастичне програмування як метод адаптивного управління виробничо-економічними системами



*Про це говорили та говоритимуть
«Политик должен уметь
предсказать, что произойдет завтра,
через неделю,
через месяц и через год.
А потом объяснить,
почему этого не произошло».*
(Уинстон Черчилль, британский политик)

Моделі оптимального планування зарекомендували себе при рішенні технічних задач. На практиці, проте, сфера застосування детермінованих методів регулювання об'єктивно обмежена. Звичайно об'єкт управління, крім управляючого впливу, підпадає під випадкові збурення. При перспективному й оперативному плануванні роботи промислового підприємства або групи підприємств виникає необхідність в урахуванні низки випадкових факторів, які суттєво впливають на процес виробництва. До таких факторів відноситься, насамперед, *попит*, який не завжди можна передбачити. *Детермінована модель* вибору рішення відповідає вивченню явища з «близької відстані» при безпосередньому спостереженні за ним. *Стохастичний аналог* відповідає розгляду явища, що вивчається, з точки, зсунутої відносно нього у часі і просторі. При цьому, природно, з поля зору зникають деталі. Проте, розширення полю зору, яке досягається таким чином, дозволяє охопити загальні контури явища, відокремити головне від другорядного, уточнити зв'язок досліджуваного явища з оточенням і його місце в більш загальному процесі. Задачі планування виробництва природно формулювати і досліджувати в термінах і поняттях *стохастичного програмування*.

Адаптивні методи стохастичного програмування дозволяють використовувати послідовні реалізації певних характеристик цільового функціонала й обмежень задачі для поступового удосконалення рішення. Крім того, доцільно застосовувати *двоїсті постановки задачі*, що надає можливість розробити ітеративні методи удосконалення вирішальних правил стохастичних задач за послідовними реалізаціями випадкових параметрів умов.

Якість адаптивних процесів здебільшого залежить від початкового наближення. Вибір раціонального початкового плану є одним з найвідповідальніших етапів будь-якого творчого процесу, що вимагає високої кваліфікації, знань та досвіду. Тим не менш, формальні адаптивні методи стохастичного програмування мають вже тепер різні практичні застосування.

Різні форми навчання і самонавчання не тільки найбільш природні, але й, мабуть, найдоцільніші механізми розвитку в оточенні, поводження якого не підлягає точному прогнозуванню. Це означає, що «доцільна» діяльність

складних систем може бути підготовлена прискореною імітацією процесів їх еволюції і навчання. *Схеми стохастичного програмування* можна використовувати для описання моделей розвитку – еволюції і навчання, які дозволяють поєднувати теоретичні принципи з експериментальними даними, варіюючи в широких границях початкову структуру і складність моделі – характеристиками середовища (умовами задачі) і механізмом мутацій (статистикою випадкових збурень).

Постановки оптимізаційних задач стохастичного програмування. Як правило, на етапі планування реалізації випадкових величин обсягів виробництва невідомі, тому користуються їх імовірнісними характеристиками та законами розподілу. Конструювання математичної моделі починають з розгляду цільового критерію (цільової функції - ЦФ). Якщо коефіцієнти при невідомих в ЦФ c_j є випадковими величинами, то задача стохастичного програмування може бути сформульована в двох постановках:

- *M-постановці;*
- *P-постановці.*

При *M-постановці* ЦФ означає максимізацію (або мінімізацію) математичного сподівання (середнього значення):

$$F = M \left[\sum_{j=1}^n c_j x_j \right] \rightarrow \max(\min). \quad (4.2)$$

Або, якщо перейти від математичного сподівання ЦФ до математичного сподівання випадкових величин c_j , то матимемо:

$$F = \sum_{j=1}^n M[c_j] x_j \rightarrow \max(\min). \quad (4.3)$$

В *P-постановці* задача стохастичного програмування формулюється трохи інакше. Насамперед треба задати *граничне* допустиме найгірше значення ЦФ. При максимізації задається мінімально допустиме значення $F_{\min}$ і вимагають виконання умови $F \geq F_{\min}$. При мінімізації задається максимально допустиме значення $F_{\max}$ і вимагають виконання умови $F \leq F_{\max}$.

Сутність P-постановки полягає в знаходженні таких значень невідомих x_j , при яких максимізується імовірність того, що ЦФ буде не гірше за гранично допустиме значення.

ЦФ в *P-постановці* має вид:

а) для задачі максимізації

$$F = P \left(\sum_{j=1}^n c_j x_j \geq F_{\min} \right) \rightarrow \max; \quad (4.4)$$

б) для задачі мінімізації

$$F = P\left(\sum_{j=1}^n c_j x_j \leq F_{\max}\right) \rightarrow \max, \text{ або } F = P\left(\sum_{j=1}^n c_j x_j \geq F_{\max}\right) \rightarrow \min. \quad (4.5)$$

Розглянемо тепер, як враховується фактор невизначеності при запису обмежень. Згідно першого варіанту, який відповідає M -постановці, випадкові величини визначаються їхніми математичними сподіваннями, а обмеження записуються у виді:

$$\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_j \leq \bar{b}_i, i = \overline{1, m}, \quad (4.6)$$

де $\bar{a}_{ij}, \bar{b}_i$ - математичні сподівання випадкових величин a_{ij}, b_i .

В цьому випадку стохастичний характер задачі по суті *ніяк не враховується*.

У другому варіанті, який відповідає P -постановці, кожне i -те обмеження повинне бути записано як:

$$P\left[\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i\right] \geq \alpha_i, i = \overline{1, m}, \quad (4.7)$$

де α_i - задана мінімальна імовірність виконання обмеження.

Дане вираження означає, що імовірність виконання i -го обмеження, $i = \overline{1, m}$, повинна бути не менша, ніж задана мінімальна імовірність α_i . Задачу, яка включає обмеження (4.7), називають *задачею з імовірнісними обмеженнями*.

Поєднавши розроблені ЦФ та обмеження, запишемо остаточно задачу стохастичного програмування в двох постановках:

– M -постановка:

$$\begin{aligned} F &= \sum_{j=1}^n M[c_j] x_j \rightarrow \max(\min) \\ \left\{ \begin{aligned} P\left[\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i\right] &\geq \alpha_i, \\ d_j &\leq x_j \leq D_j, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m}. \end{aligned} \right. \end{aligned} \quad (4.8)$$

– P -постановка:

$$F = P\left(\sum_{j=1}^n c_j x_j \geq F_{\min}\right) \rightarrow \max$$

для задачі максимізації:
$$\begin{cases} P\left[\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i\right] \geq \alpha_i, \\ d_j \leq x_j \leq D_j, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m}. \end{cases}, \quad (4.9)$$

$$F = P\left(\sum_{j=1}^n c_j x_j \leq F_{\max}\right) \rightarrow \max$$

для задачі мінімізації:
$$\begin{cases} P\left[\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i\right] \geq \alpha_i, \\ d_j \leq x_j \leq D_j, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m}. \end{cases}, \quad (4.10)$$

$$F = P\left(\sum_{j=1}^n c_j x_j \geq F_{\max}\right) \rightarrow \min$$

або у виді:

$$\begin{cases} P\left[\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i\right] \geq \alpha_i, \\ d_j \leq x_j \leq D_j, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m}. \end{cases}$$

(4.10a)

Примітка. Останнє обмеження на мінімальне і максимальне значення невідомих в практичних задачах випадковими величинами бувають вкрай рідко.

В загальному випадку задачі (4.8)-(4.10) *безпосередньо не розв'язуються*. На практиці переходять до їхніх детермінованих еквівалентів, в основі яких лежить використання законів розподілу випадкових величин.

Детермінований еквівалент для постановок задач стохастичного програмування. Виходячи з припущень про нормальність закону розподілу випадкових величин a_{ij} , b_i , c_j , детермінований еквівалент цільової функції в P -постановці можна записати як:

а. при максимізації ЦФ:

$$F = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j - F_{\min}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2}} \rightarrow \max \quad (4.11)$$

б. при мінімізації ЦФ:

$$F = \frac{F_{\max} - \sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2}} \rightarrow \max, \quad \text{або} \quad F = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j - F_{\max}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2}} \rightarrow \min \quad (4.12)$$

де $\bar{c}_j, \sigma_j^2$ - математичне сподівання та дисперсія випадкової величини c_j .

Детермінований еквівалент для M -постановки задачі стохастичного програмування матиме вид:

$$F = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j \rightarrow \max(\min) \quad \begin{cases} \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_j \leq \bar{b}_i - t(\alpha_i) \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma^2(a_{ij}) x_j^2 + \sigma^2(b_i)} \\ i \leq x_j \leq D_j, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m}. \end{cases} \quad (4.13)$$

де $\bar{c}_j$ - математичне сподівання випадкової величини c_j ;

$\bar{a}_{ij}, \bar{b}_i, \sigma^2(a_{ij}), \sigma^2(b_i)$ - відповідно математичні сподівання та дисперсії випадкових величин a_{ij}, b_i ;

$t(\alpha_i)$ - значення t в нормальному законі розподілу, яке відповідає заданому рівню імовірності α_i виконання i -го обмеження.

Задача (4.13) виступає основою для аналізу прийняття оптимальних рішень в умовах невизначеності.

Аналіз впливу невизначеності на рішення задач стохастичного програмування. Для зручності аналізу введемо позначення:

$W_i = t(\alpha_i) \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma^2(a_{ij}) x_j^2 + \sigma^2(b_i)}$ - величина зменшення i -го ресурсу в умовах

неповноти інформації. Фактично це є «платою» за необхідність мати додатковий запас ресурсу у розмірі W_i , який може залишитися й невикористаним; проте для гарантії виконання плану його мати необхідно (саме в цьому й полягає суть впливу невизначеності на події, що відбуваються, тобто своєрідна плата за ризик або страхування від ризику).

Отже, слід приймати альтернативу: або випускати той самий обсяг продукції при збільшеному обсязі ресурсу, або при початковому запасі ресурсу виготовляти менше продукції.

Як видно з формули для W_i , на його значення впливають всі імовірнісні характеристики задачі:

- заданий рівень імовірності виконання i -го обмеження α_i ;
- дисперсія значень норм витрат ресурсів $\sigma^2(a_{ij})$;

- дисперсія ресурсів $\sigma^2(b_i)$.

Тому доцільно дослідити наявність залежності ключових показників задачі від змінюваності вказаних параметрів і визначити її у аналітичному (формальному) виді.

Кількісну оцінку впливу невизначеності при різних «сценаріях» досліджуваного процесу на оптимальну траєкторію (оптимальний план детермінованої задачі) можна обчислити у виді коефіцієнтів:

- відносного погіршення β ЦФ:

$$\beta = \frac{|F_0 - F|}{F_0} \cdot 100\%; \quad (4.14)$$

- відносне збільшення ξ ресурсу (відносна плата за невизначеність):

$$\xi = \frac{W_i}{\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + W_i} \cdot 100\%, \quad (4.15)$$

де F_0 , F – відповідно значення ЦФ при $W_i=0$ і в задачі стохастичного програмування.

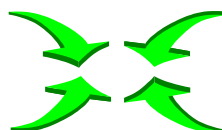
Причому, при аналізі впливу дисперсій $\sigma^2(a_{ij})$ і $\sigma^2(b_i)$ слід мати на увазі, що якщо вони *суттєво впливають на оптимальний план (порівняно з граничним значенням β)*, то їх треба враховувати; інакше – можна розв'язувати звичайні (детерміновані) задачі лінійного програмування.

Наприкінці даного параграфу підведемо підсумки і зробимо висновки щодо ефективності й коректності застосування методу стохастичного програмування в системах адаптивного управління виробничо-економічними системами (підприємствами).

По-перше, прийняття остаточних рішень щодо реалізації стратегічних і тактичних планів підприємства без урахування й аналізу імовірних сценаріїв розвитку в умовах динамічного стохастичного середовища недоцільно.

По-друге, підвищення надійності, гнучкості, а й, відповідно, адаптивності виконання планів можна досягти організацією робіт в два етапи:

- 1) адаптивне планування з урахуванням невизначеності й оцінюванням випадкових величин законами їх розподілу;
- 2) періодичне уточнення без корегування планів на основі конкретних реалізацій (фактично одержані значення випадкових величин), причому чим частіше уточнюватимуться елементи математичної моделі за фактичними значеннями, тим більш реальними й реалізованими будуть плани.





4.6. Задача адаптивного планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів. Її розв'язування методами стохастичного програмування



Про це говорили та говоритимуть

*«Мои знания пессимистичны,
но моя вера оптимистична».*

**(Альбер Швейцер,
німецький лікар мисіонер)**

Постановка задачі планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів. З метою задоволення попиту у продукції слід забезпечити виробництво необхідними виробничими потужностями. Для вирішення цієї проблеми до уваги слід взяти усі можливі варіанти розвитку діючих підприємств, а також наявні проекти введення в дію нових підприємств. Вибір конкретних варіантів розвитку та розміщення підприємств здійснюється з урахуванням обсягів інвестиційних ресурсів, які можна буде використати для підтримки та нарощування виробничих потужностей. Критерієм оптимальності може слугувати вимога мінімізації необхідних загальних зведених інвестиційних витрат, витрат на виробництво продукції та на її перевезення до споживачів.

Математична модель.

Уведемо такі позначення для відомих величин (некерованих параметрів):

i – номер підприємства, існуючого або запроєктованого ($i = \overline{1, m}$);

j – номер варіанта розвитку i -го підприємства ($j = \overline{1, n_i}$);

N_{ij} – виробнича потужність i -го підприємства за умови його розвитку за j -м варіантом;

I_{ij} – інвестиційні витрати, необхідні для реалізації j -го варіанта розвитку на i -му підприємстві;

R – максимально можливий обсяг інвестиційних витрат, які спрямовуються на забезпечення розвитку усіх підприємств;

e – нормативний коефіцієнт економічної ефективності інвестицій (норма дисконту);

c_{ij} – вартість одиниці продукції, яку буде виготовлено на i -му підприємстві за умови його розвитку за j -м варіантом;

k – номер споживача продукції ($k = \overline{1, p}$);

b_k – попит на продукцію з боку k -го споживача;

d_{ik} – транспортні витрати на перевезення одиниці продукції за маршрутом $i \rightarrow k$.

Невідомими виступають:

x_{ij} – логічна змінна, яка відбиває факт вибору для реалізації j -го варіанта розвитку i -го підприємства:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i - \text{те підприємство розвивається за } j - \text{м варіантом,} \\ 0, & \text{у супротивному випадку;} \end{cases}$$

y_{ij} – обсяг виробництва продукції на i -му підприємстві згідно j -го варіанта його розвитку;

z_{ik} – обсяг перевезення продукції за маршрутом $i \rightarrow k$;

F – загальні зведені витрати на інвестування, виробництво та перевезення продукції.

За наведених позначень математична модель задачі у детермінованій постановці набирає вигляду:

$$F = e \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} I_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} c_{ij} y_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p d_{ik} z_{ik} \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_{ij} \in \{0;1\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}; \\ \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \leq 1, i = \overline{1, m}; \\ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} I_{ij} x_{ij} \leq R; \\ 0 \leq y_{ij} \leq N_{ij} x_{ij}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}; \\ \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} = \sum_{k=1}^p z_{ik}, i = \overline{1, m}; \\ \sum_{i=1}^m z_{ik} \geq b_k, k = \overline{1, p}; \\ z_{ik} \geq 0, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, p}. \end{cases} \quad (4.16)$$

Наведена математична модель (4.16) являє собою задачу частково цілочислового лінійного програмування з бульовими змінними і може бути розв'язана відомими методами, проте її розв'язування доцільно здійснювати з використанням спеціальних прикладних програм на ПЕОМ. За невеликої кількості змінних у нагоді може стати процедура «Пошук рішення» стандартного пакету *Excel*.

Розглянемо тепер для задачі планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів, представлений детермінованою математичною моделлю (4.16), її математичні моделі для стохастичних задач в M - і P -постановках.

Відповідно до (4.8) задача (4.16) в M -постановці набуває виду (4.17). Нові позначення в моделі (4.17) мають такий зміст:

$M[I_{ij}], M[c_{ij}], M[d_{ik}]$ - математичні сподівання випадкових величин I_{ij}, c_{ij}, d_{ik} ;

$\alpha_l, l = 1, \sum_{i=1}^m n_i + m + p + 1$ - гранична (мінімальна) імовірність виконання l -го обмеження (максимальне значення l дорівнює загальній кількості

імовірнісних обмежень відповідно до задачі (4.16)); у загальному випадку всі величини α_l можуть приймати різні значення.

Як було вже зазначено, задача у виді (4.17) не розв'язується, а замінюється її детермінованим еквівалентом. Тому, враховуючі умови задачі і те, що імовірнісну природу мають лише величини I_{ij} , c_{ij} , d_{ik} , b_k , а інші змінні і параметри моделі (4.17) детерміновані, детермінований еквівалент задачі стохастичного програмування (4.17) в M -постановці набуває виду (4.18).

$$\begin{aligned}
 F = e \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} M[I_{ij}] x_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} M[c_{ij}] y_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p M[d_{ik}] z_{ik} \rightarrow \min \\
 \left\{ \begin{aligned}
 &P \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} I_{ij} x_{ij} \leq R \right] \geq \alpha_1; \\
 &P[y_{ij} \leq N_{ij} x_{ij}] \geq \alpha_l, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}, l = 2, \overline{\sum_{i=1}^m n_i + 1}; \\
 &P \left[\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} = \sum_{k=1}^p z_{ik} \right] \geq \alpha_l, i = \overline{1, m}, l = \overline{\sum_{i=1}^m n_i + 2, \sum_{i=1}^m n_i + m + 1}; \\
 &P \left[\sum_{i=1}^m z_{ik} \geq b_k \right] \geq \alpha_l, k = \overline{1, p}, l = \overline{\sum_{i=1}^m n_i + m + 2, \sum_{i=1}^m n_i + m + p + 1}; \\
 &\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \leq 1, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}; \\
 &x_{ij} \in \{0;1\}, y_{ij} \geq 0, z_{ik} \geq 0, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}, k = \overline{1, p}.
 \end{aligned} \right. \quad (4.17)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F = e \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{I}_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{c}_{ij} y_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p \bar{d}_{ik} z_{ik} \rightarrow \min \\
 \left\{ \begin{aligned}
 &\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{I}_{ij} x_{ij} \leq \bar{R} - t(\alpha_1) \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sigma^2(I_{ij}) x_{ij}^2 + \sigma^2(R)}; \\
 &y_{ij} - \bar{N}_{ij} x_{ij} \leq 0 - t(\alpha_l) \sqrt{\sigma^2(N_{ij}) x_{ij}^2 + \sigma^2(0)}, \text{ або } y_{ij} \leq \bar{N}_{ij} x_{ij} - t(\alpha_l) \cdot \sigma(N_{ij}) x_{ij}, \\
 &\quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}, l = 2, \overline{\sum_{i=1}^m n_i + 1}; \\
 &\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} = \sum_{k=1}^p z_{ik}, i = \overline{1, m}, l = \overline{\sum_{i=1}^m n_i + 2, \sum_{i=1}^m n_i + m + 1}; \\
 &-\sum_{i=1}^m z_{ik} \leq -\bar{b}_k - t(\alpha_l) \sqrt{\sum_{i=1}^m \sigma^2(1) z_{ik}^2 + \sigma^2(b_k)}, \text{ або } \sum_{i=1}^m z_{ik} \geq \bar{b}_k + t(\alpha_l) \cdot \sigma(b_k), \\
 &\quad k = \overline{1, p}, l = \overline{\sum_{i=1}^m n_i + m + 2, \sum_{i=1}^m n_i + m + p + 1}; \\
 &\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \leq 1, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}; \\
 &x_{ij} \in \{0;1\}, y_{ij} \geq 0, z_{ik} \geq 0, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}, k = \overline{1, p}.
 \end{aligned} \right. \quad (4.18)
 \end{aligned}$$

В задачах (4.17)-(4.18) $\sigma^2(I_{ij}), \sigma^2(R), \sigma^2(N_{ij}), \sigma^2(b_k)$ - це дисперсії випадкових величин I_{ij}, R, N_{ik}, b_k , які обчислюються за загально відомими формулами.

Остаточна задача планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів у M -постановці може бути представлена в такому виді:

$$F = e \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{I}_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{c}_{ij} y_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p \bar{d}_{ik} z_{ik} \rightarrow \min$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{I}_{ij} x_{ij} \leq \bar{R} - t(\alpha_1) \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sigma^2(I_{ij}) x_{ij}^2 + \sigma^2(R)}; \\ y_{ij} \leq \bar{N}_{ij} x_{ij} - t(\alpha_l) \cdot \sigma(N_{ij}) x_{ij}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}, l = 2, \sum_{i=1}^m n_i + 1; \\ \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} = \sum_{k=1}^p z_{ik}, i = \overline{1, m}, l = \sum_{i=1}^m n_i + 2, \sum_{i=1}^m n_i + m + 1; \\ \sum_{i=1}^m z_{ik} \geq \bar{b}_k + t(\alpha_l) \cdot \sigma(b_k), k = \overline{1, p}, l = \sum_{i=1}^m n_i + m + 2, \sum_{i=1}^m n_i + m + p + 1; \\ \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \leq 1, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}; \\ x_{ij} \in \{0;1\}, y_{ij} \geq 0, z_{ik} \geq 0, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}, k = \overline{1, p}. \end{array} \right. \quad (4.19)$$

Задача (4.19) – це задача частково цілочислового нелінійного програмування з бульовими змінними і може бути розв’язана відомими методами, проте її розв’язування також доцільно проводити з використанням процедури «Пошук рішення» стандартного пакету *Excel*.

Відповідно до (4.10) для задачі мінімізації задача (4.16) в P -постановці відрізнятиметься від задачі (4.19) в M -постановці лише цільовою функцією, їх обмеження ідентичні. Тому розглянемо лише перетворення в $ЦФ$, які необхідно провести задля побудови детермінованого еквіваленту стохастичної задачі в P -постановці.

В загальному випадку, коли всі параметри $ЦФ$ задачі, а саме: I_{ij}, c_{ij}, d_{ik} , мають імовірнісну природу, $ЦФ$ набуває виду (4.20).

$$F = P \left[\left(e \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} I_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} c_{ij} y_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p d_{ik} z_{ik} \right) \leq F_{\max} \right] \rightarrow \max \quad (4.20)$$

де $F_{\max}$ - максимально прийнятне граничне значення сумарних витрат на розвиток виробництва в регіоні (як було вже зазначено конкретне значення $F_{\max}$ вибирає дослідник, проте для комплексності й ефективності проведення економіко-математичного аналізу доцільно

взяти оптимальне значення $\Pi\Phi$ із рішення детермінованої задачі (4.16)).

Детермінований еквівалент відповідно до (4.12) запишеться тоді у виді:

$$F = \frac{F_{\max} - \left(e \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{I}_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{c}_{ij} y_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p \bar{d}_{ik} z_{ik} \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sigma^2(I_{ij}) x_{ij}^2 + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sigma^2(c_{ij}) y_{ij}^2 + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p \sigma^2(d_{ik}) z_{ik}^2}} \rightarrow \max \quad (4.21)$$

Таким чином, задача стохастичного програмування в P -постановці для задачі планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів набуває виду (4.22). Всі позначення в моделі (4.22) мають такий самий зміст, як і в моделі (4.19).

$$F = \frac{F_{\max} - \left(e \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{I}_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{c}_{ij} y_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p \bar{d}_{ik} z_{ik} \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sigma^2(I_{ij}) x_{ij}^2 + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sigma^2(c_{ij}) y_{ij}^2 + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p \sigma^2(d_{ik}) z_{ik}^2}} \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \bar{I}_{ij} x_{ij} \leq \bar{R} - t(\alpha_1) \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sigma^2(I_{ij}) x_{ij}^2 + \sigma^2(R)}; \\ y_{ij} \leq \bar{N}_{ij} x_{ij} - t(\alpha_l) \cdot \sigma(N_{ij}) x_{ij}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}, l = 2, \sum_{i=1}^m n_i + 1; \\ \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} = \sum_{k=1}^p z_{ik}, i = \overline{1, m}, l = \sum_{i=1}^m n_i + 2, \sum_{i=1}^m n_i + m + 1; \\ \sum_{i=1}^m z_{ik} \geq \bar{b}_k + t(\alpha_l) \cdot \sigma(b_k), k = \overline{1, p}, l = \sum_{i=1}^m n_i + m + 2, \sum_{i=1}^m n_i + m + p + 1; \\ \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \leq 1, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}; \\ x_{ij} \in \{0;1\}, y_{ij} \geq 0, z_{ik} \geq 0, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_i}, k = \overline{1, p}. \end{cases} \quad (4.22)$$

Зауважимо, що у разі, коли не всі параметри моделей (4.19), (4.22) мають імовірнісну природу, для таких параметрів їх математичні сподівання (середні величини) замінюються їх детермінованими значеннями, а дисперсії дорівнюють нулю. Враховуючи цей факт, моделі (4.19), (4.22) трансформуються до моделей значно простішого виду.

Аналіз чутливості оптимального плану задачі планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів

Задачі (4.19), (4.22) – основа для аналізу стійкості одержаного оптимального рішення й підґрунтя інформаційної підтримки прийняття ефективних управлінських рішень в умовах невизначеності і впливу чинників деструктивного та дестабілізуючого характеру.

Аналіз чутливості оптимального плану передбачає дослідження впливу варіації значень параметрів моделей, які мають імовірнісну природу, на структуру й інтенсивність оптимального плану детермінованої задачі. Сутність такого аналізу полягає в тому, що за складеним планом експерименту проводять багатоваріантні модельні розрахунки, варіюючи в певних (обґрунтованих) межах значенням того показника, який кількісно відбиває вплив дестабілізуючих чинників. При цьому фіксуються нові оптимальні значення перемінних моделей, ЦФ та інших ключових показників (наприклад, коефіцієнти відносного погіршення β та відносного збільшення ресурсу ξ та ін.). Найзручніше одержані зведені результати аналізу представити в таблиці, згрупувавши їх в певні укрупнені інтервали стійкості.

Слід зазначити, що аналіз одночасного впливу зміни хоча б декількох параметрів на результати моделювання значно ускладнює його проведення взагалі. Тому рекомендується такий аналіз проводити окремо для кожного такого параметра за наступною схемою (наприклад, при виявленні значущості імовірності виконання l -го обмеження на оптимальне рішення задачі):

1. Послідовно розв'язати задачу стохастичного програмування в M -постановці (4.19) при різних значеннях $\alpha_{lh} \in [\alpha_l^{\min}; \alpha_l^{\max}]$, $h = \overline{1, H}$,

$l = 1, \sum_{i=1}^m n_i + m + p + 1$, де індекс h відповідає номеру модельного експерименту;

H – їх загальна кількість. Результати оформити у виді таблиці:

Величина	Рівень імовірності α_i :				
	$\alpha_l^{\min}$		α_{lh}		$\alpha_l^{\max}$
x_{ij}					
y_{ij}					
z_{ik}					
F					
β					
ξ_l					
l – індекс обмежень з імовірнісними характеристиками					

2. Побудувати лінію тренда залежностей: $F = F(\alpha_{lh})$ і $\beta = \beta(\alpha_{lh})$, $h = \overline{1, H}$.

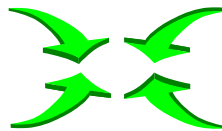
3. Дослідити вплив дисперсій $\sigma^2(I_{ij}), \sigma^2(R), \sigma^2(N_{ij}), \sigma^2(b_k)$ випадкових величин I_{ij} , R , N_{ik} , b_k на результат рішення задачі при заданому рівні

імовірності виконання l -го обмеження α_l^* . Результати оформити у виді таблиці. Побудувати графіки залежності $F = F[\sigma^2(\bullet)]$ і $\beta = \beta[\sigma^2(\bullet)]$.

4. Послідовно розв'язати задачу стохастичного програмування (4.22) в P -постановці при різних значеннях $F_{\max}$. Результати оформити у виді таблиці. Побудувати лінію тренда залежностей: $F = F(F_{\max})$ і $\beta = \beta(F_{\max})$.

5. Дослідити вплив дисперсій $\sigma^2(I_{ij}), \sigma^2(R), \sigma^2(N_{ij}), \sigma^2(b_k)$ випадкових величин I_{ij}, R, N_{ik}, b_k на результат рішення задачі при заданому рівні $F_{\max}$. Результати оформити у виді таблиці. Побудувати графіки залежності $F = F[\sigma^2(\bullet)]$ і $\beta = \beta[\sigma^2(\bullet)]$.

Ситуаційні задачі. Для засвоєння матеріалу даного параграфу студентам пропонується самостійно побудувати математичні моделі задачі планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів у M - та P -постановках, задавши різні комбінації параметрів, які мають імовірнісну природу.



Використана та рекомендована література до теми 4



1. Базилевич В.Д., Базилевич К.С. Ринкова економіка: основні поняття і категорії: Навч. посіб. – К.: Знання, 2006. – 263с. – (Вища освіта ХХІ століття).
2. Василенко В.О. Антикризове управління підприємством: Навч. посібник. Вид. 2-ге, виправл. і доп. – Київ: Центр навчальної літератури, 2005. – 504с.
3. Кігель В.Р. Математичні методи ринкової економіки: Навчальний посібник. К.: КОНДОР, 2003. – 158с.
4. Кігель В.Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці: Монографія. К.: ЦУЛ, 2003. – 202с.
5. Математические модели трансформационной экономики: Учебное пособие / Клебанова Т.С., Раевнева Е.В., Стрижинченко К.А. и др. – Х.: ИД «ИНЖЕК», 2004. – 280с.
6. Пономаренко Л.А. Основы економічної кібернетики: Підручник. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. – 432с.
7. Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 367с.



Контрольні запитання за четвертою темою

Ви ознайомилися з теоретичним матеріалом четвертої теми. Перевірте себе, наскільки Ви засвоїли його основний зміст, відповівши на контрольні запитання до вивченої теми, які надалі увійдуть до комплексного тесту з Модуля II. Якщо Ви без труднощів відповідає на всі теоретичні питання, можна переходити до п'ятої теми. Інакше необхідне додаткове звернення до підручників, конспекту лекцій тощо.

*«Все должно быть изложено
так просто,
как только возможно,
но не проще».*

(Альберт Ейнштейн, немецкий физик)



1. В чому полягає сутність координатно-параметричної адаптації управління виробничо-економічними системами? (Схема).
2. В чому полягає суть M - і P - постановок задач стохастичного програмування?
3. Визначте основні види систем регулювання.
4. Визначте основні типи критеріїв ефективності системи управління.
5. Визначте поняття «невизначеність».
6. Визначте роль особи, що приймає рішення, в управлінні економічними системами.
7. Для чого необхідна гнучкість виробництва, виробничого потенціалу і підприємства?
8. За допомогою яких показників можна кількісно оцінити вплив невизначеності на оптимальний план детермінованої задачі?
9. Запишіть задачу стохастичного програмування в M - постановці.
10. Запишіть задачу стохастичного програмування в P - постановці для задачі максимізації.
11. Запишіть задачу стохастичного програмування в P - постановці для задачі мінімізації.
12. Запишіть цільову функцію моделі задачі планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів в M - постановці.
13. Запишіть цільову функцію моделі задачі планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів в P - постановці.
14. Наведіть детермінований еквівалент задачі стохастичного програмування в M - постановці.
15. Наведіть детермінований еквівалент цільової функції в P - постановці для задачі максимізації.
16. Наведіть детермінований еквівалент цільової функції в P - постановці для задачі мінімізації.
17. Наведіть математичну модель (детерміновану) задачі планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів.
18. Наведіть первинну структурну схему системи управління.
19. Наведіть структурну схему адаптивної системи управління.
20. Наведіть структурну схему системи адаптивного координатно-параметричного управління.
21. Обґрунтуйте економічний зміст показника $W_i = t(\alpha_i) \cdot \left(\sum_{j=1}^n \sigma^2(a_{ij})x_j^2 + \sigma^2(b_i) \right)$ в задачі стохастичного програмування.
22. Опишіть принципову схему роботи адаптивної моделі системи управління.

23. Поясніть роль фактора невизначеності при плануванні і управлінні виробничо-економічними системами.
24. Поясніть суть і призначення внутрішнього і зовнішнього адаптерів в системі адаптивного координатно-параметричного управління.
25. Поясніть, чому метод стохастичного програмування можна вважати методом адаптивного управління виробничо-економічними системами.
26. Рівновага і стійкість системи – це те саме?
27. Сформулюйте закон необхідної різноманітності У. Ешбі.
28. Схарактеризуйте діалектичну єдність та протилежність понять аналізу і синтезу.
29. У чому полягає взаємодія керуючої і керованої підсистем?
30. У чому полягає економічний зміст виробничої системи?
31. У чому полягає зміст керованості систем?
32. Що називають «адаптивною системою» і «адаптивним управлінням»?
33. Що розуміють під «адаптацією» і «адаптацією в кібернетиці»?
34. Що розуміють під еволюційністю систем управління? Наведіть основні етапи еволюції систем управління.
35. Що таке адаптивне управління?
36. Що таке процес управління?
37. Що таке стійкість систем?
38. Що таке цінність інформації?
39. Як би Ви відобразили кібернетичну систему управління?
40. Як ви розумієте термін «адаптивною моделлю системи управління СЕС»?
41. Як враховується фактор невизначеності при запису обмежень в математичній моделі задачі стохастичного програмування в *M*- постановці?
42. Як враховується фактор невизначеності при запису обмежень в математичній моделі задачі стохастичного програмування в *P*- постановці?
43. Як можна підвищити гнучкість виробництва і фірми в цілому?
44. Яким чином пов'язані між собою конкурентоспроможність і адаптація підприємства?
45. Які види стійкості систем Ви знаєте?



