

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 1**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

**Тема: «Засади загальної теорії систем»**

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:**

Визначити основні поняття теорії систем та системного аналізу

### **Загальні методичні вказівки**

1. Перевірити наявність слухачів на занятті.
2. Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.
3. Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Основні поняття загальної теорії систем та системного аналізу	20 хв.
2. Класифікація систем	10 хв.
3. Властивості систем	20 хв.
Закінчення .....	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

1. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
2. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
3. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
1. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
4. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
5. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

# ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## ВСТУП

Теорія систем та системного аналізу – обов’язкова дисципліна циклу загальної підготовки фахівців освітнього ступеня «магістр» за спеціальностями 263 «Цивільна безпека», 261 «Пожежна безпека».

Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія систем та системного аналізу» є підготовка фахівців здатних застосовувати на практиці теорію прийняття управлінських рішень і методи експертних оцінок; розвиток системного мислення, усвідомлення необхідності застосування системного підходу до завдань управління та прийняття рішень, до дослідження складних явищ і процесів у соціально-економічних системах; застосовувати методи раціоналізації діяльності з метою зниження антропогенного впливу на природне середовище й забезпечення безпеки особистості та суспільства; розробляти та надавати пропозиції (рекомендації) з підвищення рівня безпеки об’єкта.

## 1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ЗАГАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ СИСТЕМ ТА СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

**Визначення поняття «система».** Фундаментальним поняттям системного аналізу і таких засадних теоретичних дисциплін, як теорія систем, кібернетика, дослідження операцій, є поняття «система». Незважаючи на інтуїтивну зрозумілість та велику важливість цього терміна для наукових досліджень, донині не існує загальноприйнятого його визначення.

Огляд різних трактувань поняття «система» показує, що можна виділити такі основні пов’язані з ним змістові аспекти:

- найпоширенішим, але й найвужчим є «інженерне» розуміння системи як взаємозв’язаного набору елементів та способів їх з’єднання, які слугують певній меті;
- у «конструкторському» розумінні «система» подається як проектування та створення певного комплексу методів і засобів, які дослідник або розробник застосовує для досягнення певної мети, для виконання свого завдання;
- в науково-дослідницькому трактуванні «система» уявляється як загальна методологія дослідження процесів і явищ, що відносяться до певної галузі людських знань;
- у теоретико-пізнавальному аспекті «система» розуміється як спосіб мислення.

У науковій літературі є багато визначень поняття «система», що відносяться як до загальних, так і до конкретних систем різних видів.

У перших визначеннях у тій чи іншій формі зазначалось, що система — це елементи та зв’язки між ними. Так, наприклад, основоположник теорії систем Людвіг фон Берталанфі визначав систему як комплекс взаємодіючих елементів, що перебувають у певних відношеннях між собою та зовнішнім середовищем.

Пізніше при визначенні цього терміна стало з'являтися поняття цілі. Так, у філософському словнику система визначається як «сукупність елементів, що знаходяться у відношеннях та зв'язках між собою певним чином та утворюють деяку єдність цілей». Останнім часом при визначенні системи поряд із елементами, зв'язками, їх властивостями та ціллю почали включати спостерігача, хоча на необхідність врахування взаємодії між дослідником та досліджуваною системою вказував ще один із основоположників кібернетики У. Р. Ешбі.

Зауважимо, що у різних визначеннях поняття «система» є багато спільного та взаємно доповняльного, тому краще використовувати найширше з них:

- наявність об'єкта, який являє собою множину підоб'єктів (або наявність множини об'єктів, які можуть розглядатися як один складний об'єкт);
- наявність суб'єкта дослідження, який називається спостерігачем;
- наявність завдання, яке визначає відношення спостерігача до об'єкта і є критерієм, за яким здійснюється відбір об'єктів та їх властивостей;
- наявність зв'язку між об'єктом, спостерігачем та завданням, що виражається у наявності певної мови описування.

Перші три умови утворюють єдність, що забезпечується наявністю мови, в якій проявляється їх взаємозв'язок. Це схематично показано на рис. 1.

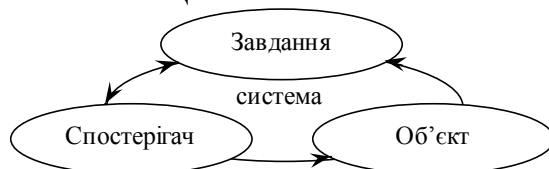


Рис. 1. Умова існування системи

Тоді формально визначення системи можна виразити символами:

$$S \rightarrow_l^n \Omega(e, r)^p,$$

де  $S$  — система,  $n$  — спостерігач,  $l$  — мова описування,  $p$  — завдання,  $e$  — множина підоб'єктів,  $r$  — множина відношень між ними,  $\Omega$  — оператор відображення.

У такий спосіб система  $S$  буде являти собою відображення властивостей підоб'єктів  $e$  та їх відношень  $r$  для  $n$  по  $p$  в  $l$ .

У теоретико-пізнавальному аспекті можна виділити три можливі аспекти розгляду систем:

1) система розглядається як взаємопов'язаний комплекс матеріальних об'єктів (такий підхід зручний, головне, при дослідженні природних об'єктів або процесів матеріального виробництва);

2) система включає, з одного боку, набір матеріальних об'єктів, а з іншого — інформацію про їхній стан (такий підхід застосовується при описуванні процесів управління матеріальним виробництвом);

3) система розглядається чисто в інформаційному аспекті як комплекс відношень, зв'язків, інформації (такий підхід прийнятий у теоретичних дослідженнях, за описування соціальних відносин та процесів управління).

Кожний із цих підходів потребує відповідного специфічного наукового інструментарію для розв'язання трьох різних видів завдань.

Системи оточують нас всюди: кожний предмет, явище, процес — це системи. Наприклад, системами є живі організми, технічні пристрої тощо. Безумовно, системами є фірми, корпорації, організації, банки, галузі економіки та вся економіка в цілому.

Розглянемо інші основні поняття, які використовуються при дослідженні систем.

**Підсистемою** називають сукупність елементів, які об'єднані єдиним процесом функціонування та при взаємодії реалізують певну операцію, що необхідна для досягнення поставленої перед системою в цілому мети. **Надсистемою** називають ширшу систему, в яку входить досліджувана система як складова частина.

**Елементом** системи називають її частину, яка виконує специфічну функцію і є неподільною з погляду завдання, що розв'язується. Внутрішня структура елементів не є предметом системного аналізу. Важливі лише властивості елемента, які визначаються його взаємодією з іншими елементами системи та справляють вплив на поведінку системи.

Слід зауважити, що поділ системи на елементи та саме поняття елемента є певною мірою відносними й умовними.

Між елементами довільної системи та між різними системами існують **зв'язки**, за допомогою яких вони взаємодіють між собою. Ці зв'язки можуть виражатися в обміні речовиною, енергією чи інформацією між взаємодіючими системами або елементами. Система може мати зовнішні та внутрішні зв'язки. Зв'язки можуть бути також як прямими, так і зворотними.

*Системи мають зовсім нові якості, які відсутні у її елементів. Ці якості виникають саме завдяки наявності зв'язків між елементами. Саме за допомогою зв'язків здійснюється перенесення властивостей кожного елемента системи до інших елементів.*

**Зворотні зв'язки** є складною системою причинної залежності та полягають у тому, що результат попередньої дії впливає на наступний перебіг процесу в системі: причина підпадає під вплив зворотного впливу наслідку. Якщо зворотний зв'язок підсилює результат впливу наслідку, то його називають позитивним, а якщо послаблює — негативним. Негативні зворотні зв'язки сприяють збереженню стійкості системи. Тільки завдяки наявності зворотних зв'язків у системах можуть відбуватися процеси цілеспрямованої діяльності та регулювання.

*Зв'язки перетворюють систему з простого набору компонентів у єдине ціле і разом з компонентами визначають стан та структуру системи, безумовно при визначальному впливі функції.*

Важливими для описування систем є поняття структури та ієрархії. Під **структурою системи** розуміють її стійку впорядкованість та зв'язки між елементами і підсистемами. *Структура відбиває найсуттєвіші зв'язки між елементами та підсистемами, які мало змінюються при змінах у системі та забезпечують існування системи і найважливіших її властивостей.* Для визначення структури системи необхідно провести її послідовну **декомпозицію**, тобто виділити в ній підсистеми всіх рівнів, доступних аналізу, та їх елементи, які

відповідно до завдань дослідження не поділяються на складові частини. Завдяки ієрархічності структура складних систем може бути подана через структуру їх частин — від підсистем до елементів.

Структуру системи можна зобразити графічно, у вигляді опису, матриць або іншими способами. Так, в організаційних системах часто зустрічаються лінійні, матричні, деревоподібні структури (рис. 3).

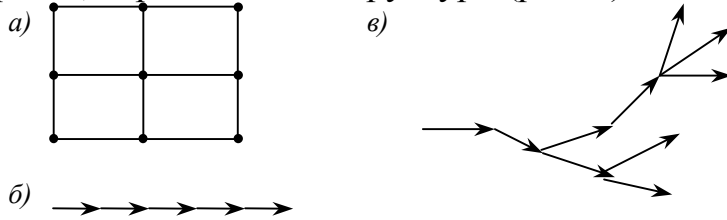


Рис. 2. Графи, що відповідають матричній (а), лінійній (б), деревоподібній структурам

Під *ієрархією* системи розуміють розташування її підсистем або елементів за певним порядком від вищого до нижчого.

Головним системоутворювальним фактором є її *функція*. Існує кілька поглядів з приводу того, що являє собою функція системи. Так, під функцією системи можна розуміти перетворення її входів у виходи. З іншого погляду функція системи може полягати у збереженні її існування, підтримці її структури та впорядкованості. Іноді функцію системи ототожнюють із функціонуванням цієї ж системи, визначаючи її як спосіб, засіб або як дії для досягнення цілі системи.

Системи функціонують у певному зовнішньому середовищі. *Зовнішнє середовище* — це все те, що знаходиться зовні системи, включаючи необхідні умови для існування та розвитку системи. Зовнішнє середовище складається із ряду природних, суспільних, інформаційних, економічних, виробничих та інших факторів, що впливають на систему та самі певною мірою перебувають під впливом цієї системи.

Взаємодія між системою та зовнішнім середовищем здійснюється за допомогою входів та виходів. *Вхід системи* — це дія на неї зовнішнього середовища. *Вихід системи* — результат функціонування системи для досягнення певної мети або її реакція на вплив зовнішнього середовища. Загальна кількість взаємодій системи з зовнішнім середовищем дуже велика, тому на практиці обмежуються аналізом найсуттєвіших зв'язків, вибір яких визначається конкретними умовами управління тим чи іншим об'єктом.

Окрім функції система може мати ціль. *Ціль системи* — це бажаний стан її виходів. Системи, що мають ціль, називають *цілеспрямованими*. Будь-які соціально-економічні системи є цілеспрямованими, бо їх елементами є люди. Отже, у загальному вигляді систему (з контуром зворотного зв'язку) можна зобразити графічно у такий спосіб (рис. 3):

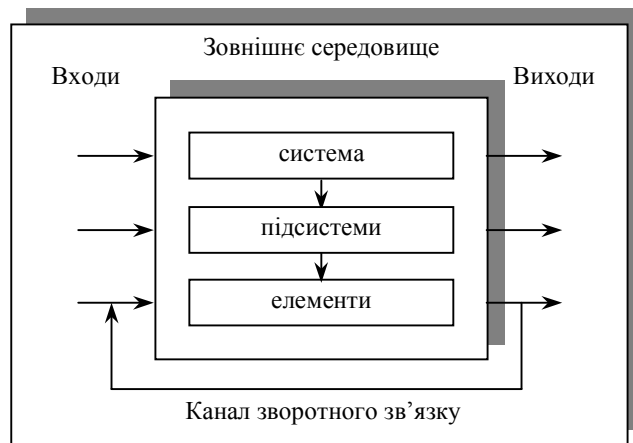


Рис. 3. Графічне зображення системи

**Стан** системи характеризується кількісними та якісними значеннями внутрішніх параметрів (змінних) системи в даний момент. Функціонування системи або зміну станів системи у часі називають **поведінкою** або **рухом**. Отже, поведінка системи — це розгорнута у часі послідовність реакцій системи на внутрішні зміни та зовнішній вплив.

**Рівновага** — це здатність системи зберігати свій стан як можна довше (як за відсутності, так і за наявності зовнішніх збурюючих впливів).

Під **стійкістю** розуміють здатність системи повертатися в стан рівноваги після виведення її з цього стану впливом зовнішніх збурень. Стан рівноваги, у який система здатна повертатися, називають стійким станом рівноваги.

Важливе значення в системному аналізі має поняття **управління**. *Управління системою необхідне для забезпечення її цілеспрямованої поведінки при зміні умов зовнішнього середовища або умов її функціонування. Управління досягається за рахунок відповідної організації системи, під якою розуміють її структуру та спосіб функціонування. Системи з управлінням називають кібернетичними системами.*

Взаємодія системи з зовнішнім середовищем свідчить, що середовище надає системі ресурси, а одержує від неї та споживає продукти кінцевої діяльності системи (ПКД). ПКД не можуть бути створені в середовищі (принаймні в достатній кількості), оскільки за таких умов нема необхідності виділяти систему із середовища. Система необхідна середовищу для задоволення деяких своїх потреб в її кінцевих продуктах. Тому можна зробити висновок, що до створення нових систем спонукає наявність незадоволених потреб, або, інакше кажучи, система створюється для вирішення деякої проблемної ситуації.

Отже, об'єктивною основою формування системи є проблемна ситуація, тобто такий незадовільний стан елементів зовнішнього середовища, який середовище власними засобами (сукупністю систем зовнішнього середовища) на даному етапі не в змозі нормалізувати.

## 2. КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ

Залежно від мети дослідження та враховуючи велике різноманіття систем можна обрати різні принципи та підходи до їх класифікації. При цьому систему можна характеризувати однією чи кількома ознаками.

Так, за походженням, розрізняють *природні* системи, які існують в об'єктивній дійсності — біологічні, фізичні, хімічні тощо (атом, молекула, організм, популяція, суспільство — приклади таких систем) та *штучні* — системи, які створені людиною. Вони включають як різноманітні технічні системи (від простих механізмів до найскладніших виробничих комплексів та інформаційних систем), так і організаційні системи, що складаються з груп людей, діяльність яких свідомо координується для досягнення певної мети або виконання деяких функцій (наприклад, система управління підприємством, система державного управління).

За взаємодією із зовнішнім середовищем розрізняють *замкнені* та *відкриті* системи. Замкнена система характеризується високим рівнем незалежності від навколишнього середовища (наприклад, годинник). Відкрита система активно взаємодіє із зовнішнім середовищем, що полягає в обміні речовинами, енергією, інформацією. Безумовно, значна більшість систем, особливо економічних, є відкритими, наприклад країна, суспільство, людина, фірма, організація тощо.

Розрізняють *статичні* та *динамічні* системи. У статичній системі фіксуються статичні взаємовідношення на певний момент. Опис структури статичної системи є початком систематизованого дослідження в довільній галузі науки. Системи статичної структури корисні для створення теоретичної бази з метою подальшого аналізу та синтезу систем. Якщо система переходить із часом від одного стану до іншого, то такі системи називають динамічними.

Системи поділяються також на *детерміновані* та *стохастичні*. У детермінованих системах перехід з одного стану в інший (тобто поведінка системи) є визначеним. На відміну від детермінованих систем рух (розвиток) стохастичних систем не є чітко визначеним та розглядається як випадковий процес.

Важливою класифікаційною ознакою систем є їх *складність*. Але й досі нема чіткого критерію визначення складності системи [3, 29, 30]. Тому будемо розрізняти прості, складні та дуже складні системи. Ознакою простої системи може бути порівняно невеликий обсяг інформації, що необхідний для її описування та управління. Під дуже складними розуміють системи, стан яких неможливо достатньо вичерпно та точно описати. Приклади дуже складних систем: людина, корпорація з чисельністю співробітників понад 15 тис., економічна система країни тощо.

Розрізняють також *великі* системи — системи, моделювання яких ускладнено внаслідок їх розмірності [30], хоча часто в літературі поняття складної та великої системи ототожнюють.

Окремо слід виділити *соціально-економічні* системи — комплексні структури, що складаються із економічних, виробничо-технічних та соціальних підсистем, які виконують різні цілі (наприклад, місто, організація).



### 3 ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМ

Аналіз різноманітних тлумачень терміна «система» свідчить, що можна виділити такі головні групи притаманних системам властивостей, що характеризують [29, 30]:

- сутність та складність систем;
- зв'язок систем із зовнішнім середовищем;
- цілеспрямованість систем;
- параметри розвитку та функціонування систем.

Зупинимося на найважливіших властивостях систем.

**Цілісність та подільність.** Система є, передусім, цілісною сукупністю елементів. Це означає, що, з одного боку, система — це цілісне утворення, а з іншого — в її складі чітко можуть бути виділені окремі цілісні об'єкти (елементи). Але не компоненти утворюють ціле (систему), а навпаки, при поділі цілого виявляють компоненти системи. *Первинність цілого — головний постулат теорії систем.*

**Неадитивність системи (емерджентність).** Властивості системи хоча і залежать від властивостей елементів, але не визначаються ними повністю. Функціонування системи не може бути зведено до функціонування окремих її компонентів. Сукупне функціонування взаємозв'язаних елементів системи породжує якісно нові функціональні властивості системи. Звідси випливає важливий висновок: *система не зводиться до простої сукупності елементів*; розділяючи систему на частини, досліджуючи кожен з них окремо, неможливо пізнати всі властивості системи в цілому. Цю властивість ще називають системною, або *інтегративною*.

Емерджентність є результатом виникнення між елементами системи так званих *синергічних зв'язків*, які забезпечують загальний ефект функціонування системи, більший, ніж сума ефектів елементів системи, діючих незалежно.

**Синергетика** — (від грец. *synergetikos* — спільний, погоджений, діючий), науковий напрям, що вивчає зв'язки між елементами структури (підсистемами), які утворюються у відкритих системах (біологічних, фізико-хімічних, економічних та інших) завдяки інтенсивному (потоківому) обміну речовинами й енергією з навколишнім середовищем за нерівноважних умов. Теоретичні засади синергетики — термодинаміка нерівноважних процесів, теорія випадкових процесів, теорія нелінійних коливань і хвиль.

У складних системах спостерігається погоджена поведінка підсистем, у результаті чого зростає рівень її впорядкованості (явище самоорганізації), тобто зменшується ентропія. Це, зокрема, стосується економічних систем. Результатом самоорганізації стає виникнення взаємодії (наприклад, кооперація) і, можливо, регенерація динамічних об'єктів (підсистем), складніших в інформаційному аспекті, ніж елементи (об'єкти) середовища, з яких вони виникають.

Спрямованість процесів самоорганізації обумовлена внутрішніми властивостями об'єктів (підсистем) у їх індивідуальному і колективному прояві, а також впливами з боку середовища, у яке «занурена» система. Але поведінка елементів (підсистем) і системи в цілому істотно характеризується спонтанністю — акти поведінки не є строго детермінованими.

**Ієрархічність системи** — це складність структури системи, яка характеризується такими показниками: кількістю рівнів ієрархії управління системою, різноманіттям компонентів та зв'язків, складністю поведінки та неадитивністю властивостей, складністю опису та управління системою, кількістю параметрів та необхідним обсягом інформації для управління системою. Ієрархічність системи також полягає у тому, що систему можна розглядати як елемент системи вищого порядку (надсистеми), а її елементи — як системи.

**Взаємозалежність між системою та зовнішнім середовищем.** Система формує та проявляє свої властивості при взаємодії із зовнішнім середовищем. Вона розвивається під впливом зовнішнього середовища, але при цьому намагається зберегти якісну визначеність та властивості, що забезпечують відносну стійкість та адаптивність її функціонування.

**Рівень самостійності та відкритості системи** визначається такими показниками: кількістю зв'язків системи із зовнішнім середовищем у середньому на один її елемент чи інший параметр; інтенсивністю обміну інформацією чи ресурсами між системою та зовнішнім середовищем; ступенем впливу інших систем.

**Цілеспрямованість системи** означає наявність у неї цілі.

**Надійність системи** (наприклад, організації) характеризується, зокрема: безперебійністю функціонування системи при виході із ладу одного із компонентів; фінансовою стійкістю та платоспроможністю організації; перспективністю запровадженої економічної, технічної, соціальної політики.

**Розмірність системи** — кількість компонентів системи та зв'язків між ними. Ці показники характеризують також складність системи.

#### **4. ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ТА ПРИНЦИПИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**

*Загалом головне завдання системних досліджень полягає в пошуку простоти у складному, а також ефективних методів та засобів дослідження й управління об'єктами.* Детальніше до основних завдань, що розв'язуються за допомогою системного аналізу та теорії систем, можна віднести такі: виявлення та чітке формулювання проблеми за умов невизначеності; визначення або вибір оптимальної структури системи; виявлення цілей функціонування та розвитку систем; вивчення організації взаємодії між підсистемами та елементами; врахування впливу зовнішнього середовища; вибір оптимальних алгоритмів функціонування системи.

**Принципи системного підходу** — це положення загального характеру, що є узагальненням досвіду дослідження людиною складних систем. Їх часто вважають ядром методології. Відомо біля двох десятків таких принципів, але найважливішими базовими принципами, на які спирається загальна теорія систем та системний аналіз, є **принцип системності** та **принцип ізоморфізму**.

Принцип системності відбиває загальність погляду на об'єкти, явища і процеси світу як на системи з усіма властивими їм закономірностями. Цей

принцип обумовлює необхідність спільного розгляду системи як цілого і як сукупності елементів, дослідження будь-якої частини системи разом з її зв'язками з іншими частинами та із зовнішнім середовищем.

Цей принцип постулює необхідність ієрархічного, принаймні тривіневого, дослідження системи: необхідно досліджувати власне систему, її підсистеми та елементи, а також розглядати систему як елемент системи вищого порядку.

Принцип ізоморфізму постулює наявність однозначної (власне ізоморфізм) чи часткової (гомоморфізм) відповідності структури однієї системи структурі іншої, що дає змогу моделювати одну систему за допомогою іншої, подібної в деякому відношенні. Сучасні дослідження як у загальній теорії систем, так і в тих галузях знань, які, головню, виникли на її основі (синергетика, теорія катастроф), свідчать про наявність не тільки ізоморфізму чи суворої відповідності структури систем, а й загального у їх розвитку та функціонуванні.

Обидва ці принципи підкреслюють наявність загальних системних закономірностей, але вони не виключають специфіки будови, функціонування та руху систем різних типів. Загальні закономірності і намагається розкрити загальна теорія систем, тоді як аналізом загального й особливого в конкретних системах займаються інші галузі науки.

Серед інших важливих принципів слід відмітити такі:

- принцип кінцевої мети: абсолютний пріоритет кінцевої цілі системи;
- принцип ієрархії: корисне введення ієрархії елементів та (чи) їхнє ранжирування, корисне виділення модулів (підсистем) у системі та розгляд системи як сукупності підсистем;
- принцип функціональності: спільний розгляд структури і функції системи з пріоритетом функції над структурою;
- принцип розвитку: врахування динамічності системи, її здатності до розвитку, розширення, накопичення інформації, врахування невизначеності та випадковості при функціонуванні системи.

*Отже, метою теорії систем та системного аналізу є відшукування принципів, загальних для різних складних об'єктів, на основі встановлення емпіричними дослідженнями їх ізоморфізму, функцій та динаміки.*

Лекцію підготував  
к.т.н., доцент,  
доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 2**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

**Тема: «Особливості організації системи»**

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:** розглянути питання організації системи, визначити організаційну структуру системи та її оперативні функції.

#### **Загальні методичні вказівки**

4. Перевірити наявність слухачів на занятті.
5. Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.
6. Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

#### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Організація систем	35 хв.
2. Організаційна структура і оперативні функції системи	35 хв.
Закінчення . . . . .	2 хв.

#### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

6. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
7. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
8. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
  2. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
9. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
10. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

#### **ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ**

# 1 ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ

Під організацією (з позднелатінського— “улаштовую”) розуміють внутрішню впорядкованість елементів цілого, а також сукупність процесів, що ведуть до встановлення взаємозв'язків між окремими частинами системи.

Термін, з одного боку, характеризує положення елементів системи відносно один іншого й виступає терміном відбиття статички системи, з іншого боку, у ньому є присутнім динамічний контекст, коли під організацією розуміється сам процес упорядкування системи, яка до цього характеризувалася певним рівнем організації. У цьому змісті організацію нерідко розуміють як безперервний і стійкий процес становлення й придбання нових властивостей. Організація системи являє собою плюралістичне явище, що відрізняється множинністю сутностей, що проявляються.

Організація складається зі структури, орієнтації, тобто розташування в просторі або на території й розподілу функцій. Її можна розцінювати в якості:

**просторової**, для якої властиво просторове положення елементів;

**тимчасової**, тобто тимчасової упорядкованості елементів системи;

**структурної**, тобто одмінної структурними особливостями;

**цільової** представляє собою цільову впорядкованість системи;

**функціональної**, для якої властива певна впорядкованість у функціонуванні елементів, що забезпечує функціонування самої системи.

Розглянемо ці аспекти в розумінні організації.

**Просторова організація** характеризується декількома параметрами. Найбільш значимими виступають просторові розміри. При цьому організація може займати мінімальні простори (молекула, клітка, родина й т.п.), тобто бути мікроорганізацією, або, навпаки, — значні простори (транснаціональна корпорація, держава, співтовариство держав і т.п.), тобто виступати в якості макроорганізації.

Другий важливий параметр — просторове положення елементів системи, їх просторова погодженість. Можливі два варіанти такого узгодження: координація й субординація.

Координація являє собою впорядкованість по горизонталі, а субординація — по вертикалі.

**Тимчасову організацію** слід розглядати як тимчасову впорядкованість існування й функціонування елементів. У самому узагальненому виді тимчасова структура системи характеризується: тривалістю; послідовністю; ритмом; тимчасовою приналежністю; швидкістю руху.

**Тривалість** становить час життя системи і її елементів. У будь-якій системі одночасно “проживають” елементи з різним стажем, що й визначає в системах такі процеси, як адаптація й інтеграція елементів. Немає нічого вічного у системах. У ній з'являються нові елементи, її залишають елементи “зі стажем”. Тому система — динамічний утвір, що характеризується одночасно тимчасовою впорядкованістю й різноманітністю елементів.

**Послідовність** елементів являє собою алгоритм їх проходження, які виступають у якості деяких подій. Варіанти цього алгоритму такі: передування, тобто елемент *A* передує елементу *B*, тобто *A* і *B* існують асинхронно;

паралельне, одночасне існування елемента — *A* і *B* існують одночасно або синхронно.

Важлива характеристика тимчасової іпостасі системи — її **ритміка**. Однак вона ще недостатньо досліджена. Під ритмом розуміється чергування яких-небудь елементів, що відбувається з певною послідовністю, частотою. Ритміку системам задають хвильові процеси, що визначають коливання елементів. Цикли сонячної активності, хвилі економічної кон'юнктури, сезонні коливання клімату й т.п. задають ритмічні малюнки відповідним до систем. Вплив хвильових процесів на систему може бути максимальним, а може бути й незначним. Звідси виділяються ритмічні й неритмічні системи. Особливість ритмічних систем полягає в тому, що вони в процесі руху повторюють пройдені раніше траєкторії, що робить їх принципово передбачуваними.

Крім синхронності, асинхронності й ритміки елементів у фізичному, деякому абсолютному для даної системи часу, спостерігається дуже цікавий процес **розбіжності часу для різних елементів**. При цьому в те саме абсолютний час в одній і тій же системі перебувають елементи минулого, сьогодення й майбутнього. Прикладів цьому безліч: різні покоління людей, різне за часом створення встаткування на підприємстві, молоді, старі клітки, що й відмирають, організму і т.д.

Елементи системи мають різні характеристики часу.

Одні детерміновані минулим, інші відповідають вимогам сьогодення, а треті забігають уперед і визначають можливі варіанти майбутнього. Співвідношення елементів визначає саму систему, її основні характеристики, етап еволюції й т.п. Відповідно до цього аспекту всі системи класифікуються на **інноваційні, актуальні й застарілі**.

Інноваційні системи являють собою принципово нові утвори. Помітимо, що новизна — поняття, що зв'язує також суб'єктивні й об'єктивні моменти відношення, що й виражає, людину (суспільства) до результату (продукту) діяльності.

Актуальні системи відповідають теперішньому часу, а застарілі характеризуються тим, що не відповідають вимогам часу, зживають себе.

Ще одна сторона часу в системах — його наповненість змінами, що відбуваються. Мова йде про швидкість руху систем, під якою розуміється кількість руху системи в одиницю часу. Залежно від швидкості всі системи діляться на статичні й динамічні. **Динаміка**, або **динамізм** — це стан руху, розвитку, зміни системи і її складових під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів. **Динамічна система** являє собою постійно мінливу систему.

На підставі виділених характеристик тимчасової організації системи, розглянутих у якості підстав, можна побудувати класифікацію систем і елементів. Так, системи (елементи) діляться по тривалості — на довгочасні й короткочасні;

по характеру тимчасової впорядкованості — на синхронні й асинхронні; по характеру проходження — на паралельні й послідовні; по часової приналежності — на минулі, справжні й майбутні; по наявності ритму — на ритмічні й неритмічні; по швидкості — на статичні й динамічні.

## 2 ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА СИСТЕМИ ПРО ОПЕРАТИВНІ ФУНКЦІЇ СИСТЕМИ

*Структурна організація системи* виступає стійкою схемою взаємин і зв'язків між організованими елементами. Структура завжди певним чином організована. Зложилися типові види її вистави, кожний з яких відрізняється перевагами й недоліками.

Основні показники організаційних структур:

*оперативність* — здатність швидко реагувати на зміну обстановки й зовнішній вплив відповідно до цільовим призначенням;

*централізація* — можливість виконання однієї з позицій керівних функцій. Визначається числом інтервалів зв'язки до центру;

*периферійність* — виражається положенням центру ваги структури, відносним числом елементів і зв'язків, розміщених за якоюсь розмежувальною лінією;

*живучість* — здатність зберігати значення інших показнику при руйнуванні частини структури. Характеризується відносним числом елементів, при знищенні яких інші показники не вийдуть за припустимі межі;

*об'єм* — кількість елементів, які охоплюються організацією.

Оптимізація організаційної структури з погляду цих показників являє собою класичну проблему системного аналізу.

Важливою складовою частиною системного підходу виступає *цілеполягання*, яке визначає відповідний аспект організації системи. У точному значенні слова *ціль* — це ідеальне передбачення результату діяльності, її регулятор. У самому розумінні й визначенні мети в більшій або меншому ступені спостерігається присутність людського фактора. Ціль формулюється людиною в процесі його життєдіяльності. У теорії систем *ціль* розглядається в суб'єктивному й об'єктивному змістах. У суб'єктивному змісті вона виступає як мета людини, зайнятого дослідженням, конструюванням і керуванням системами. Вона представляється як те, на що спрямована діяльність людини стосовно систем.

Природнім станом системи є *гомеостат*, тобто функціональна рівновага. Разом з тим система може бути спрямована й на інші стани, що представляють собою інтеграцію, адаптацію, агресію, руйнування, творення чого-небудь або спокій. З погляду значимості для системи мети класифікують на стратегічні, які приводять до якісних перетворень системи, найбільш сильним її впливам на навколишнє середовище, і тактичним, пов'язаним з локальними змінами системи й незначними впливами на середовище. Крім того, мети бувають простими й складними. По близькості до результату їх доцільно ділити на кінцеві й проміжні; за часом досягнення — на найближчі, віддалені й перспективні; по охопленню



системи — на загальносистемні й частки, що охоплюють не систему в цілому, а окремі підсистеми.

**Функціональна організація** полягає в тому, що кожна система відрізняється своїм набором зовнішніх функцій. Реалізація їх змушує певним чином функціонувати її елементи й підсистеми в напрямку досягнення зовнішніх функцій системи як цілого. Завдяки цьому між елементами виникають функціональні зв'язки. Автори книги “Принципи організації соціальних систем: Теорія й практика” досить точно розглядають ефект функціональності організації: “У теорії організації функціональний зв'язок виступає такою формою взаємодії між відповідними елементами цілого, при наявності якої стан і поведінка цих елементів взаємообумовлені, а ланцюг причин і наслідків замкнені”.

Особливо чітко видна функціональна організація в соціальних системах, у яких спостерігається розподіл наступних функцій: управлінських; політичних; інформаційних; виховних; впливу на середовище; технічних; командних; господарських.

Оперативні функції системи пов'язані з вибором способу діяльності, впливу на навколишнє середовище. Тут можуть застосовуватися стратегії поведінки:

**минимаксна** — це орієнтир на несприятливу ситуацію. Але результат не може бути гірше, чим за задумом. Минимаксна стратегія гарантує: краще — може бути, гірше — немає;

**мінімуму середнього ризику** — перевага у високій ефективності в середньому. Основний недолік — труднощі визначення середнього ризику;

**припустимого ризику** — допускається відносно високий ризик і шукається спосіб поведінки, при якому успіх буде максимальним. Основний недолік — труднощі визначення розміру припустимого ризику.

Лекцію підготував  
к.т.н., доцент,  
доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 3**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

Тема: **«Основні поняття системного аналізу»**

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:**

проаналізувати основні поняття, принципи та етапи системного аналізу.

### **Загальні методичні вказівки**

7. Перевірити наявність слухачів на занятті.
8. Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.
9. Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Системний підхід	25 хв.
2. Завдання системного аналізу	20 хв.
3. Етапи системного аналізу	25 хв.
Закінчення .....	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

11. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
12. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
13. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
3. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
14. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
15. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

# ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## 1 СИСТЕМНИЙ ПІДХІД

**Системний підхід являє собою** сукупність методів і засобів, що дозволяють досліджувати властивості, структуру й функції об'єктів і процесів у цілому, представивши їх як систем зі складними міжелементними взаємозв'язками, взаємовпливом самої системи на її структурні елементи.

Системний підхід полягає в розгляді елементів системи як взаємозалежних і взаємодіючих для досягнення глобальної мети функціонування системи. Особливістю системного підходу є оптимізація функціонування не окремих елементів, а всієї системи в цілому.

### **Основні переваги системного підходу:**

- Висвічується те загальне в різних об'єктах і процесах, що затінюється різними деталями й важко виявляється, поки не відкинуті частковості.

- Методи прийняття рішень переносяться з одних функціональних областей в інші;

- Не допускається переоцінка можливостей окремих методів при прийнятті рішень, наприклад, тільки математичного моделювання на шкоду експертним оцінкам. Інакше кажучи, виключається «зняття» усіх проблем з використанням одного інструмента;

- Здійснюється синтез знань із різних наук;

- У проекти вводиться інформаційний опис системи(види, обсяги, призначення й шляху проходженні інформації) і розробляється процес збору й обробки даних і інформації;

- Виникає об'єктивна основа для вибору необхідних напрямків подальшого розвитку досліджень в області, до якої ставиться проектована система.

### **Принципи системного підходу:**

*Єдності* – спільний розгляд системи як єдиного цілого і як сукупність частин;

*Розвитку* – облік змінюваності системи, її здатності до розвитку, нагромадження інформації з урахуванням динаміки середовища;

*Глобальної мети* – відповідальність за вибір глобальної мети, оптимум підсистем не є оптимумом усієї системи;

*Функціональності* – спільний розгляд структури системи й функцій із пріоритетом функцій над структурою;

*Комбінації децентралізації й централізації;*

*Ієрархії* – облік супідрядності й ранжирування частин;

*Невизначеності* – облік імовірнісного настання подій;

*Організованості* - ступінь виконання розв'язків і висновків.

### **Етапи системного підходу:**

1. Виділення об'єкта дослідження із загальної сукупності процесів, обрис контуру й границь системи, її елементів, зв'язків із середовищем; установлення

мети дослідження, з'ясування структури й функцій системи; виділення головних властивостей елементів і системи в цілому, установлення їх відповідностей;

2. Визначення основних критеріїв ефективного функціонування системи, а також основних обмежень і умов функціонування;
3. Визначення варіантів структур і елементів, облік основних факторів, що впливають на систему;
4. Складання моделі системи;
5. Оптимізація функціонування системи по досягненню мети;
6. Визначення оптимальної схеми керування системою;
7. Установлення надійного зворотного зв'язку за результатами функціонування, визначення працездатності й надійності функціонування систем.

*Методологія системного підходу* опирається на домінуючу роль цілого стосовно складових частин елементів. У системному підході думка рухається від цілого до складових частин, від системи до елементів, від складного до простого явища, і ціле визначає характер і специфіку елементів і частин, що входять до складу даного цілого.

**Сучасний розвиток системного підходу** йде в трьох напрямках:

- системологія як теорія систем;
- системотехніка як практика;
- системний аналіз як методологія.

*Системологія* розуміється як наука:

- про методи системного дослідження навколишнього нас миру (об'єктів, процесів, явищ);
- про системи різної природи й різного призначення, досліджуваних з позиції цілісного (інтегрованого) сприйняття процесів, що відбуваються;
- про виявлення властивих системам загальних і приватних закономірностей і використанні їх для аналізу й пізнання існуючих систем і для створення більш досконалих систем, що забезпечують більш ефективно досягнення поставлених цілей.

*Системотехніка* - наукове планування, проектування, оцінка й конструювання систем людей – машина.

Системотехніка викликана до життя появою більших технічних систем, які можуть мати величезна кількість різноманітних складових, часто розкиданих по великій території й об'єднаних в одне ціле засобами автоматизованого керування, що вимагає високої швидкості переробки інформації.

Ціль створення системотехніки - "скоротити розриви в часі між науковими відкриттями і їх додатком і між виникненням людських потреб і виробництвом нових систем, покликаних задовольнити ці потреби".

Методологією системотехніки є методологія системного підходу - методологія планування, розробки й створення систем як єдиного цілого.

Творцем системи є системотехнік - фахівець широкого профілю, здатний об'єднати фахівців різних спеціальностей, зв'язати безліч розв'язків приватних завдань у єдине, підкоривши загальної мети.

*Системний аналіз* є родинним до системотехніки напрямком, але звичайно розуміється більш широко, охоплюючи нетехнічні питання проектування, організації й керування.

Об'єктами його дослідження є більші й складні системи, які є одночасно відкритими (взаємодіючими із зовнішнім середовищем) і до складу яких входить людський фактор.

Основу методології системного аналізу так само становить системний підхід, для якого визначальним є вистава про цілісність досліджуваних, проєктованих і синтезованих об'єктів. Методологічно системний аналіз спрямований на дослідження причин складності систем і їх усунення.

## 2 ЗАВДАННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Системний аналіз наприкінці ХХ ст. стає загальним світоглядом, який використовують спеціалісти у різних галузях.

Системний аналіз базується на таких *методологічних засадах*:

- органічна єдність об'єктивного та суб'єктивного в процесі наукового дослідження;
- урахування структурності системи, що визначає цілісність і стійкість її характеристик;
- урахування динамізму системи;
- міждисциплінарний характер системних досліджень;
- органічна єдність формального та неформального при проведенні аналізу.

Системний аналіз спрямований на розв'язання складних проблем. Проблема виникає тоді, коли є розходження між бажаним та дійсним, тобто це абстрактна категорія, що відображає розуміння людьми мотивів своєї діяльності. Проблеми породжуються та розв'язуються людьми, а тому поняття «проблема» має людські риси сприйняття, що породжує наступні труднощі:

- неясність розуміння проблеми;
- складнощі постановки проблем на віддалену перспективу;
- складність класифікації проблем і, як наслідок, вибір неадекватних засобів їх розв'язання;
- спотворена оцінка проблем (близькі, але дрібні проблеми затуляють великі, але віддалені);
- неправильна оцінка значимості проблем внаслідок вузькопрофесійної точки зору;
- змішування цілей, які необхідно досягнути, з засобами їх досягнення.

Метою застосування системного аналізу до конкретної проблеми є підвищення ступеня обґрунтованості рішення, що приймається.

На відміну від доволі широкої системної методології системний аналіз обмежують дві наступні особливості:

Системні аналітики вивчають лише штучно створені системи,

В яких людині належить надзвичайно важлива, а в багатьох випадках і вирішальна роль;

- головна задача СА — прийняття рішень і управління.

Системний аналіз— це методологія дослідження таких властивостей та відношень в об'єктах, які важко спостерігаються та важко розуміються, за допомогою представлення цих об'єктів у вигляді цілеспрямованих систем

та вивчення властивостей цих систем та взаємних відношень як відношень між цілями та засобами їх реалізації.

Потреба в СА виникає в тому випадку, коли виникають наступні ситуації:

- розв'язується нова проблема, і за допомогою СА вона формулюється, визначається, що і про що потрібно дізнатися, і хто повинен знати;
- розв'язання проблеми передбачає координацію цілей з множиною засобів їх досягнення;
- Проблема має розгалужені зв'язки, що викликають віддалені наслідки в різних галузях, і прийняття рішення в таких випадках потребує врахування сукупної ефективності та повних затрат;
- Існують варіанти розв'язання проблеми або досягнення взаємно пов'язаного комплексу цілей, які важко порівняти;
- Створюються нові складні системи;
- Здійснюється вдосконалення, реконструювання виробництва, необхідна реінженерія бізнес-процесів;
- При створенні інформаційних систем та комп'ютеризованих систем керування;
- Коли важливі рішення повинні прийматися за наявності невизначеності та ризику та (або) на достатньо віддалену перспективу.

### 3. ОСНОВНІ ЕТАПИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Загальним для всіх методик системного аналізу є формування варіантів подання системи (процесу розв'язання задачі) та вибір кращого варіанта. На кожній стадії дослідження, від інтуїтивної постановки проблеми до вибору оптимальних рішень за допомогою строгих математичних методів, використовуються різноманітні наукові методи і прийоми, що складаються із неоднакової кількості етапів аналізу, зміст яких залежить від складності розв'язуваних завдань.

Таблиця 1 - Принципова послідовність етапів системного аналізу

Назва етапу	Зміст виконуваних робіт
Аналіз проблеми	Чи існує проблема? Точне формулювання проблеми. Аналіз логічної структури проблеми. Розвиток проблеми (у минулому і в майбутньому). Зовнішні зв'язки проблеми (з іншими проблемами). Принципова можливість розв'язання проблеми
Визначення системи	Формулювання завдань, виходячи з проблеми.

	<p>Визначення позиції спостерігача.  Визначення об'єкта дослідження.  Виділення елементів (визначення меж поділу системи).  Визначення зовнішнього середовища</p>
Аналіз структури системи	<p>Визначення рівнів ієрархії.  Виділення підсистем.  Визначення функціональних і структурних зв'язків</p>
Формулювання загальної мети і критерію системи	<p>Визначення цілей — вимог надсистеми.  Визначення обмежень середовища.  Формулювання загальної мети.  Визначення критеріїв.  Декомпозиція критеріїв по підсистемах.  Композиція загального критерію з критеріями підсистем</p>
Декомпозиція мети, виявлення потреби в ресурсах	<p>Формулювання цілей вищого рангу.  Формулювання цілей підсистем.  Виявлення потреб у ресурсах</p>
Виявлення ресурсів, композиція цілей	<p>Оцінювання існуючої технології і виробничих потужностей  Оцінювання теперішнього стану ресурсів.  Оцінювання можливостей взаємодії з іншими системами.  Оцінювання соціальних факторів.  Композиція цілей</p>
Прогноз і аналіз майбутніх умов	<p>Аналіз стійких тенденцій розвитку системи.  Прогноз розвитку і зміни середовища.  Передбачення виникнення нових факторів, що можуть впливати на розвиток системи.  Аналіз майбутніх можливостей та ресурсів</p>
Оцінювання цілей і засобів	<p>Обчислення оцінок за критерієм.  Оцінювання взаємозалежності цілей.  Оцінювання відносної важливості цілей.  Оцінювання дефіцитності і вартості ресурсів.  Оцінювання впливу зовнішніх факторів.  Обчислення комплексних розрахункових оцінок</p>
Вибір варіантів	<p>Аналіз цілей на сумісність.  Перевірка цілей на повноту.  Відсікання надлишкових цілей.  Розроблення варіантів досягнення окремих цілей.  Оцінювання і порівняння варіантів.  Синтез комплексу взаємозалежних варіантів</p>
Реалізація варіантів	<p>Моделювання економічного (технологічного) процесу.  Проектування організаційної структури.  Проектування інформаційних механізмів.  Виявлення недоліків організації управління та виробництва.  Виявлення та аналіз заходів щодо удосконалення організації</p>

У загальному вигляді системне дослідження проблеми складається з таких етапів:

1. формулювання проблеми;



2. виявлення цілей;
3. формулювання критеріїв;
4. визначення наявних ресурсів для досягнення цілей;
5. генерація альтернатив та сценаріїв.

Розглянемо детальніше принципову послідовність етапів системного аналізу (починаючи з моменту постановки проблеми) та методи дослідження, що найчастіше застосовуються на практиці (табл. 1).

Системне дослідження довільної проблеми починається з формулювання та опису проблемної ситуації. Попереднє формулювання проблеми є досить наближеним та може істотно відрізнятись від того, яким насправді має бути робочий варіант сформульованої проблеми. Формулювання проблеми здійснюється на вербальному рівні і, як правило, є досить розпливчастим.

До довільної проблеми необхідно відноситись не як до ізольованої, а як до комплексу взаємопов'язаних проблем. Тому після виявлення проблеми необхідно здійснити її розширення до проблематики, тобто виявити інші проблеми, які пов'язані з досліджуваною та без врахування яких вона не може бути розв'язана.

Для виявлення та структуризації важких для розуміння та нечітко сформульованих проблем, що характеризуються великою кількістю та складним характером взаємозв'язків, застосовується *дерево аналізу проблеми*. Дерево проблеми, як правило, включає такі основні компоненти:

- що необхідно дослідити та розробити? Із яких елементів складається система?

- що має вирішити поставлене завдання?
- як система функціонує і як вона взаємодіє з іншими системами?

Для розширення проблеми необхідно розглядати як над-, так і підсистеми відносно системи, для якої сформульовано вихідну проблему, з метою виявлення основних факторів, що впливають на досліджувані процеси або систему, та визначення відношень між ними. Ці перші етапи є найважливішими, оскільки правильне розв'язання довільної проблеми залежить передусім від того, наскільки правильно з'ясовано, у чому насправді вона полягає й у чому полягає її складність.

На наступному етапі потрібно визначити цілі, тому що як формалізовані, так і слабо структуровані проблеми необхідно звести до такого вигляду, коли вони стають завданнями відшукування відповідних засобів для досягнення заданих цілей.

Лекцію підготував

к.т.н., доцент,

доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 4**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

Тема: «**Методи системного аналізу**»

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:**

проаналізувати основні підходи до побудови системи та методи системного аналізу.

### **Загальні методичні вказівки**

10.Перевірити наявність слухачів на занятті.

11.Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.

12.Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Основні підходи до побудови системи	20 хв.
2. Методи системного аналізу	25 хв.
2.1. Неформальні методи	15 хв.
2.2. Формальні методи	10 хв.
Закінчення . . . . .	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

16. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
17. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
18. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
4. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
19. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
20. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — .: Высш. шк., 2001. — 343 с.

# ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## 1. ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ СИСТЕМИ

**Дескриптивний** підхід ґрунтується на визнанні того, що системність властива дійсності, що навколишній світ, Всесвіт є деякою сукупністю систем, загальну систему систем, що кожна система принципово пізнавана, що всередині системи існує не випадковий зв'язок між її елементами, структурою і функціями, які ця система виконує.

Дескриптивний підхід до системи полягає в тому, що характер функціонування системи пояснюють її структурою, елементами, що знаходять відображення у визначеннях системи, які називаються дескриптивними. До них відносяться майже всі визначення, які аналізувалися раніше.

Етапи реалізації підходу:

1. виділення елементів, що мають деяку просторово-часову визначеність;
2. визначення зв'язків між елементами;
3. визначення системоутворюючих властивостей, зв'язків і відносин;
4. визначення структур, т. б. законів композиції;
5. аналіз функцій системи.

**Конструктивний підхід** носить зворотний характер. У ньому по заданій функції конструється відповідна їй структура.

При цьому використовується не просто функціональний, але і функціонально-цільовий підхід, тому що система повинна відповідати деяким цілям конструювання.

Етапи:

1. ставиться мета, яку повинна забезпечувати система;
2. визначається функція (або функції), що забезпечує (ють) досягнення цієї мети;
3. підшукується або створюється структура, що забезпечує виконання функції.

## 2. МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Арсенал методів системного аналізу досить великий, кожен з методів має свої переваги і недоліки, а також область застосування по відношенню як до типу об'єкта, так і до етапу його дослідження.

Основними методами системного аналізу є наступні методи:

- неформальні методи: методи «мозкового штурму», метод експертних оцінок, метод «Дельфі», діагностичні методи, морфологічні методи, метод дерева цілей;
- формалізовані методи:
  - графічні: матричні методи, мережеві методи;
  - статистичні: математична статистика, теорія ймовірностей, теорія масового обслуговування;

аналітичні: методи як класичної математики, так і математичного програмування.

## 2.1. Неформальні методи

**Методи «мозкового штурму».** Методи даного типу переслідують основну мету - пошук нових ідей, їх широке обговорення і конструктивну критику. Основна гіпотеза полягає в припущенні, що серед великої кількості ідей є, щонайменше, кілька хороших. При проведенні обговорень з досліджуваної проблеми застосовуються такі правила:

- сформулювати проблему в основних термінах, виділивши центральний єдиний пункт;
- не оголошувати неправдивої і не припиняти дослідження жодної ідеї;
- підтримувати ідею будь-якого роду, навіть якщо її доречність здається вам в даний час сумнівною;
- надавати підтримку і заохочення, щоб звільнити учасників обговорення від скутості.

При всій простоті дані обговорення дають непогані результати.

**Методи експертних оцінок.** Основа цих методів - різні форми експертного опитування з подальшим оцінюванням і вибором найкращого варіанту. Можливість використання експертних оцінок, обґрунтування їх об'єктивності базується на тому, що невідома характеристика досліджуваного явища трактується як випадкова величина, відображенням закону розподілу якої є індивідуальна оцінка експерта щодо достовірності та значущості тієї чи іншої події. При цьому передбачається, що справжнє значення досліджуваної характеристики знаходиться усередині діапазону оцінок, отриманих від групи експертів і що узагальнена колективна думка є достовірним. Найбільш спірним моментом в даних методиках є встановлення вагових коефіцієнтів по висловлюються експертами оцінок і приведення суперечливих оцінок до деякої середньої величини. Дана група методів знаходить широке застосування в соціально-економічних дослідженнях.

Етапи експертизи:

1. формування мети;
2. розробка процедури експертизи;
3. формування групи експертів;
4. опитування;
5. аналіз і обробка інформації.

При обробці матеріалів колективної експертної оцінки використовуються методи теорії рангової кореляції. Для кількісної оцінки ступеня узгодженості думок експертів застосовується коефіцієнт конкордації, який дозволяє оцінити, наскільки узгоджені між собою ряди перевагу, побудовані кожним експертом. Для наочності уявлення ступеня узгодженості думок двох будь-яких експертів служить коефіцієнт парної рангової кореляції. Тип використовуваних процедур експертизи залежить від завдання оцінювання. До найбільш вживаною процедур експертних вимірювань відносяться:

- ранжування;
- парне порівняння;
- множинні порівняння;
- безпосередня оцінка;
- Черчмена-Акоффа;
- метод Терстоуна;
- метод фон Неймана-Моргенштерна.

Доцільність застосування того чи іншого методу багато в чому визначається характером інформації, що аналізується. Якщо виправдані лише якісні оцінки об'єктів за деякими якісними ознаками, то використовуються методи ранжирування, парного і множинного порівняння.

Якщо характер інформації, що аналізується такий, що доцільно отримати чисельні оцінки об'єктів, то можна використовувати будь-який метод чисельної оцінки, починаючи від безпосередніх численних оцінок і закінчуючи тоншими методами Терстоуна і фон Неймана-Моргенштерна.

**Метод «Дельфі».** Спочатку метод "Дельфі" був запропонований як одна з процедур при проведенні мозкової атаки і повинен допомогти знизити вплив психологічних факторів і підвищити об'єктивність оцінок експертів. Потім метод став використовуватися самостійно. Його основа - зворотний зв'язок, ознайомлення експертів з результатами попереднього туру і облік цих результатів при оцінці значущості експертів.

Діагностичні методи являють собою прийоми обстеження системи, її підсистем з метою удосконалення форм і методів її роботи. Діагностичні методи застосовуються на етапі діагностики обстежуваного об'єкта і можуть застосовуватися також і на інших етапах для отримання необхідної інформації, зокрема, на етапі формулювання проблеми, етапі аналізу структури системи.

Мета використання діагностичних методів - це встановлення і вивчення ознак, що характеризують стан систем для передбачення можливих відхилень і запобігання порушення нормального режиму функціонування системи.

**Морфологічні методи.** Основна ідея морфологічних методів - систематично знаходити всі мислимі варіанти вирішення проблеми або реалізації системи шляхом комбінування виділених елементів або ознак. Цей підхід був розроблений і застосований швейцарським астрономом Ф. Цвіккі і довгий час був відомий як метод Цвіккі.

- Найбільш відомими різновидами методу є:

- Метод систематичного покриття поля (МСПП). Заснований на виділенні так званих опорних пунктів знання в будь-якій досліджуваній області і використанні для заповнення поля деяких сформульованих принципів мислення.

- Метод заперечення і конструювання (МОК), що полягає в тому, що на шляху конструктивного прогресу стоять догми і компромісні обмеження, які є сенс заперечувати, і отже, сформулювавши деякі положення, корисно замінити з потім на протилежні і використовувати при проведенні аналізу.

- Метод морфологічного ящика (ММЯ), який знайшов найбільш широке поширення. Ідея ММЯ полягає в тому, щоб визначити всі мислимі

параметри, від яких може залежати вирішення проблеми, представити їх у вигляді матриць-рядків, а потім визначити в цьому морфологічному матриці-ящику всі можливі поєднання параметрів по одному з кожного рядка. Отримані таким чином варіанти можуть знову підлягати оцінці та аналізу з метою вибору найкращого. Морфологічний ящик може бути не тільки двовимірним.

**Метод дерева цілей.** Термін «дерево цілей» має на увазі використання ієрархічної структури, отриманої шляхом поділу загальної мети на підцілі, а їх в свою чергу, на більш детальні складові.

Дерево цілей являє собою зв'язний граф, вершини якого інтерпретуються як цілі, а ребра або дуги як зв'язку між цілями.

Основною вимогою до дерева цілей є відсутність циклів. Дерево цілей являє собою головний інструмент ув'язки цілей вищого рівня з конкретними засобами їх досягнення на нижчому рівні через ряд проміжних ланок. При цьому в поняття цілей на різних рівнях вкладається різний зміст: від об'єктивних потреб і бажаних напрямків розвитку на верхньому рівні до вирішення завдань і здійснення окремих заходів на нижніх рівнях.

Метод дерева цілей використовується для:

- структуризації і аналізу проблеми;
- структуризації системи;
- декомпозиції критеріїв оптимальності;

Вимоги до побудови дерева цілей:

1. Цілі кожного рівня повинні бути порівнянні по масштабу і значенню.  
2. Формулювання цілей повинне забезпечувати можливість кількісної і якісної оцінки досягнення мети.

3. Основним принципом побудови дерева цілей є повнота редукції, тобто кожна мета певного рівня повинна бути зображена у вигляді підцілей наступного рівня так, щоб сукупність підцілей давала повне уявлення про початкову ціль.

4. Формулюючи цілі різних рівнів необхідно описати бажані результати, а не способи їх отримання.

5. Підцілі кожного рівня повинні бути незалежні одна від однієї і не повинні виходити одна з іншої.

6. Ознакою завершення побудови дерева цілей є формулювання таких понять, які визначають альтернативні способи досягнення цілі. Самі вони не є цілями, це заходи щодо досягнення цілі вищого рівня.

## 2.2. Формальні методи

**Матричні методи.** Матричні форми представлення та аналізу інформації не є специфічним інструментом системного аналізу, однак широко використовуються на різних його етапах як допоміжний засіб. Матриця є не тільки наочною формою подання інформації, а й формою, яка в багатьох випадках розкриває внутрішні зв'язки між елементами, допомагає з'ясувати і проаналізувати спостережувані частини структури. Прикладом використання властивостей матриці є таблиця Менделєєва.

Матриці використовуються для представлення та аналізу систем і їх структур. Перестроювання дерева цілей в матрицю буває зручно для аналізу структури дерева цілей, для виявлення взаємозв'язків і відносин між цілями на етапі відбору варіантів і усічення цілей.

**Мережеві методи.** Мережеві методи є найбільш наочним і зручним засобом відображення динамічних, що розвиваються у часі процесів, їх аналізу і планування з включенням елементів оптимізації. Використовуються головним чином на етапі побудови програм розвитку. Елементи нижніх рівнів дерева цілей, перегрупувати за ознакою тимчасових логічних взаємозв'язків, можна перетворити в мережу. Аналіз цих мереж може послужити для подальшого коригування дерев цілей. Більш складні багатовимірні мережі використовуються для розподілу сфер відповідальності, розподілу робіт по конкретним виконавцям в організаціях, орієнтованих на мету.

**Статистичні методи.** Величини, які можуть приймати різні значення в залежності від зовнішніх по відношенню до них умов, прийнято називати випадковими (стохастичні по природі). Так, наприклад: пол зустрінутого нами людини може бути жіночим чи чоловічим (дискретна випадкова величина); його зростання також може бути різним, але це вже безперервна випадкова величина - з тією чи іншою кількістю можливих значень (в залежності від одиниці виміру).

Лекцію підготував  
к.т.н., доцент,  
доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 5**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

Тема: **«Особливості функціонування систем»**

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:** Визначити основні поняття теорії систем та системного аналізу

### **Загальні методичні вказівки**

13.Перевірити наявність слухачів на занятті.

14.Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.

15.Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Проблеми функціонування систем	15 хв.
2. Зовнішні і внутрішні функції систем	25 хв.
3. Сутність функціонування систем	30 хв.
Закінчення	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

21. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
22. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
23. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
24. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
25. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
26. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

# ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## 1 ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ

*Функція* в перекладі з лат. означає “виконання” — це спосіб прояву активності системи, стійкі активні взаємини речей, при яких зміни одних об'єктів приводять до змін інших. Поняття вживається у всіляких значеннях. Воно може означати здатність до діяльності й саму діяльність, роль, властивість, значення, завдання, залежність однієї величини від іншої і т.д. Під функцією системи звичайно розуміють:

дія системи, її реакція на середовище;

множина станів виходів системи;

при описовому або дескриптивному підході до функції вона виступає як властивість системи, яка розгортається в динаміку;

як процес досягнення мети системою;

як погоджені між елементами дії в аспекті реалізації системи як цілого;

траєкторію руху системи, яка може описуватися математичною залежністю, формулою, що зв'язує залежні й незалежні змінні системи.

У теорії систем поняття “функція” займає дуже важливе місце. Функції виражають поведінку системи, причому ця поведінка при позначенні його функцією стає впорядкованим, закономірним і організованим. Тому функції являють собою напрямки активності системи, яка взаємодіє із середовищем. Функція — це, насамперед, прояв властивостей системи.

Ключовим положенням теорії систем, що створюють умови для так званого структурно-функціонального аналізу, є положення про те, що *між структурою системи і її функціями існує цілком певна закономірний взаємозв'язок*.

Немаловажним положенням теорії систем виступає положення про функціональну залежність у системі, яке визначає основні напрямки функціонального аналізу. Воно досить чітко сформульоване В. М. Афанасьєвим: “Функціональна залежність має місце між окремими компонентами даної системи; між компонентами й системою в цілому; між системою в цілому й іншої, більш широкою системою, компонентом якої вона сама є”. По суті функціональний аналіз зводиться до визначення цих видів функціональних залежностей, які демонструють і пояснюють активність системи.

Так, по ступеню впливу на зовнішнє середовище й по характеру взаємодії з іншими системами функції бувають: пасивні, що обслуговують, протистояння, поглинання, перетворення, адаптивні; по складу — прості й складні; по характеру прояву — явні й латентні; по змісту — цільові, рольові, діяльні; по характеру тимчасової детермінації — тимчасові, постійні; стосовно системи — зовнішні, внутрішні; по характеру дії — безперервні й дискретні; по наслідках для системи — позитивні, нейтральні й дисфункції; по траєкторії реалізації — лінійні й нелінійні; по кількості змінних — з однієї змінної й з декількома змінними.

Слід підкреслити, що кожна система родинна з усіма системами з погляду функцій і одночасно індивідуально неповторна.

Особлива увага оборотна на внутрішні й зовнішні функції системи. Питання про взаємодію й взаємозумовленості цих функцій представляється одним із ключових положень теорії систем. Він пояснює практично всі основні проблеми не тільки функціонування, але й розвитку систем. Наявність цих функцій обумовлене тим, що для будь-якої системи характерне зовнішнє й внутрішнє середовище, тому властиві внутрішні й зовнішні функції.

## 2 ЗОВНІШНІ Й ВНУТРІШНІ ФУНКЦІЇ

**Зовнішні функції** — це активні, спрямовані впливи системи на навколишнє середовище для досягнення поставлених цілей. Зовнішні функції забезпечують зовнішні результати системи.

Вони являють собою стійкі реакції системи на середовище й стійкі зв'язки системи із середовищем. Тому для них характерні:

**Стійкість і стабільність**, коли система постійно проявляє себе;  
**спрямованість**, тобто функція обов'язково на щось спрямована, предметна;  
**взаємодія із середовищем**, оскільки функція не зводиться тільки до впливу на середовище;

**активність і цілеспрямованість**, тому що функціонування — прояв активності системи в досягненні мети.

Зовнішні функції можуть бути декількох видів.

**Перетворювальні функції** властиві для творчих систем, які перетворюють навколишнє середовище, приводять її у відповідність зі своєю сутністю. Це характерно в цілому ряді випадків для діяльності людини, яка впорядковує природний хаос, хоча одночасно збільшує ентропійність деяких природних систем.

**Пасивні функції** — пасивне існування системи як матеріалу для інших систем. Таке існування системи — короткочасний період часу, який найчастіше пов'язаний із кризами системи. Його не можна вважати нефункціональним. Система однаково функціональна, оскільки віддає себе хаосу системам, що оточують.

Споживчі функції властиві для систем, які одержують із навколишнього середовища речовину, енергію, інформацію.

Відкрита система не може існувати без споживання речовини, енергії й інформації з навколишнього середовища, що забезпечує її існування й розвиток.

Функції поглинання — виживання поглинання, експансія інших систем і середовища. Ці функції характеризують систему як дуже активний утвір, який не просто перебуває в стані спонтанної взаємодії із середовищем, а активно поглинає з оточення системи і їх елементи.

Адаптивні функції характерні для широкого спектра адаптивних систем, що володіють здатністю пристосовуватися. Вони забезпечують узгодження системи з її оточенням, взаємна зміна поведінки.

Обслуговуючі функції — обслуговування системи більш високого порядку. Це той випадок, коли система займає певне місце в ієрархії, що й визначає її

обслуговуючу роль верхніх рівнів ієрархії й одержання послуг з боку нижніх рівнів.

Функція системи — це її властивість у динаміку, що приводить до досягнення мети, тобто в процесі функціонування система міняє стани. При цьому вона переходить із одного стану в інше або зберігає який-небудь стан. Стани зображуються у вигляді крапок простору станів. Звідси функціонування системи представляється у вигляді деякої траєкторії в просторі станів.

Оскільки досягнення мети або цільового стану може бути забезпечене за допомогою руху по деяких траєкторіях, виникає питання про кращу або оптимальну траєкторію.

**Оптимальним** називається функціонування системи, при якому вона задовольняє: по-перше, обмеженням, що накладаються зовнішнім середовищем; по-друге, критеріям якості самої траєкторії.

**Внутрішні функції системи** визначаються тим, що виконання системою зовнішньої роботи неминуче приводить до мобілізації системи. У ній відбуваються різні кореляції цілей, речовини, енергії, інформації. Налагодження обміну з навколишнім середовищем вимагає постійного регулювання елементів, взаємозв'язків між ними й т.п.

Тому під внутрішньою функцією слід розуміти найважливіша умова зовнішнього функціонування, при якому прояв цілого забезпечується проявом і існуванням його частин, тобто це спосіб взаємодії частин усередині цілого. Різновиди внутрішніх функцій:

**розпорядча**, тобто закріплення за елементами й підсистемами певних дій;  
**координаційній узгодження**, завдяки яким відбуваються спільні дії елементів;  
**субординації або супідрядності**, що припускають розподіл між елементами координаційних або субординаційних відносин;  
**контролююча**, тобто здійснююча перевірку відповідності дії певній нормі;  
**цілеполягаюча**, тобто визначальна мети функціонування й розвитку системи.

Оборотний увага на те, що реалізація внутрішніх функцій забезпечується природою системи. Якщо це живий організм, то відбувається його біологічна внутрішня саморегуляція. Якщо виробнича організація, то в ній працюють мети, мотиви, цінності, установки людей. Найважливіша роль внутрішніх функцій полягає в тому, що вони забезпечують необхідну для зовнішнього функціонування внутрішню динаміку системи.

### **3 СУТНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ**

*Функціонування системи* являє собою досить складний для опису процес, заснований на принципах структурної й функціональної цілісності, відносної автономності елементів і функцій, а також принципу активності систем. Система в процесі функціонування виступає як цілісний утвір, у якому між її структурою й функціями існує взаємозв'язок і взаємозумовленість. Функціонування системи обов'язково опирається на її структурні зміни.

Слід звернути увагу на те, що функціонування являє собою постійне відтворення **функціонального ефекту**, який зводиться до здатності системи робити те, що принципово не може зробити кожний її окремий елемент. Функціональний ефект базується на спорідненості й відмінності властивостей елементів, на різноманітті взаємодій між ними, їх інтегрованості. У процесі функціонування можна виділити кілька складових.

**Взаємодія системи із середовищем.** Першоповштовхом для функціонування системи може бути вплив на неї середовища та прагнення системи досягтися кращого стану, що змушує її впливати на середовище. Взаємодія системи із середовищем визначає проблемну ситуацію для системи, коли їй треба пристосуватися, підкоритися середовищу або посилено її перетворювати.

**Вироблення системою алгоритму, моделі взаємодії із середовищем.** Цей алгоритм являє собою саме тип взаємодії.

**Передача зовнішньої взаємодії системи в її внутрішню структуру.** Наявність цього передавального механізму, зрештою, і робить суму елементів системою.

**Переорганізація внутрішньої структури системи завдяки її внутрішнім функціям.** Внутрішні функції міняють стан системи, роблять здатної виконувати зовнішні навантаження.

**Погоджене функціонування елементів системи як цілого.**

Відбувається перерозподіл навантаження по елементах, узгодження їх дій.

**Перетворення системою навколишнього середовища й самої себе.** Мова йде про те, що будь-яке зовнішнє функціонування системи досягається за допомогою її внутрішньої перебудови. У процесі функціонування виникають різноманітні проблеми. Властиво саме функціонування і являє собою виявлення системою проблемних ситуацій і їх дозвіл. Приводимо найбільш складні проблеми системи.

**Реактивність**, яка зводиться до того, наскільки система здатна фіксувати реакції навколишнього середовища, реакції своїх елементів і виробляти на них власні реакції як цілого.

**Збереження границь**, тому що функціонування системи — процес порушення й підтримки границь. Для того щоб впливати на середовище, системі потрібно подолати свої власні границі, але їй необхідно їх удержати при впливах навколишнього середовища. Для систем властиві плинність, динаміка границь, а нерідко й розпливчастість границь, що дозволяє їй краще адаптуватися, досягати своїх цілей.

**Збереження рівноваги, збалансованості, стабільності системи.** Функціонування завжди припускає використання деяких ресурсів системи, що може приводити до їхньої витрати, втрати. Система, виведена з рівноваги діями навколишнього середовища, може віддати їй такі більші ресурси, що втратить баланс із оточенням, потрапить у стан руйнування структури й втрати функцій.

**Режими функціонування системи**, які характеризують її “виклики” навколишньому середовищу й впливу на неї. Процес функціонування тому

багатоваріантен. Можливі такі режими руху системи: рівноважний (система перебуває в тому самому стані) і періодичний (система через рівні проміжки часу проходить ті самі стани).

**Збереження або поліпшення динаміки системи.** Стан системи являє собою сукупність значень її показників. Усі можливі стани системи утворюють її безліч станів.

Якщо в цій безлічі визначене поняття близькості елементів, то воно називається простором станів. Рух (поведінка) системи — це процес переходу системи з одного стану в інше, з нього в третє і т.д. **Динаміка=динамізм** — стан руху, розвитку, зміни системи і її складових під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів.

**Оптимальність функціонування системи,** тобто здатність системи вибрати й реалізувати найкращу траєкторію із простору функцій. **Оптимізація** — процес пошуку найкращої альтернативи, що забезпечує максимальне або мінімальне значенні функцій системи.

**Спосіб вистави функціонування системи,** тому що оптимізація системи, ефективно управління нею багато в чому залежать від того, як ми представляємо систему.

Лекцію підготував  
к.т.н., доцент,  
доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 6**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

Тема: «**Життєвий цикл системи**»

м. Харків



**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:** проаналізувати основні стадії життєвого циклу системи.

### **Загальні методичні вказівки**

16. Перевірити наявність слухачів на занятті.

17. Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.

18. Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Життєвий цикл системи	25 хв.
2. Виникнення системи	15 хв.
3. Становлення системи	15 хв.
4. Майбутнє системи	15 хв.
Закінчення .....	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

27. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
28. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
29. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
30. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
31. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
32. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

# ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## 1 ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ СИСТЕМИ

Розвиток являє собою складний процес якісної зміни системи. Філософи під розвитком звичайно розуміють необоротна, виразно спрямована й закономірна зміна матеріальних і ідеальних об'єктів, що приводить до виникнення нової якості. Воно є однією з фундаментальних основ усього суцього: від Всесвіту, який розбудовується від хаосу до впорядкованих утворів, до будь-якої її порошини. Приводимо найбільш важливі питання розуміння природи розвитку.

**Просторова характеристика розвитку**, який являє собою просторові переміщення й просторове розгортання систем. Якісні зміни об'єктів у розвитку неможливі без фізичного, соціального, інформаційного й іншого видів простору. По суті справи розвиток це зміни систем у просторі.

**Тимчасова лінія розвитку**, згідно з якою воно являє собою процес, що розбудовується в часі, зміни системою деяких станів. Залежно від швидкості розвитку виділяють революційне або швидкий стрибкоподібний розвиток і повільний, природне еволюційне. З погляду часу розвиток являє собою появу нового, його боротьбу зі старим і зміну старих форм новими.

**Характер, або вектор розвитку**, що визначає спрямованість руху системи, її прогрес або регрес. Прогресивний розвиток системи пов'язане з її висхідним рухом, а регресивне являє собою повернення до старих форм, деградацію, руйнування. Прогресивний і регресивний розвиток можуть виступати у вигляді окремих етапів розвитку тієї або іншої системи, періодів, коли в деякий час панує созидательність, упорядкованість процесів, а в інше — загибель і руйнування систем. В одній і тій же системі ці процеси становлять неповторний коктейль із різним співвідношенням прогресу й регресу. Не можна не погодитися з Р. Е. Ровинским, який пише: “Однак загибель системи не проходить безвісти; як правило, вона вносить свій внесок у виникнення нових умов для росту впорядкованості в наступних системах. Так, зривши зірки, у якій утворювалися важкі елементи, відкриває нові можливості в розвитку зірок і планетних систем наступних поколінь. У цілому ж у Всесвіті від її народження й до сьогоднішніх днів спостерігається процес розвитку, що протікає при пануванні творчої тенденції”. Помітимо, що ця оптимістична теза про конструктивність Всесвіту базується на концепції Всесвіту, що розбудовується, що розширюється й, яка прийшла на зміну критикуємих нині концепцій Стационарному Всесвіту й концепції “теплової смерті” Всесвіту, у яких перевага віддавалася процесам регресу.

**Якість, що відбуваються в процесі розвитку системи перетворень**: змін складу, структури, функцій і т.п. Підкреслимо, що якість що відбувся в ході розвитку перетворень не зводиться до окремих перетворень окремих складових системи, а носить системний характер.

**Етапи розвитку** якісно однотипні фази, що представляють собою відносно, зміни систем. Система є частиною природи. Вона розбудовує її й розбудовується з

нею, проходячи певні етапи: 1) поява, походження, виникнення нового спочатку схованого в надрах старого, а потім у явній формі; 2) висхідну стадію розвитку, коли спостерігається інтенсивний кількісний і якісний ріст; 3) максимальний розвиток, зрілість; 4) регресивні зміни стадію, що сходять; 5) розпад і загибель.

**Джерело розвитку**, який забезпечує просторово-тимчасові якісні зміни системи за допомогою речовини, енергії й інформації. При цьому система має двома видами джерел. Перша їхня група перебуває усередині самої системи, а друга — у зовнішньому середовищі. Перше джерело в значній мірі визначає саморозвиток системи.

**Механізм розвитку**, в основі якого лежать діалектика протиріч, причини, фактори,

У самій системі існують два види закономірностей: **формуючі**, тобто закономірності розвитку, що приводять до переходу системи в інший період; **регулюючі**, тобто закономірності функціонування, що сприяють стабілізації нинішньої якості системи.

**Взаємодія рівнів системи**, відповідно до яких будь-яка система представляється багаторівневим утвором. Її можна моделювати іграшкою-мотрійкою. При цьому чому складніше система, тем більшим числом вкладених у неї мотрійок вона характеризується. Якщо вкладені одна в іншу мотрійки не взаємодіють, то вкладені в систему системи менших рівнів взаємодіють із даною системою. Тому сам процес розвитку представляється як міжрівнева взаємодія. Розвиток — це результуюча декількох векторів спрямованих змін:

**розвиток ушир**, коли система розширює простір свого проживання (ріка затопляє луки, череду розширює зону пасовища, корпорація розширює ринки й т.п.);

**розвиток усередині себе**, коли система перетворює свої внутрішні характеристики;

**мікророзвиток**, який припускає поглиблення рівнів системи, спускання її впливу по сходах у мікросвіт;

**макророзвиток**, відповідно до якого система виявляє все більший вплив на макропроцеси.

Термін “ сталий розвиток” був запропонований Міжнародною комісією ООН по навколишньому середовищу й розвитку й споконвічно представлявся екологічним терміном. Цей термін зіграв важливу ідеологічну роль, сприяв усвідомленню необхідності збереження рівноваги людину із природою. В умовах наростання динаміки соціальних систем проблема стійкості стала здобувати більш широке звучання й була поширена на економічні й соціальні процеси.

Насправді цей термін слід уважати категорією загальної теорії систем, тобто він характеризує системи будь-якої природи. Стійкість і нестійкість являють собою дві сторони процесу розвитку. Будь-який розвиток — це чергування й взаємодія стійкості й нестійкості. Чим більш висока складна мета, яка коштує перед системою, тем імовірніше виникнення ситуацій залежності системи від факторів навколишнього середовища. У цьому випадку система постійно

переживає перерви поступовості, вона відривається від вихідної крапки рівноваги, прагнучи знайти нову крапку рівноваги.

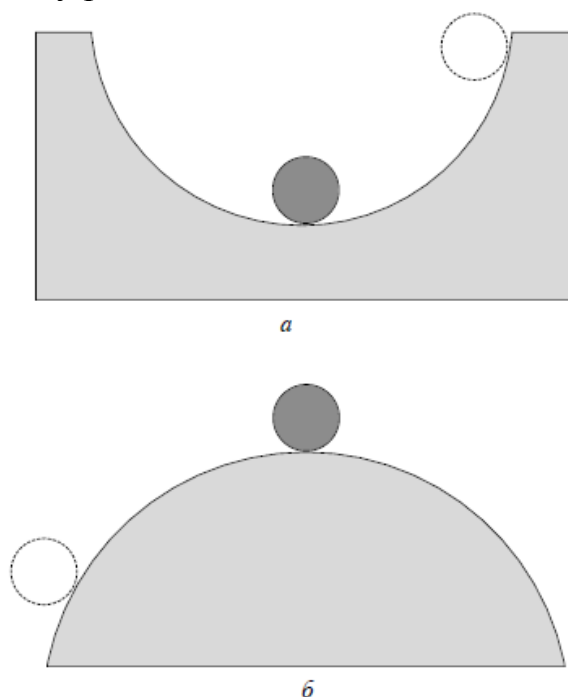


Рис.1 – Моделі стійкої (а) та нестійкої (б) систем

Оскільки розвиток являє собою необоротний, спрямований, закономірний перехід якої-небудь системи з одного стану в інше, що відрізняється від першого збільшеннями або зменшеннями деяких параметрів, то сталий розвиток складається зі стійкості системи й стійкості її процесів.

При цьому стійкість системи складається з її структурно-організаційної й функціональної стійкості. Стійку й нестійку системи можна представити досить спрощеними механічними моделями.

Стійкість системи — здатність її вертатися в стан рівноваги, який є найбільш сприятливим для виконання системою функцій після впливу на систему яких-небудь зовнішніх факторів (мал. 1). Стійкість процесу — це властивість системи так використовувати зовнішні фактори впливу, що система вертається у своєму відхиленні від траєкторії на свою же траєкторію. Таким чином, стійкість розвитку можна розглядати як послідовне прогнозоване з високим ступенем імовірності зміна станів системи, її здатність протидіяти несприятливим зовнішнім впливам.

У сучасній теорії систем велика увага приділяється саморозвитку систем. Насамперед, підкреслимо, що концепція саморозвитку систем має значну пояснюючу силу. Вона приписує здатність розбудовуватися не зовнішній божественній силі, а самим системам. **Саморозвиток — цей розвиток системи за рахунок внутрішніх ресурсів і джерел відповідно до власної програми.** Саморозвиток припускає наявність у системі власних механізмів.

**Механізм цілеполагання**, при якому система сама виробляє мети свого розвитку, формує стратегію й тактикові, цілком певну програму. Уся подальша діяльність системи являє собою реалізацію цілей.

**Механізм самоорганізації**, або процес створення зв'язків між елементами, формування організаційних структур, розподілу функцій і т.п. Самоорганізація виступає найважливішим фактором утвору якісно нових структур, наростання їх упорядкованості, зниження ентропії. Результатом самоорганізації є порядок у системі, необхідний для досягнення поставлених цілей. Як відзначає Р. Е. Ровинский: “ системи, що самоорганізуються, задовольняють 1) відкритість, що забезпечує приплив ззовні енергії, необхідної для переходу в якісно новий стан; 2) досягненням системою стану сильному нерівновісності, при якому вона втрачає стійкість; параметри, які характеризують такий стан, називаються критичними; 3) вихід із критичної ситуації стрибком в одне з можливих нових стійких станів”.

**Механізм саморегуляції**, який містить у собі суб'єкт власної життєдіяльності й систему механізмів регулювання його діяльності. Під регулюванням розуміється процес, який забезпечує необхідний рівень істотних для функціонування об'єкта змінних. При цьому регулювання може йти за допомогою компенсації оббурювань, що виникають у системах і по відхиленню фактичного значення регульованої величини. Воно припускає: спостереження за системою; виявлення виникаючих відхилень від цілей, параметрів і програми; вироблення коригувальних впливів і їх реалізацію. Процес регулювання носить автоматичний характер. Системи, у яких так будується регуляція, одержали назву *систем автоматичного регулювання*. Це властиво, наприклад, для саморегуляції в організмах, ринковій саморегуляції.

**Механізм самоврядування** як процес і система перетворення об'єкта керування в суб'єкт припускає наявність у системі двох підсистем: керованої й керуючої, вироблення й реалізації керуючих впливів, використання принципу зворотному зв'язка.

## 2. ВИНИКНЕННЯ СИСТЕМИ

З матеріалістичної точки зору існуючий мир у цілому не виникає й не зникає, він існує вічно, представляючи собою взаємозв'язок, взаємодія конкретних матеріальних систем.

Виникнення — є одна з форм руху матерії. Це поняття відбиває процеси, властиві всім конкретним явищам органічної й неорганічної природи, суспільства й мислення . Ця універсальність дає повне право вважати “виникнення” філософською категорією.

Кожне явище має свій початок, тобто виникає, але виникає не на порожньому місці, а на базі попереднього й проявляється при сприятливих умовах. Виникнення також найтіснішим образом пов'язане з поняттям “нове”. Поява нового і є виникнення, а нове зароджується в надрах старого, на його базі.

Процес виникнення можна розділити на два етапи: 1) схований, коли з'являються нові елементи й відбувається їхній кількісний ріст, і 2) явний, коли

нові елементи утворюють нову структуру, тобто нова якість; відбувається поступове нагромадження певних факторів і стрибок — утвір нового, якісно відмінного.

Виникнення системи є одночасно й виникнення нової форми руху або нового виду певної форми руху й пов'язане з тим, що колишня форма руху вичерпала себе. Це виражається в тому, що будь-яка подальша організаційна перебудова елементів системи в рамках даної форми руху веде не до зміцнення й удосконалюванню цієї системи, а до її перетворення.

Система вважається виниклою, коли між елементарними носіями нової форми руху утворюється взаємозв'язок, однак спочатку зв'язок носить нестійкий характер, тобто нова система перебуває на грані переходу з можливості в дійсність. Інакше кажучи, нова якість повинна ще ствердитися, виявитися, знайти стійкість, тобто нова система, виникши, повинна стати собою.

Із природних прикладів можна зробити висновок про безперервне виникнення нового, але не кожне виникле виявляється відповідним до зовнішніх умов.

Отже, виникнення — складний суперечливий процес. Існує багато форм виникнення, де притягання й відштовхування, роз'єднання й з'єднання варіюються в самих несподіваних комбінаціях.

### **3 СТАНОВЛЕННЯ СИСТЕМИ**

Становлення — це етап у розвитку системи, у процесі якого вона перетворюється в розвинену систему.

Процес становлення також, як і виникнення системи, пов'язаний з кількісним збільшенням якісно тотожної безлічі елементів. Так, у термодинамічних умовах земної поверхні кількість кисню й кремнію переважає над усіма іншими елементами, а на поверхні інших планет переважають інші елементи. Це свідчить про потенційну можливість кількісного росту будь-якого елемента при сприятливих фізико-хімічних умовах.

У процесі становлення системи в неї з'являються нові якості: природне й функціональне. Природною якістю є визначальна ознака того або іншого класу, рівня систем, що дозволяє говорити про тотожність систем класу. Функціональна якість містить у собі специфічні властивості системи, що здобуваються нею в результаті її способу зв'язки із середовищем. Якщо природна якість поступова зникає разом з даною системою, то функціональне може змінюватися відповідно до зовнішніх умовам.

У процесі виникнення й становлення спостерігається кількісний ріст нових елементів. Основним рушійним розвиток протиріччям виявляється при цьому протиріччя між новими елементами й старою системою, яка дозволяється перемогою нового, тобто виникненням нової системи, нової якості.

Цілісність, або зрілість системи представляє таку фазу її розвитку, коли система досягає максимальної ефективності функціонування. Система працює на

повну міць. Разом з тим діалектика не дає спокій і зрілу систему. По суті система являє собою деякий суперечливий утвір,

коли в єдиній системі виявляються протилежні системи, кожна з яких поєднує елементи, що володіють функціональними якостями, протилежними функціональним якостям іншої підсистеми.

Система в період зрілості внутрішньо суперечлива не тільки внаслідок глибокої диференціації елементів, що приводить домінуючі з них до взаємної протилежності, але й внаслідок подвійності свого стану як системи завершальної одну форму руху, що і є елементарним носієм вищої форми руху. З одного боку, система досконала, “працює” максимально ефективно, але з іншого боку, вона виступає як завершена форма, яка неминуче виявиться нездатною вирішувати більш високі завдання.

Як завершальна одну форму руху система являє собою цілісність і “прагне” повністю розкрити можливості цієї вищої форми руху, а як елемент вищої системи елементарна система — носителька нової форми руху, вона обмежена у своєму існуванні законами зовнішньої системи. Це протиріччя між можливістю й дійсністю в розвитку зовнішньої системи в цілому виявляє вплив і на розвиток її елементів. І найбільш перспективними в розвитку виявляються ті елементи, функції яких відповідають потребам зовнішньої системи.

Інакше кажучи, система, спеціалізуючись, позитивно впливає на розвиток переважно тих елементів, чиї функції відповідають спеціалізації. А тому що переважають у системі елементи, чиї функції відповідають умовам зовнішньої системи (або навколишньому середовищу), те й система в цілому стає спеціалізованою. Вона може існувати, функціонувати тільки в тому середовищі, у якому сформувалася. Усякий перехід зрілої системи в інше середовище неминуче викликає її перетворення.

## 4 МАЙБУТНЄ СИСТЕМИ

Для ефективною практичною діяльністю людям нерідко буває важливо мати більш-менш чіткі вистави про майбутнє систем. І, насамперед, про розвиток суспільства і його підсистем.

Системним називається таке майбутнє, яке обумовлено розвитком самої системи, її механізмами, можливостями, ресурсами. Але система не існує сама по собі. У її розвиток вторгається людський фактор, який цілеспрямовано починає планувати майбутнє. У зв'язку із цим на майбутнє накладають відбиток мети, інтереси й цінності людей. Воно стає бажаним майбутнім.

Майбутнє різниться по спрямованості вектора перетворень як прогресивне (інноваційне), консервативне (сохранительное) і реакційне (поворотне). Перший різновид характеризується постійними інноваційними процесами, друга акцентує зусилля на збереженні виниклих структур, направляючи весь пафос на дрібні справи — доведення до досконалості функціонування, а третя концентрує свої устремління в минуле, намагаючись втілити його в сьогоденні. Ці варіанти

присутні в реальності, але різним може бути сам коктейль, який може бути створено на основі одного з додаванням двох інших складових.

Майбутнє може бути реалістичним і нереалістичним. Як правило, нереалістичне майбутнє апелює до ідеалу й вимагає від людини віри, а незгодні із запропонованою моделлю майбутнього оголошуються неправильними. Реалістичне майбутнє завжди обґрунтовується можливостями й опирається на системний ефект.

Лекцію підготував  
к.т.н., доцент,  
доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 7**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

**Тема: «Інформаційне забезпечення системного аналізу»**

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:**

проаналізувати основні поняття інформації, її місце у системному аналізі, особливості побудови функціональної структури системи.

### **Загальні методичні вказівки**

19.Перевірити наявність слухачів на занятті.

20.Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.

21.Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Поняття інформації, її класифікація	20 хв.
2. Функціональна структура системи	25 хв.
3. Закон необхідності різноманітності У. Ешбі	25 хв.
Закінчення . . . . .	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

33. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
34. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
35. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
5. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
36. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
37. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

# ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## 1. ПОНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ, ЇЇ КЛАСИФІКАЦІЯ

**Інформація** (від лат. informatio, роз'яснення, викладення, обізнаність) — відомості про що-небудь, незалежно від форми їх представлення.

Слід сказати, що в даний час не існує єдиного визначення інформації як наукового терміну. З погляду різних областей знань, дане поняття описується своїм специфічним набором ознак. Основоположник кібернетики Норберт Вінер визначав **інформацію** як позначення змісту, отримане нами із зовнішнього світу в процесі пристосування до нього нас і наших відчуттів. Він говорив, що інформація — це не матерія і не енергія, інформація — це інформація". З точки зору науки управління, заслуговує уваги також визначення Клода Шеннона, інформація — це знята невизначеність, тобто відомості, які мають зняти в тому або іншому ступені невизначеність, що існує у споживача до їх отримання, розширити його розуміння об'єкту.

У сучасній науці розглядаються два види інформації:

**Об'єктивна** (первинна) інформація — властивість матеріальних об'єктів і явищ (процесів) породжувати різноманіття станів, які за допомогою взаємодій (фундаментальна взаємодія) передаються іншим об'єктам і відображаються в їх структурі.[1]

**Суб'єктивна** (вторинна, семантична, смислова) інформація – смисловий зміст об'єктивної інформації про об'єкти і процеси матеріального світу, сформований свідомістю людини за допомогою смислових образів (слів, образів і відчуттів) і зафіксоване на якому-небудь матеріальному носії.

**Управлінська інформація** – це сукупність відомостей про стан і процеси, що протікають усередині і поза організацією. Інформацію про об'єкти управління та події і процеси, що відбуваються в них, небезпідставно називають їх своєю моделлю, а також словесним або цифровим портретом.

**Види управлінської інформації.** Інформацію, яка поступає до керівника або до органу управління і виходить від них, можна класифікувати за декількома ознаками.

*За джерелами надходження* інформація підрозділяється на зовнішню і внутрішню. **Зовнішня** інформація – це законодавчі акти і директивні вказівки вищестоящих органів, дані про науково-технічний прогрес, про конкурентів, про попит на продукцію, про ціни і так далі. Змістом **внутрішньої** інформації є дані про хід виконання завдань структурними підрозділами організації (підпорядкованими особами), про проведення перевірок об'єктів, ліквідацію надзвичайних ситуацій, про економічний і фінансовий стан організації, службу (трудова) дисципліну в колективі і ін.

*За змістом* інформація ділиться на:

**1. Науково-технічну** інформацію, що містить в собі дані про наукові дослідження, винаходи, технічні розробки як усередині організації, так і за її межами.

**2. Економічну** інформацію, що містить дані техніко-економічного планування і прогнозування, обліку і економічного аналізу діяльності організації, як бюджетної установи.

**3. Оперативно-господарську** інформацію, яка містить дані оперативно-господарського планування, оперативного обліку і оперативного контролю роботи організації та її структурних підрозділів.

**4. Адміністративну або ділову** інформацію різного змісту. Найважливішою складовою частиною цієї інформації є інформація по кадрах.

**5. Маркетингову (ринкову)** інформацію, змістом якої є реклама, ціни, попит, конкуренція і так далі.

**6. Правова, суспільно – політична, природоохоронна і ін.**

*За часом використання* інформація може бути розділена на умовно-постійну і змінну.

**Умовно-постійною** вважається така інформація, зміст якої міняється порівняно рідко, вона використовується багато разів. Такою інформацією є норми, ціни, тарифні ставки, посадові оклади, планові показники. Умовно-постійна інформація складає близько 60–70% всієї інформації, необхідної для управління. Вона вимагає відповідної фіксації і зберігання. **Змінна** інформація відображає динамізм процесів фінансово-господарської діяльності (операційних процесів). У зв'язку з цим її збір і особливо обробка представляють найбільшу складність.

*За характером виникнення* інформація ділиться на первинну і вторинну.

**Первинною** називається інформація, яка виникає в ході операційної діяльності. Проте в своєму первинному вигляді така інформація мало придатна для використання в управлінні. Тому вона піддається обробці, перетворюючись на вторинну і у такому вигляді надходить до органу управління або до керівника. Прикладом може служити інформація про рівень рентабельності і конкурентоспроможності продукції, що випускається.

Для аналізу оперативної обстановки використовують як абсолютні так і відносні показники. Як відомо, абсолютні величини служать вихідними даними для всіх форм і прийомів кількісної характеристики суспільних явищ і процесів. Абсолютні показники, як форма відображення даних в конкретних умовах місця і часу, безпосередньо характеризують абсолютні розміри об'єктів (явищ, процесів) і їх ознаки в кількісному та вартісному вимірах. В той же час, абсолютні показники не дають наочної інформації про стан справ у порівнянні з іншими близькими «об'єктами».

Відносні величини є мірою співвідношення показників і відображають відносні розміри явищ. Відносні показники дозволяють порівняти явища, виявляти абсолютні розміри порівнювання. Відносні показники отримують шляхом ділення однієї величини на іншу, тобто у співвідношенні абсолютних величин, що використовуються для розрахунку відносних величин, розрізняють величину порівняння (чисельник) і базу порівняння (знаменник).

*За ступенем обробки* інформацію можна підрозділити на систематизовану і несистематизовану. **Систематизованою** називається інформація, яка регламентована за складом показників, періодичністю, термінами надання і адресатами. Така інформація, зокрема, оформляється у вигляді статистичної і бухгалтерської звітності.

**Несистематизована** інформація не має скільки-небудь певної регламентації. Поступає вона до керівника або в орган управління епізодично. Прикладом такої інформації можуть служити повідомлення про надзвичайні події (аварії, нещасні випадки, крадіжки, пожежі тощо).

*За ступенем конфіденційності* – для загального користування, службового користування, секретна, надсекретна, особливої важливості, така, що підлягає розголошуванню через встановлений термін.

*За мірою достовірності* – достовірна і перевірена, така, що підлягає додатковій перевірці, сумнівна, така, що базується на домислах і чутках.

*За призначенням* – **оперативна** інформація: служить для коректування діяльності організації; **звітна**: призначається для аналізу (вона буває статистичною, збираною в певні терміни в стандартній формі і що частково надається державним органам, і не статистичною).

*За можливостях закріплення і зберігання* – **що фіксується** на носіях інформації (зберігається часом нескінченно, не піддававшись при цьому спотворенню); **що не фіксується** (зберігається якийсь час в пам'яті людей, а потім поступово стирається і зникає).

*За ступенем важливості* – **основна** інформація включає відомості, необхідні для ухвалення рішень і виконання роботи (наприклад, вказівки, розпорядження, інструкції); **допоміжна** – полегшує роботу з основною; **бажана** (без якої, проте, не обійтись) – несе відомості про підсумки, перспективах на майбутнє, подіях внутрішнього життя і тому подібне

*За повнотою* – **часткова** інформація може використовуватися лише в сукупності з іншою; **комплексна** – дає всесторонньо вичерпні відомості про об'єкт і дозволяє безпосередньо ухвалювати будь-які рішення.

*За призначенням* – **універсальна** – необхідна для вирішення будь-яких проблем; **функціональна** – для вирішення споріднених проблем; і **індивідуалізована** – для вирішення даної, конкретної, унікальної проблеми.

*За напрямками руху* – **вхідна** (що входить) і **вихідна** (що виходить).

*За способами розповсюдження* – усна, письмова і комбінована інформація.

*Відповідно до порядку надання* – по разовому розпорядженню або запиту; у встановлені терміни; за ініціативою відправника.

*За способами відтворення* – візуальна, аудіовізуальна, аудіоінформація.

Потрібно також відзначити, що для керівників вищої ланки необхідна інформація переважно загального характеру, як внутрішня так і зовнішня, вона повинна бути досить якісною і дозволяти керівникові робити висновки і прогнози. А для керівників низової ланки потрібна постійна, вузькоспеціалізована і оперативна інформація, переважно про внутрішні процеси в організації і бажано в кількісній формі.

Керівник повинен також мати можливість отримувати вибірккову інформацію з необхідною деталізацією безпосередньо від працівників будь-якого рівня, а не тільки від прямих підлеглих.

Інформація, що використовується в процесі управління, повинна задовольняти певним вимогам. До таких вимог належать:

- репрезентативність;
- змістовність;
- достатність;
- доступність;
- стійкість;
- своєчасність;
- точність;
- актуальність;
- достовірність.

## **2.ФУНКЦІОНАЛЬНА СТРУКТУРА СИСТЕМИ**

Структура системи складається з таких компонентів:

- власне інформації;
- системи оброблення інформації;
- входу;
- виходу;
- внутрішніх і зовнішніх каналів.

Кожна система існує не відокремлено, а під дією як суміжних систем, так і навколишнього середовища. Кількість таких впливів безмежна, але враховуються тільки ті з них, які суттєво впливають на досліджувані параметри системи. Ці впливи називаються входами. Входи поділяють на керуючі та обурювальні. До керуючих впливів належать директиви, економічні нормативи, планові завдання, корективи обсягів робіт та ін.; до обурювальних - зриви у постачанні матеріалів (зовнішні), хвороби працівників, простої, вихід з ладу устаткування (внутрішні).

Оскільки всі системи - взаємозалежні, кожна з них, у свою чергу, впливає на зовнішнє середовище. Особливості цього впливу визначаються виходом системи.

Вхід і вихід системи є взаємозалежними, між ними існує прямий причинно-наслідковий зв'язок, що виявляється у функціонуванні системи.

Окрім вхідних і вихідних параметрів, система характеризується множиною змінних, які визначають внутрішній стан.

При дослідженні системи управління найбільший інтерес викликає залежність між її входом і виходом. Відповідно зміну вихідних параметрів під впливом вхідних кваліфікують як перетворення системи.

Цілеспрямованим впливом однієї системи (підсистеми) на іншу, який має на меті змінити її поведінку в певному напрямі (відповідно до заданої мети), є управління. Звідси випливає, що система, яка реалізує процес управління, складається, як мінімум, із двох частин: керованої (якою управляють) і керуючої (яка управляє).

Керована система — це виробничо-технічна система, а керуюча — це система вищого рівня. Механізми процесу управління дуже складні та важко-доступні для розгляду. Розкрити їх зміст допомагає кібернетичний підхід, який розглядає тільки інформаційні процеси.

Кожна система має властивості подільності і цілісності.

Властивість подільності означає, що систему можна уявити як таку, що складається з самостійних частин, кожна з яких може розглядатися як самостійна підсистема. Можливість виділення підсистем (декомпозиція системи) спрощує її аналіз, розробку, впровадження та експлуатацію і в той же час є досить складним завданням.

Властивість цілісності вказує на узгодженість цілей функціонування підсистем та елементів системи з цілями всієї системи.

**Функціональна структура системи** - структура, елементами якої є підсистеми (компоненти), функції ІС або її частини, а зв'язки між елементами -це потоки інформації, що циркулює між ними при функціонуванні ІС.

### 3 ЗАКОН НЕОБХІДНОСТІ РІЗНОМАНІТНОСТІ У. ЕШБІ

Даний закон був сформульований У. Ешбі в роботі "Введення в кібернетику" і відноситься до фундаментальних понять кібернетики і загальної теорії систем.

Формулювання закону: система, створювана для рішення проблеми, яка має відомим різноманітністю, повинна мати ще більшу різноманітність, ніж різноманітність вирішуваної проблеми.

Даний закон має важливе значення для побудови ефективної системи управління організацією. В системі управління виділяється суб'єкт управління (керуюча система) і об'єкт управління (керована система). Стосовно до системи управління закон необхідної різноманітності може бути сформульовано таким чином: для ефективного управління необхідно, щоб різноманітність керуючої системи було не менше, ніж різноманітність керованої системи. Це означає, що для управління великою (складною) системою керуюча система повинна мати значний власне різноманітність.

Закон необхідної різноманітності може бути представлений у вигляді наступного співвідношення:

$$\sum_{i=1}^n CY_i \geq \sum_{i=1}^n OY_i,$$

де  $CY_i$ - варіанти станів суб'єкта управління (керуючої системи);  $OY_i$ - варіанти станів об'єкта управління (керованої системи).

Під різноманітністю в найширшому сенсі розуміється кількісна міра числа станів, в яких система може перебувати під впливом зовнішнього середовища або внутрішніх причин. Стан системи - характеристика системи на даний момент її функціонування.

Необхідно уточнити поняття різноманітності стосовно системі управління організацією. Різноманітність керуючої і керованої систем можна розглядати в двох аспектах:

- Наявності елементів в даних системах;
- Різноманітності станів елементів даних систем.

У першому випадку дотримання закону означає, що в керуючій системі повинні бути передбачені відповідні елементи для контролю кожного з елементів керованої системи.

Поняття стану в системі управління пов'язано з впливом керуючої системи на керовану. Можна припустити, що керована система знаходиться в одному стані до тих пір, поки для її нормального функціонування не потрібно спеціального (нового) керуючого впливу. Якщо такий вплив потрібно, то це означає, що об'єкт перейшов у новий стан. Таким чином, різноманітність керованої системи - кількісна міра числа станів, які вимагають нових управлінських впливів.

Різноманітність керуючої системи - кількісна міра наявних варіантів дій керуючої системи на керовану систему.

Слід мати на увазі, що зміна станів керованої системи відносна, так як залежить від рівня управління і суб'єктивних особливостей керівника.

Лекцію підготував  
к.т.н., доцент,  
доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 8**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

Тема: «Декомпозиція системи»

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:**

проаналізувати етапи декомпозиції системи.

### **Загальні методичні вказівки**

22. Перевірити наявність слухачів на занятті.

23. Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.

24. Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Модель типу «чорний ящик»	20 хв.
2. Модель типу «сірий ящик»	25 хв.
3. Модель типу «білий ящик»	25 хв.
Закінчення .....	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

38. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
39. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
40. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
6. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
41. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
42. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

## ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

### 2. МОДЕЛЬ ТИПУ «ЧОРНИЙ ЯЩИК»

При застосуванні декомпозиції задача поділяється на підзадачі, система – на підсистемі, цілі – на підцілі тощо. Повторюючи цей процес можна створити ієрархічну деревоподібну структуру поділу. Звичайно, через складність об'єкта, слабку структурованість тощо, операцію декомпозиції виконує кваліфікований експерт. Різні експерти можуть давати різні переліки – дерева декомпозиції, це залежить від їхньої компетентності в даній галузі та методики, що застосовується.

З практичної точки зору дуже важливе питання про можливість декомпозиції системи на декілька підсистем. Припустимо, що деяка система визначається у явному вигляді за допомогою відношення  $n$ -го порядку:

$$R[X_1, \dots, X_n].$$

Загальний метод декомпозиції можна описати за допомогою операції множення відношень. Відношення  $R$  називають добутком відношень  $R_1$ , і  $R_2$ , якщо виконується умова

$$(xRy) \leftrightarrow [(xR_1z) \cap (zR_2y)].$$

Загальний метод декомпозиції полягає у тому, щоб представити відношення системи  $R$  у вигляді двох інших відношень  $R_1$  і  $R_2$ . Після того, як два таких відношення знайдено, систему можна представити як сукупність двох підсистем:

$$\begin{aligned} R_1[X_1, \dots, X_j, Z] \\ R_2[Z, X_{j+1}, \dots, X_n]. \end{aligned}$$

Основою декомпозиції є модель системи. Тому повна декомпозиція (тобто те, наскільки складено повний список частин цілого) залежить від завершеності моделі, її повноти. Через абстрактність моделі досить часто досягається її абсолютна повнота. Наприклад, наведена схема входів організаційної системи являється повною, тому що вказані всі типи можливих впливів на цю систему, звичайно, в узагальненому вигляді, який можна деталізувати наступною схемою (рис. 1).

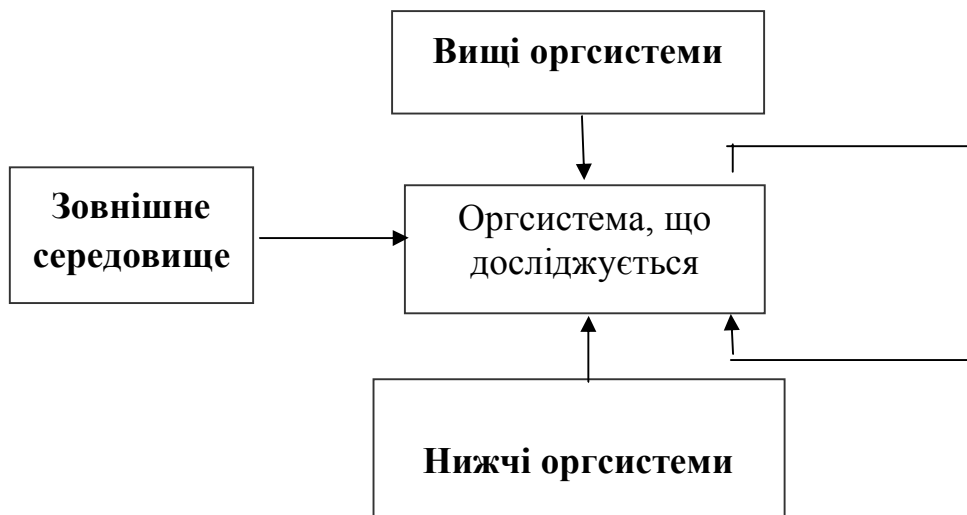


Рис.1 – Схема повної моделі системи

Другим прикладом є формальний список типів ресурсів, які може використовувати система. Цей список складається з матеріальних ресурсів, енергії, часу, інформації, трудових ресурсів (для соціотехнічних систем) та фінансів. Завдяки узагальненому списку при аналізі ресурсного забезпечення не пропускається жоден тип ресурсів.

Поняття «чорний ящик» було запропоновано У. Р. Ешбі. У кібернетиці воно дозволяє вивчати поведінку систем, тобто їх реакцій на різноманітні зовнішні впливи, і в той же час абстрагуватися від їх внутрішнього устрою. Таким чином, система вивчається не як сукупність взаємопов'язаних елементів, а як щось ціле, взаємодіє із середовищем на своїх входах і виходах. Метод «чорного ящика» застосовуємо в різних ситуаціях. Цей спосіб використовується при недоступності внутрішніх процесів системи для дослідження. Метод «чорного ящика» використовується при дослідженні систем, всі елементи і зв'язки яких в принципі доступні, але або численні і складні, що призводить до величезних витрат часу і коштів при безпосередньому вивченні, або таке вивчення неприпустимо з якихось міркувань.

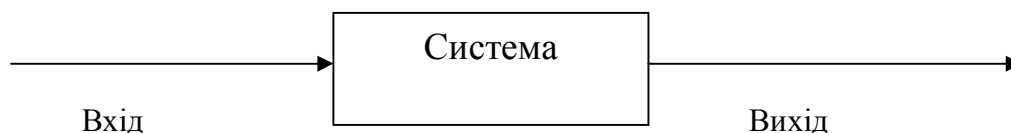


Рис. 2 – Модель типу «чорний ящик»

Дослідження за допомогою методу «чорного ящика» полягає в тому, що здійснюється попереднє спостереження за взаємодією системи з зовнішнім середовищем і уста-Постановою списку входних і вихідних впливів, серед яких виділяються суцтвен-ні впливу. Потім здійснюється вибір входів і виходів для дослідження з урахуванням наявних засобів впливу на систему і засобів спостереження за її поведінкою.

На наступному етапі виробляються вплив на входи системи та реєстрація її виходів. У процесі вивчення спостерігач і «чорний ящик» утворюють систему зі зворотним зв'язком, а первинні результати дослідження - безліч пар станів входу і виходу, аналіз яких дозволяє встановити між ними причинно-наслідковий зв'язок.

В даний час відомі два види «чорних ящиків». До першого виду відносять будь-який «чорний ящик», який може розглядатися як автомат, званий кінцевим або нескінченним. Поведінка таких «чорних ящиків» відомо.

До другого виду відносяться такі «чорні ящики», поведінка яких може бути наблюдаємо тільки в експерименті. У такому випадку в явній або неявній формі висказується гіпотеза про передбачуваність поведінки «чорного ящика» в ймовірно сенсі. Без попередньої гіпотези неможливо будь-яке узагальнення або, як кажуть, неможливо зробити індуктивний висновок на основі експериментів з «чорним ящиком».

Таким чином, «чорний ящик» - це система, в якій вхідні і вихідні величини відомі, а внутрішній устрій її і процеси, що відбуваються в ній, не відомі. Можна тільки вивчати систему за її входи і виходи, але подібне вивчення не дозволяє отримати повного уявлення про внутрішній устрій системи, оскільки одним і тим же поведінкою можуть володіти різні системи.

Слід підкреслити, що головною причиною множинності входів і виходів моделі «чорного ящика» є те, що всяка реальна система, як і будь-який об'єкт, взаємодій з об'єктами зовнішнього середовища необмежену кількість разів і по різному приводу.

## 2 МОДЕЛЬ ТИПУ «СІРИЙ ЯЩИК»

Завдання ідентифікації у вузькому розумінні полягає в оцінюванні параметрів і станів системи, якщо відома структура моделі («сірий ящик»). Завданням ідентифікації є кількісне оцінювання певних параметрів. Для цього використовується параметрична ідентифікація математичної моделі. Прикладами таких моделей можуть бути диференціальні та різницеві рівняння, моделі типу «вхід – стан – вихід».

На рис. 3 зображено загальну схему ідентифікації системи. Вхідні впливи  $X$  на систему та модель однакові, виходи системи  $Y_s$  і моделі  $Y_m$  у загальному випадку відрізняються. Для їх порівняння потрібно сформулювати критерій подібності та мінімізувати його, тобто налагодити модель.

Прикладами моделей, створених на основі експериментальних даних, можуть бути моделі авторегресії різних порядків, ковзного середнього та моделі типу «вхід – вихід», побудовані за допомогою методу найменших квадратів.



Рис. 3. Загальна схема ідентифікації системи

### 3 МОДЕЛЬ ТИПУ «БІЛИЙ ЯЩИК»

Розглядаючи систему як щось цілісне та уособлене від зовнішнього середовища, дослідник описує зовнішні властивості системи (по відношенню до зовнішнього середовища). Сама система, її внутрішній „устрій” є, як правило, неоднорідною, що робить необхідним розрізняти внутрішні частини, тобто структурувати систему. Рівень та глибина структуризації залежить як від самої системи, так і від цілей, що стоять перед дослідником. У системі розрізняють елементи (ЕЛ) і підсистеми різних рівнів. Підсистеми складаються з різного набору елементів (рис.4)

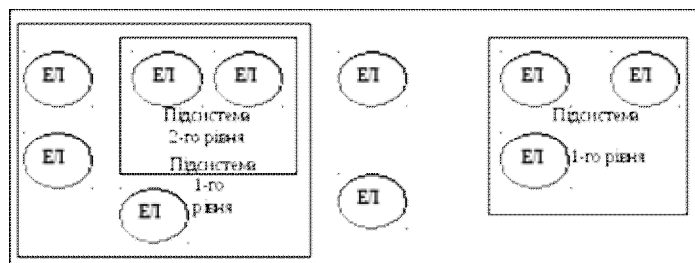


Рис. 4. Формальна модель типу „склад системи”

Побудова змістовної моделі системи на практиці є непростю задачею, її конкретний вигляд залежатиме від цілей моделювання, ступеня компетентності суб'єкта моделювання; рівня інформованості суб'єкта моделювання та спеціаліста-консультанта; необхідної глибини структуризації системи, що моделюється. Модель „склад системи“ повинна відповісти на питання про границі системи більш чітко, ніж модель „чорного ящика”, хоч це буває непростю.

Лекцію підготував  
к.т.н., доцент,  
доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 9**

з навчальної дисципліни

**«Теорія систем та системного аналізу»**

**Тема: «Моделювання систем»**

м. Харків



**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:** розглянути особливості моделювання систем, етапи побудови математичної моделі.

### **Загальні методичні вказівки**

25.Перевірити наявність курсантів та студентів на занятті.

26.Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.

27.Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ. ....	3 хв.
<b>1. Поняття «модель» та «моделювання»</b>	<b>30 хв.</b>
<b>2. Фізичне і математичне моделювання</b>	<b>30хв.</b>
<b>3. Алгоритм побудови математичної моделі</b>	<b>15 хв.</b>
Закінчення. ....	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

- 1. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ.-М.: ВШ, 1989.**
- 2. Смирнов Є.А. Управленческие решения. – М.: ИНФРА-М, 2001.**
- 3. Черноуцкий И.Г. Методы принятия решений. –СПб.: БХВ-Петербург. 2005. 416с.**
- 4. Москвин Б.В. Теория принятия решений. - СПб.: ВКА им. Можайского, 2005. 383с.**
- 5. Шикин Е.В. Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении. –М.: Дело, 2000. 430с.**
- 6. Черноуцкий И.Г. Методы оптимизации и принятия решений. - СПб: «Лань», 2001.**

# ЗМІСТ ЛЕКЦІЙ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## 1. Поняття «модель» и «моделирование»

Тому що загальна теорія систем розглядає не деякі конкретні системи, а то загальне, що є в різних системах незалежно від їхньої природи, предметом її вивчення є абстрактні моделі відповідних реальних систем.

*Модель* є виставою реального об'єкта, системи або поняття в деякій формі, відмінної від форми їх реального існування.

Усяка модель - це деяка аналогія: для однієї системи повинна існувати інша система, елементи якої з деякого погляду подібні елементів першої. Повинне існувати відображення, яке елементам системи, що моделюється ставить у відповідність елементи деякої іншої системи - моделюючої. Крім того, повинне існувати відображення, яке властивостям елементів системи, що моделюється, ставить у відповідність властивості елементів моделюючої системи.

Система не існує сама по собі, а виділяється з навколишнього середовища по якій-небудь системоутворючій ознаці, у якості якого найчастіше виступає мета системи. Взаємодія системи із зовнішнім середовищем здійснюється через вхід і вихід системи (безліч вхідних і вихідних параметрів).

Під *вхідними параметрами системи* розуміється комплекс параметрів зовнішнього середовища ( у тому числі вихідні параметри систем, зовнішніх стосовно розглянутої, наприклад, систем керування), що виявляють значний вплив на стан і значення вихідних параметрів розглянутої системи, що й піддаються обліку й аналізу засобами, наявними в розпорядженні дослідника.

*Вихідні параметри* - це комплекс параметрів системи, що виявляють безпосередній вплив на стан зовнішнього середовища й значимих з погляду мети дослідження.

Важливою особливістю функціонування складних систем є принципова невизначеність дійсного стану зовнішнього середовища в кожний момент часу. Природа цієї невизначеності пов'язана з наявністю ряду причин, найважливіші з яких обумовлені наступними факторами.

- Про деяких, можливо параметрах, що безпосередньо впливають на поведінку системи, зовнішнього середовища ( тобто параметрах, які варто було б віднести до категорії «вхідних») дослідник часто не знає, і, отже, не може їх врахувати.

- Деякі параметри зовнішнього середовища не можуть бути обмірювані в силу технічної непристосованості інформаційних засобів.

- Чисельні значення параметрів, що враховуються, оцінюються з помилками вимірів, обумовленими з одного боку - внутрішніми шумами вимірювальних обладнань, а з іншого - зовнішніми перешкодами.

Вплив на систему подібних неврахованих факторів компенсується введенням у модель додаткових зв'язків - зовнішніх впливів, що обурюють, або «шумів».

Система може перебувати в різних станах. Стан будь-якої системи в певний момент часу можна з певною точністю охарактеризувати сукупністю значень параметрів стану  $q$ .

Таким чином, система характеризується трьома групами змінних:

1. Вхідні змінні, які генеруються системами, зовнішніми щодо досліджуваної

$$\bar{x} = x_1, x_2, x_3 \dots x_n;$$

2. Вихідні змінні, що визначають вплив досліджуваної системи на навколишнє середовище

$$\bar{y} = y_1, y_2, y_3 \dots y_l;$$

3. Параметри стану, що характеризують динамічну поведінку досліджуваної системи

$$\bar{q} = q_1, q_2, q_3 \dots q_m.$$

При дослідженні більшості систем усі три групи введених величин передбачаються функціями часу.

## 2. ФІЗИЧНЕ Й МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Тому що поняття «моделювання» є досить загальним і універсальним, до способів моделювання ставляться настільки різні підходи як, наприклад, метод мембранної аналогії (фізичне моделювання) і методи лінійного програмування (оптимізаційне математичне моделювання). Для того щоб упорядкувати вживання терміна «моделювання» вводять класифікацію різних способів моделювання. У найбільш загальній формі виділяються дві групи різних підходів до моделювання, обумовлених поняттями «фізичне моделювання» і «ідеальне моделювання».

*Фізичне моделювання* здійснюється шляхом відтворення досліджуваного процесу на моделі, що має в загальному випадку відмінну від оригіналу природу, але однаковий математичний опис процесу функціонування.

Сукупність підходів до дослідження складних систем, обумовлена терміном «*математичне моделювання*», є однієї з різновидів ідеального моделювання. Математичне моделювання засноване на використанні для дослідження системи сукупності математичних співвідношень (формул, рівнянь, операторів і т.д.), що визначають структуру досліджуваної системи і її поведінка.

*Математична модель* - це сукупність математичних об'єктів (чисел, символів, безлічей і т.д.), що відбивають найважливіші для дослідника властивості технічного об'єкта, процесу або системи.

*Математичне моделювання* - це процес створення математичної моделі й оперування нею з метою одержання нової інформації про об'єкт дослідження.

Побудова математичної моделі реальної системи, процесу або явища припускає розв'язок двох класів завдань, пов'язаних з побудовою «зовнішнього» і «внутрішнього» опису системи. Етап, пов'язаний з побудовою зовнішнього опису системи називається макропідходом. Етап, пов'язаний з побудовою внутрішнього опису системи називається мікропідходом.

*Макропідхід* - спосіб, за допомогою якого проводиться зовнішній опис системи. На етапі побудови зовнішнього опису робиться упор на спільну поведінку всіх елементів системи, точно вказується, як система відгукується на кожне з можливих зовнішніх (вхідних) впливів  $\bar{x}$ . Система розглядається як «чорний ящик», внутрішня будова якого невідомо. У процесі побудови зовнішнього опису дослідник має можливість, впливаючи різним образом на вхід системи, аналізувати її реакцію на відповідні вхідні впливи. При цьому ступінь різноманітності вхідних впливів принциповим образом пов'язана з різноманітністю станів виходів системи. Якщо на кожену нову комбінацію вхідних впливів система реагує непередбаченим образом, випробування необхідно продовжувати. Якщо на підставі отриманої інформації може бути побудована система, у точності, що повторює поведінку досліджуваної, завдання макропідходу можна вважати вирішеною.

Отже, метод «чорного ящика» полягає в тому, щоб виявити, наскільки це можливо, структуру системи й принципи її функціонування, спостерігаючи тільки входи й виходи. Подібний спосіб опису системи деяким чином аналогічний табличному завданню функції.

При *мікропідході* структура системи передбачається відомою, тобто передбачається відомим внутрішній механізм перетворення вхідних сигналів у вихідні. Дослідження зводиться до розгляду окремих елементів системи. Вибір цих елементів неоднозначний і визначається завданнями дослідження й характером досліджуваної системи. При використанні мікропідходу вивчається структура кожного з виділених елементів, їх функції, сукупність і діапазон можливих змін параметрів.

*Мікропідхід* - спосіб, за допомогою якого проводиться внутрішній опис системи, тобто опис системи у функціональній формі.

Результатом цього етапу дослідження повинен з'явитися висновок залежностей, що визначають зв'язок між безлічами вхідних параметрів, параметрів стану й вихідних параметрів системи. Перехід від зовнішнього опису системи до її внутрішнього опису називають завданням реалізації.

Завдання реалізації полягає в переході від зовнішнього опису системи до її внутрішнього опису. Завдання реалізації являє собою одну з найважливіших завдань у дослідженні систем і, по суті, відбиває абстрактне формулювання наукового підходу до побудови математичної моделі. У такій постановці завдання моделювання полягає в побудові безлічі станів і вхід-вихідного відображення досліджуваної системи на основі експериментальних даних. У цей час завдання реалізації вирішене в загальному виді для систем, у яких відображення вхід-вихід лінійно. Для нелінійних систем загального розв'язку завдання реалізації поки не знайдено.

### 3. АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Процедуру побудови математичної моделі реальної системи, процесу або явища можна представити у вигляді алгоритму. Блок-схема, що ілюструє алгоритм побудови математичної моделі, наведена на рис. 1.

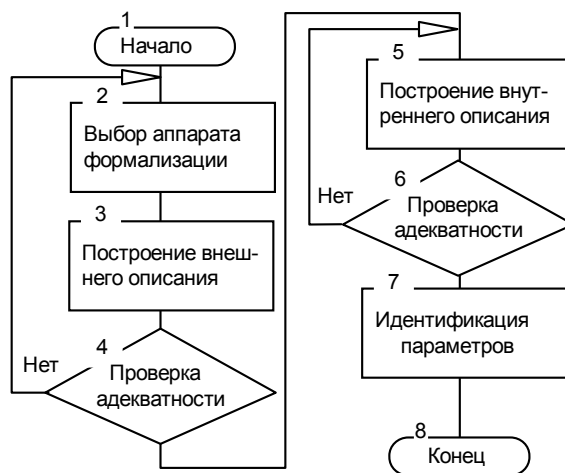


Рис.1 Алгоритм побудови моделі системи

Основні етапи побудови математичної моделі.

1. Виділення системи із зовнішнього середовища. Виділення зв'язків із зовнішнім середовищем, розбивка безлічі зв'язків на вхідні й вихідні параметри. Спостереження за системою, нагромадження інформації, достатньої для висування гіпотез про структуру системи і її функціонуванні.

2. Вибір апарата формалізації здійснюється дослідником і залежить від багатьох факторів, зокрема - від цілей моделювання, наявної інформації, отриманих експериментальних даних.

3. Побудова зовнішнього опису зводиться до пошуку області визначення (у просторі вхідних впливів) і області значень (у просторі виходу), розмірність яких була визначено на етапі 1, і визначенні відповідності між вхідними й вихідними параметрами.

4,6. Якщо перевірка адекватності показує, що побудована модель не задовольняє пропонованим до неї вимогам і причиною цього є більш складний характер поведінки системи, то проводиться вибір нового методу математичного опису.

5. У випадку вдалого побудованого зовнішнього опису проводиться перехід до внутрішнього опису, при цьому розмірність простору станів системи ( тобто розмірність вектора  $\vec{q}$  ) повинна бути мінімальною.

7. Визначення (ідентифікація) якісних і кількісних характеристик параметрів, що визначають функціонування системи.

Серед представлених етапів побудови математичної моделі методи ідентифікації параметрів найбільше добре розроблені. При їхнім використанні передбачається, що структура системи відома, а невідомі тільки значення параметрів. Завдання параметричної ідентифікації в цьому випадку зводиться до пошуку значень параметрів, що забезпечують мінімізацію деякої функції помилки. Особливе значення на всіх етапах побудови математичної моделі є

перевірка адекватності, несуперечності моделі і її достатності для реалізації цілей дослідження.

Якщо побудована модель недостатньо повно відбиває властивості системи, що моделюється, то ніяке застосування найсучасніших засобів і методів дослідження не може дати задовільних результатів. Таке неминуча властивість використання математичної моделі. Усі одержувані при її дослідженні результати відбивають властивості властиво моделі, а не вихідної системи, для дослідження якої модель була розроблена. Після того, як модель побудована, вона починає «жити своїм власним життям».

Лекцію підготував  
к.т.н., доцент,  
доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 10**

з навчальної дисципліни

**«Теорія систем та системного аналізу»**

**Тема: «Особливості вирішення задачі умовної оптимізації»**

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:** розглянути основні підходи до оптимізаційних моделей при ухваленні рішень.

### **Загальні методичні вказівки**

28.Перевірити наявність курсантів та студентів на занятті.

29.Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.

30.Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ. ....	3 хв.
1. Сутність методів оптимізації .....	30 хв.
2. Лінійні моделі оптимізації в управлінні.....	25 хв.
3. Рішення задач оптимізації за допомогою електронних таблиць Excel .....	15 хв
Закінчення. ....	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

1. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ.-М.: ВШ, 1989.
2. Смирнов Є.А. Управленческие решения. – М.: ИНФРА-М, 2001.
3. Черноуцкий И.Г. Методы принятия решений. –СПб.: БХВ-Петербург. 2005. 416с.
4. Москвин Б.В. Теория принятия решений. - СПб.: ВКА им. Можайского, 2005. 383с.
5. Шикин Е.В. Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении. –М.: Дело, 2000. 430с.
6. Черноуцкий И.Г. Методы оптимизации и принятия решений. - СПб: «Лань», 2001.



# ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## 1. СУТНІСТЬ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ

Успішність вирішення переважної більшості економічних завдань залежить від найбільш ефективного способу використання ресурсів (грошей, товарів, сировини, устаткування, робочої сили і ін.). Саме ефективністю використання, як правило, обмежених, ресурсів визначається кінцевий результат діяльності будь-якої економічної системи (фірми, підприємства, галузі).

Економічна суть *методів оптимізації* полягає в тому, що виходячи з наявності певних ресурсів вибирається такий спосіб їх використання (розподіли), при якому забезпечується максимум (або мінімум) показника, що цікавить, ОПР.

Завдання знаходження значень параметрів, що забезпечують екстремум функції  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  за наявності обмежень, накладених на аргументи (незалежні змінні)  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , носять загальну назву *завдань математичного програмування*.

Труднощі, що виникають при вирішенні завдань математичного програмування, визначаються, зокрема:

- видом функціональної залежності критерію ефективності, званого також цільовою функцією, від незалежних змінних;
- розмірністю завдання, тобто кількістю незалежних змінних;
- виглядом і кількістю обмежень, яким задовольняють незалежні змінні.

Серед завдань математичного програмування найпростішими і найкраще вивченими є так звані завдання *лінійного програмування (лінійній оптимізації)*. Для них характерне те, що цільова функція лінійно залежить від параметрів, а також те, що обмеження, що накладаються на незалежні змінні, мають вид лінійної рівності або нерівностей щодо цих змінних.

Такі завдання часто зустрічаються на практиці – наприклад, при вирішенні проблем, пов'язаних з розподілом ресурсів, плануванням виробництва, організацією роботи транспорту і так далі У багатьох випадках витрати і доходи лінійно залежать від кількості куплених або таких, що утилізували засобів (наприклад, сумарна вартість партії товарів лінійно залежить від кількості куплених одиниць; оплата перевезень проводиться пропорційно вазі вантажів, що перевозяться, і тому подібне).

Завдання лінійного програмування, природно, не вичерпують всі можливі типи взаємозв'язків економічних параметрів. Складнішими для аналізу і чисельного рішення є завдання *нелінійного програмування (нелінійній оптимізації)*, що характеризуються нелінійною залежністю цільової функції і (або) функцій-обмежень від незалежних змінних  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

Відзначимо ще два типи завдань математичного програмування, що мають широку поширеність в практиці ухвалення управлінських рішень.

*Динамічне програмування* служить для вибору якнайкращого плану виконання багатоетапних дій. У загальному вигляді постановка завдання динамічного програмування зводиться до наступного. Є деяка керована операція (цілеспрямована дія), що розпадається (природно або штучно) на ряд кроків (етапів). На кожному етапі здійснюється розподіл і перерозподіл ресурсів (управління) з метою поліпшення її результату в цілому. Завдання динамічного програмування – визначити оптимальне управління на кожному кроці і, тим самим, оптимальне управління всією операцією в цілому.

Слід зазначити також *завдання стохастичного програмування*. Особливість даного класу завдань полягає в тому, що шукається оптимальне рішення в умовах *неповної визначеності*, коли ряд параметрів, що входять в цільову функцію і обмеження, є випадкові величини.

Вирішення завдань динамічного і стохастичного програмування, а також ряду інших завдань (наприклад, *параметричного* програмування), виходить за рамки нашого курсу.

## 2. ЛІНІЙНІ МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ В УПРАВЛІННІ

Спочатку розглянемо завдання лінійної оптимізації (або оптимізаційні завдання лінійного програмування), математичні моделі яких містять лише лінійні залежності від змінних.

Як вже наголошувалося, оптимізація, що включає теорію і методи вирішення завдань, в яких критерій оптимальності (цільова функція) лінійно залежить від параметрів завдання, є найбільш розробленим розділом інформаційних технологій оптимальних рішень. Лінійні моделі широко використовуються в теорії і практиці ухвалення управлінських рішень.

Сучасні інформаційні технології оптимізації вирішень широкого класу практичних завдань включають їх формулювання (побудова математичної моделі), математичні методи і комп'ютерні програми вирішення цих завдань, а також методи економіко-математичного аналізу оптимальних рішень.

Загальне завдання лінійної оптимізації полягає в знаходженні максимуму (мінімуму) лінійної цільової функції

$$f(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max(\min), \quad (2.1)$$

при обмеженнях

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i=1, 2, \dots, k, \quad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad i=k+1, \dots, m, \quad (2.3)$$

$$x_j \geq 0, \quad j=1, 2, \dots, n. \quad (2.4)$$

Функція  $f(x)$  називається цільовою функцією, критерієм оптимальності або лінійною формою.

Вектор значень невідомих, таких, що задовольняють умові завдання (2.1) - (2.4), називається допустимим рішенням або допустимим планом завдання лінійної оптимізації. Сукупність всіх допустимих планів називається безліччю допустимих планів. Допустиме рішення  $x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$  називається оптимальним, якщо воно забезпечує максимальне (або, залежно від умов завдання, - мінімальне) значення цільової функції.

Вирішення завдань лінійної оптимізації може бути отримане без особливих ускладнень (природно, при коректному формулюванні проблеми). Класичним методом вирішення завдань даного типу є симплекс-метод. У разі лише двох змінних успішно може використовуватися також графічний метод рішення, що володіє перевагою наочності. Очевидно, у випадку  $n > 2$  застосування графічного методу неможливе.

При вирішенні ряду оптимізаційних завдань потрібно, щоб значення невідомих виражалися в цілих числах. Природно, до завдань подібного типу відносяться ті, в яких потрібно визначити необхідні для ухвалення рішень значення фізично цілісних об'єктів (машин, агрегатів різного типу, людей, транспортних одиниць і так далі і тому подібне). Такі завдання відносяться до завдань цілочисельної оптимізації. Математична модель завдання лінійної цілочисельної оптимізації також визначається формулами (2.1) -(2.4), але в даному випадку накладається додаткова вимога цілочисельності всіх (або частини) невідомих. Якщо вимога цілочисельності розповсюджується лише на частину невідомих величин завдання, то таке завдання називається частково цілочисельним.

Процес побудови математичної моделі для вирішення завдання починається, як правило, з відповідей на наступні питання:

- Для визначення яких величин повинна бути побудована модель, тобто як ідентифікувати змінні завдання?
- Які обмеження повинні бути накладені на змінні, щоб виконувалися умови, характерні для модельованої системи?
- У чому полягає мета завдання, для досягнення якої зі всіх допустимих значень змінних потрібно вибрати ті, які відповідатимуть оптимальному (якнайкращому) рішенням задачі?

Після відповіді на дані питання для побудови моделі залишається тільки ідентифікувати змінні і представити мету і обмеження у вигляді математичних функцій цих змінних.

Належний аналіз питань подібного роду і коректне формулювання математичної моделі є центральною ланкою вирішення завдань лінійної (і не тільки лінійною) оптимізації.

До одноцільових (однокритеріальних) моделей належать моделі "прибуток - витрати" і "ефективність - витрати". До багатоцільових (багатокритеріальних) моделям - багатовимірні функції корисності і апріорні моделі порівняння

варіантів, засновані на обробці експертної інформації, які розрізняються схемами агрегування вихідних (локальних, приватних) цілей і критеріїв.

Моделі компромісів описують способи зважування та оцінки замін в засобах і цілях і особливо істотні для складних систем, що містять взаємозалежні підсистеми. Зазвичай виділяється два типи моделей: моделі, які описують компроміси між взаємно заміщають системами, коли одна система може бути заміщена іншою з точки зору досягнення цілей загальної системи; моделі, що відносяться до компромісів між взаємно додатковими системами, коли одна з них доповнює (підсилює або послаблює) іншу. Оптимізаційні моделі в залежності від постановки задачі і ступеня її формалізації включають диференціальне числення, метод множників Лагранжа, методи лінійного програмування, цільове програмування, динамічне програмування, квадратичне і нелінійне програмування і т. п. діагностичні моделі встановлюють способи систематичного пошуку несправностей при порушенні нормальної роботи системи і базуються на використанні методів розпізнавання образів, таксономії і класифікації.

Одноцільові моделі. У цих моделях кожна альтернатива оцінюється одним критерієм, тому їх називають також однокритеріальні. З одноцільових моделей найбільш часто використовуються моделі двох типів: "прибуток - витрати" і "ефективність - витрати". Застосування моделі "прибуток - витрати" пов'язано з розрахунком одного економічного критерію, так званого коефіцієнта вартості  $C$ , що виражає різницю або відношення між прибутком і витратами, ефективністю та витратами, входом і виходом системи і т. д. У загальному випадку модель "прибуток - витрати" має вигляд

$$C + r \cdot K \rightarrow \min,$$

де  $C$  – поточні витрати;

$K$  – капітальні вкладення;

$r$  – коефіцієнт дисконтування.

Для того, щоб розрахунки за цими моделями були надійними (достовірними), потрібно враховувати якомога більше складових прибутку і витрат для першої моделі або ефекту і витрат для другої моделі. Приведені моделі, хоча і є спрощеними, володіють великою ступенем спільності і застосовні до вирішення різнотипних завдань вибору. Крім того, вони використовуються для знаходження компромісів, коли рішення формується під впливом конкуруючих факторів.

### **3. РІШЕННЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ EXCEL**

Ефективним засобом вирішення завдань лінійної оптимізації є MS Excel. Пакет що входить до складу даного програмного продукту Пошук рішення (Solver) дозволяє проводити вирішення завдань подібного роду з великим (понад 200) числом змінних і обмежень.

Відзначимо, що стосовно завдань оптимізації виробничої програми підприємства найбільш типовими завданнями лінійної оптимізації є оптимізація доходу,

прибутку, собівартості, номенклатури вироблюваної продукції, витрат верстатного часу і тому подібне

Розглянемо використання інформаційних технологій вирішення завдань лінійної оптимізації на ряду конкретних прикладів, що мають безпосереднє відношення до практики ухвалення управлінських рішень.

Приклад 2. Визначення оптимального асортименту продукції.

Підприємство виготовляє два види продукції П1 і П2, яка поступає в оптовий продаж. Для виробництва використовуються два види сировини А і В. Максимально можливі запаси сировини в добу складають 9 і 13 одиниць відповідно. Витрата сировини на одиницю продукції приведена в таблиці.

Таблиця 2.1

Сировина	Витрата сировини на одиницю продукції		Запас сировини, ед.
	П1	П2	
<i>A</i>	2	3	9
<i>B</i>	3	2	13

Маркетингові дослідження показали, що добовий попит на продукцію П1 не перевищує попит на продукцію П2 більш ніж на 1 ед. Крім того, відомо, що попит на продукцію П2 не перевищує 2 одиниць в добу.

Оптові ціни одиниці продукції рівні для П1 3 грошових одиниць, для П2- 4 грошових одиниці. Яка кількість продукції кожного виду повинне виробляти підприємство, щоб дохід від реалізації продукції був максимальним?

Рішення. Очевидно, фірмі потрібно визначити об'єми виробництва кожного виду продукції в тоннах, що максимізували дохід від реалізації продукції, з урахуванням обмежень на попит і витрату початкових продуктів. Припустимо, що підприємство виготовить  $x_1$  одиниць продукції П1 і  $x_2$  одиниць продукції П2. Оскільки виробництво продукції обмежене сировиною кожного виду, що є у розпорядженні підприємства, і попитом на дану продукцію, а також враховуючи, що кількість виробів, що виготовляються, не може бути негативною, отримаємо наступну систему обмежень:

$$2x_1 + 3x_2 \leq 9;$$

$$3x_1 + 2x_2 \leq 13;$$

$$x_1 - x_2 \leq 1;$$

$$x_2 \leq 2;$$

$$x_1, x_2 \geq 0.$$

Дохід від реалізації продукції (цільова функція) складе  $f(x_1, x_2) = 3x_1 + 4x_2$ . Таким чином, дане просте завдання зводиться до максимізації цільової функції  $f$  при обліку вищенаведених обмежень.

Проведемо рішення задачі в Excel.

Введемо дані на робочий лист так, як показано на Рис 2.1.

Шукані значення змінних  $x_1, x_2$  розташовуватимуться в осередках A10 і B10 відповідно, цільова функція – в осередку E10.

	A	B	C	D	E
1					
2	<b>Функции-ограничения</b>	<b>Знаки ограничений</b>	<b>Значения ограничений</b>		
3		≤	9		
4		≤	13		
5					
6					
7					
8	<b>Значения переменных</b>				
9	X1	X2	X1-X2		<b>Целевая функция</b>
10					
11					

Рис. 2.1.

У осередки A3, A4 введемо ліві частини функцій – обмежень:  $=2*A10+3*B10$  і  $=3*A10+2*B10$  відповідно. У осередок C10 введемо ліву частину третьої функції-обмеження:  $=A10-B10$ .

Далі, запускаємо пакет Пошук рішення (Сервіс → Пошук рішення) і встановлюємо цільову і змінні осередки, а також вводимо обмеження (Рис.2.2):

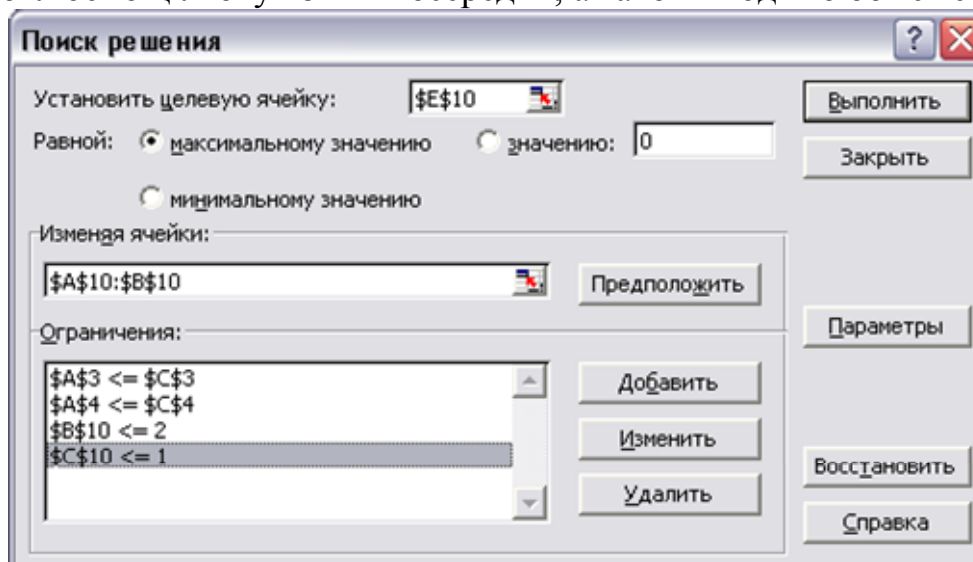


Рис. 2.2. Вікно діалогу Пошук рішення.

**Пошук рішення дає відповідь  $x_1 = 2.4$ ,  $x_2 = 1.4$ ,**

Лекцію підготував  
к.т.н., доцент,  
доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 11**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

Тема: **«Особливості рішення транспортної задачі»**

м. Харків



**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:**

проаналізувати термін «транспортна задача», розглянути основні види транспортної задачі та методи її вирішення.

### **Загальні методичні вказівки**

7. Перевірити наявність слухачів на занятті.
8. Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.
9. Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Математична модель транспортної задачі	20 хв.
2. Закрита транспортна задача	25 хв.
3. Відкрита транспортна задача	25 хв.
Закінчення . . . . .	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

43. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
44. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
45. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
7. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
46. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
47. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

## ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

### 3. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ

Математична постановка задачі полягає у визначенні оптимального плану перевезень деякого вантажу з  $m$  пунктів відправлення  $A_1, A_2, \dots, A_m$  в  $n$  пунктів призначення  $B_1, B_2, \dots, B_n$ . При цьому в якості критерію оптимальності звичайно вибирається або мінімальна вартість перевезень усього вантажу, або мінімальний час його доставки.

Позначимо через  $C_{ij}$  вартість перевезення одиниці вантажу з  $i$ -го пункту відправлення в  $j$ -й пункт призначення;  $a_i$  - запаси вантажу в  $i$ -м пункті відправлення (величина пропозиції);  $b_j$  - потреби в цьому вантажі в  $j$ -м пункті призначення (величина попиту);  $X_{ij}$  - обсяг перевезень (кількість переміщуваних одиниць вантажу) з  $i$ -го пункту відправлення в  $j$ -й пункт призначення.

Тоді математична модель транспортної задачі має такий вигляд: визначити мінімум цільової функції

$$f(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

при виконанні наступних обмежень:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i; \quad i = \overline{1, m}, \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j; \quad j = \overline{1, n}, \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{ij} \geq 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}. \end{array} \right. \quad (4)$$

Звичайно вихідні дані транспортної задачі представляються у вигляді таблиці. Внутрішня частина цієї таблиці є об'єднанням двох матриць: матриці перевезень  $X = \{ X_{ij} \}$  і матриці вартостей  $Z = \{ C_{ij} \}$  (див. далі).

Якщо загальний запас вантажу в постачальників дорівнює потреби у вантажі в споживачів, тобто якщо виконується умова

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad (5)$$

те модель такої транспортної задачі називається *закритою*, а якщо умова не виконується, то задача називається *відкритою*.

Пункти відправлення	Пункти призначення						Запаси (пропозиція)
	$B_1$	$B_2$	...	$B_j$	...	$B_n$	

$A_1$	$X_{11}$	$X_{12}$	...	$X_{1j}$	...	$X_{1n}$	$a_1$
$A_2$	$X_{21}$	$X_{22}$	...	$X_{2j}$	...	$X_{2n}$	$a_2$
...	...	...	...	...	...	...	...
$A_i$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	...	$X_{ij}$	...	$X_{in}$	$a_i$
...	...	...	...	...	...	...	...
$A_m$	$X_{m1}$	$X_{m2}$	...	$X_{mj}$	...	$X_{mn}$	$a_m$
Потреби (попит)	$b_1$	$b_2$	...	$b_j$	...	$b_m$	$\sum b_j = \sum a_i$

*Визначення 1.* Усякий ненегативний розв'язок систем лінійних рівнянь (2) і (3), обумовлене матрицею  $X = \{ X_{ij} \}$ ;  $i = \overline{1, m}$ ;  $j = \overline{1, n}$ , називається планом транспортної задачі.

*Визначення 2.* План  $X^* = \{ X_{ij}^* \}$ , при якому функція мети 1 ухвалює мінімальне значення, називається оптимальним планом транспортної задачі.

Обмеження 2 і 3 транспортної задачі являють собою дві групи рівнянь. Перша з них, тобто система рівнянь 2, означає те, що сума перевезень по кожному рядковій таблиці повинна бути дорівнює відповідному запасу  $a_i$ . Кожне рівняння другої системи 3 означає те, що сума перевезень по кожному стовпцю таблиці повинна бути дорівнює відповідної потреби  $b_j$ . Транспортна задача являє собою завдання лінійного програмування, записане в канонічному виді. Отже, її можна вирішувати симплексним методом. Однак для розв'язку транспортних завдань існують спеціальні методи.

Особливості транспортного завдання:

1. Закрита транспортна задача завжди сумісна, має план, тобто має рішення.
2. Якщо значення  $a_i$  й  $b_j$  – цілі й ненегативні, то транспортна задача має цілочисельне рішення.

3. Клітки таблиці транспортної задачі з координатами, у яких проставлені значення перевезень, називаються базисними й відповідають базисним змінним, а інші клітки залишаються вільними. Для невираженого опорного плану в таблиці транспортної задачі буде заповнена позитивними числами  $m + n - 1$  клітка. Якщо ж опорний план завдання вироджен, то частина базисних кліток буде заповнена нулями.

#### 4. ЗАКРИТА ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА

Для визначення початкового опорного плану існують кілька різних методів. Це - метод північно-західного кута, метод мінімального елемента, або мінімальної вартості, і інші.

*Метод північно-західного кута.* Нехай умова транспортної задачі задано в таблиці нижче:

Пункти відправлення	Пункти призначення				Запаси (пропозиція)
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	
1	2	3	4	5	6
A <sub>1</sub>	5	4	2	5	30
A <sub>2</sub>	6	1	1	3	70
A <sub>3</sub>	2	3	1	8	50
A <sub>4</sub>	6	3	2	1	100
Потреби (попит)	20	90	70	70	Σ250

Побудований план є опорним. У розглянутій задачі число пунктів відправлення  $m = 4$  і число пунктів призначення  $n = 4$ , отже, невироджених план завдання визначається числами, що стоять в  $m + n - 1 = 4 + 4 - 1 = 7$  заповнених клітинах.

Пункти відправлення	Пункти призначення				Запаси (пропозиція)
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	
A <sub>1</sub>	20 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>			30
A <sub>2</sub>		70 <sup>1</sup>			70
A <sub>3</sub>		10 <sup>3</sup>	40 <sup>1</sup>		50
A <sub>4</sub>			30 <sup>2</sup>	70 <sup>1</sup>	100
Потреби (попит)	20	90	70	70	-

Запишемо початковий опорний план у вигляді матриці X:

$$X = \begin{pmatrix} 20 & 10 & 0 & 0 \\ 0 & 70 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 40 & 0 \\ 0 & 0 & 30 & 70 \end{pmatrix}.$$

Згідно з цим планом перевезень функція мети - загальна вартість перевезень всього вантажу – становить

$$f(x) = 5 \cdot 20 + 4 \cdot 10 + 1 \cdot 70 + 3 \cdot 10 + 1 \cdot 40 + 2 \cdot 30 + 1 \cdot 70 = 410.$$

*Вироджений план.* При побудові опорного плану потрібно стежити, щоб сума перевезень по кожному рядку дорівнювала відповідним запасам, а сума перевезень по кожному колонку - потреби. Кількість заповнених клітин одно  $m + n - 1$ . Якщо план вироджений, тобто якщо на черговому кроці запас  $a_i$  дорівнюватиме потребі  $b_j$ , в цьому випадку необхідно вважати одну з кліток (або праворуч, або під останнього заповненого кліткою) базисної зі значенням, рівним

нулю. Цей нуль вписують, і відповідна клітина вважається зайнятою. Нехай умови задачі задані наступною таблицею:

Пункти відправлення	Пункти призначення				Запаси (пропозиція)
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	
A <sub>1</sub>	20 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	<sup>2</sup>	<sup>5</sup>	30
A <sub>2</sub>	<sup>6</sup>	70 <sup>1</sup>	<sup>1</sup>	<sup>3</sup>	70
A <sub>3</sub>	<sup>2</sup>	0 <sup>3</sup>	30 <sup>1</sup>	20 <sup>8</sup>	50
A <sub>4</sub>	<sup>6</sup>	<sup>3</sup>	<sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100
попит	20	80	30	120	Σ250

*Метод мінімального елемента.* Вибір пунктів відправлення і призначення можна виробляти інакше, орієнтуючись на вартість перевезень, тобто на кожному кроці слід вибирати якусь клітку, що відповідає мінімальній вартості перевезення. Якщо таких клітин кілька, то можна вибрати будь-яку.

### 3. ВІДКРИТА ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА

Якщо не дотримується баланс пропозиції та попиту, тобто

$$\sum_{i=1}^m a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j,$$

то така задача називається відкритою. Для вирішення такого завдання, якщо загальна пропозиція перевищує сукупний попит, то є

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j,$$

необхідно ввести в модель фіктивний пункт споживання (B<sub>n+1</sub>) в n+1-м стовпці матриці транспортної задачі. При цьому вартість перевезення для фіктивного пункту споживання дорівнюють нулю:

$$C_{i,n+1} = 0; \quad i = \overline{1, m}.$$

Потреба у вантажі фіктивного пункту призначення дорівнює різниці пропозиції і попиту:

Пункти відправлення	Пункти призначення						Запаси (пропозиція)
	B <sub>1</sub>	...	B <sub>j</sub>	...	B <sub>n</sub>	(B <sub>n+1</sub> )	
A <sub>1</sub>	C <sub>11</sub>		C <sub>1j</sub>		C <sub>1n</sub>	0	a <sub>1</sub>
...		...		...			
A <sub>i</sub>	C <sub>i1</sub>		C <sub>ij</sub>		C <sub>in</sub>	0	a <sub>i</sub>
...		...		...			
A <sub>m</sub>	C <sub>m1</sub>		C <sub>mj</sub>		C <sub>mn</sub>	0	a <sub>m</sub>

Потреби (попит)	$b_1$	...	$b_j$	...	$b_m$	$(b_{n+1} = \sum a_i - \sum b_j)$
--------------------	-------	-----	-------	-----	-------	-----------------------------------

Якщо величина сумарного попиту перевищує сумарне пропозицію, тобто

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j,$$

необхідно ввести в модель фіктивний пункт відправлення вантажів ( $A_{m+1}$ ) в  $m+1$ -й рядок матриці транспортної задачі. При цьому вартість перевезення від фіктивного пункту відправлення дорівнюють нулю:

$$C_{m+1,j} = 0; \quad j = \overline{1, n}.$$

Пропозиція фіктивного пункту відправлення дорівнює різниці суми потреб і запасів вантажів:

Пункти відправлення	Пункты призначення					Запаси (пропозиція)
	$B_1$	...	$B_j$	...	$B_n$	
$A_1$	$C_{11}$		$C_{1j}$		$C_{1n}$	$a_1$
...		...		...		
$A_i$	$C_{i1}$		$C_{ij}$		$C_{in}$	$a_i$
...		...		...		
$A_m$	$C_{m1}$		$C_{mj}$		$C_{mn}$	$a_m$
$(A_{m+1})$	0		0		0	$(A_{m+1} = \sum b_j - \sum a_i)$
Потреби (попит)	$b_1$	...	$b_j$	...	$b_m$	—

Лекцію підготував  
к.т.н., доцент,  
доцент каф. УтаОДСЦЗ

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 12**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

Тема: **«Прийняття рішень у складних системах»**

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:**

розвивати у слухачів логічне мислення, уміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки в процесі вироблення та прийняття рішень.

### **Загальні методичні вказівки**

10. Перевірити наявність слухачів на занятті.

11. Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.

12. Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

Вступ. ....	3 хв.
1. Системний аналіз як основа теорії прийняття управлінських рішень .....	15 хв.
2. Основні наукові категорії теорії прийняття рішень .....	35 хв.
3. Типи досліджень в теорії прийняття управлінських рішень .....	25 хв.
Закінчення. ....	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

13. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ.-М.: ВШ, 1989.

14. Смирнов Є.А. Управленческие решения. – М.: ИНФРА-М, 2001.

15. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. –СПб.: БХВ-Петербург. 2005. 416с.

16. Москвин Б.В. Теория принятия решений. - СПб.: ВКА им. Можайского, 2005. 383с.

17. Шикин Е.В. Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении. –М.: Дело, 2000. 430с.

18. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации и принятия решений. - СПб: «Лань», 2001.



## ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

### Вступ

Реальні ситуації, що складаються в суспільному житті будь-якої країни, відрізняються зростаючою складністю завдань, безперервною зміною і неповнотою даних, високою динамічністю процесів. У цих умовах інтелектуальні можливості людини можуть увійти до суперечності з об'ємом інформації, який необхідно осмислити і переробити в ході управління різноманітними технологічними і соціальними процесами. Внаслідок цього зростає небезпека зриву управління.

Основою управління, як відомо, є *рішення*. НТР настільки підвищила рівень енергоозброєності осіб, що ухвалюють рішення (ОПР), що помилки від невірно ухвалених рішень можуть привести не тільки до економічної катастрофи для окремого підприємця або галузі, але і до глобальної катастрофи для людства.

Дієвим способом підвищення ефективності і якості управління є оволодіння керівниками всіх рівнів методологією *системного аналізу* і ухвалення рішень на основі математичних методів. При цьому в ролі інтелектуального помічника людини виступає комп'ютер. Щоб наділити комп'ютер "інтелектуальними" здібностями, необхідно реальне управлінське завдання замінити *математичним аналогом*, а досвід і інтуїцію людини – його *моделями переваг*. Саме ці питання складають предмет *математичної теорії ухвалення рішень*.

Математична теорія ухвалення рішень в складних ситуаціях, яку часто називають *теорією прийняття рішень* (ТПР), займається розробкою загальних методів аналізу ситуацій ухвалення рішень. За допомогою цих методів вся інформація про проблему, включаючи відомості про переваги ОПР і його відношенні до ризику, а також думки ОПР про можливі реакції інших суб'єктів на ухвалені ним рішення, використовується для отримання виводу про те, який з варіантів рішення є якнайкращим.

Методологічну основу ТПР складають елементи наукової бази *системного підходу*. Системний підхід узагальнює теоретичні посилки і методи соціально-прикладних і технічних наук, а його концепції і принципи складають основу для подальшого уточнення і конкретизації в інших науках. Принципи системного підходу практично реалізуються в елементах наукової бази *системного аналізу*.

## 1. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЯК ОСНОВА ТЕОРІЇ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Сам *системний аналіз* – це сукупність конкретних, таких, що мають практичну спрямованість методичних підходів, практичних методів і алгоритмів, що дозволяють реалізувати теоретичні концепції і головні ідеї системного підходу в рамках соціально-економічних і технічних проблем. Системний підхід і системний аналіз складають базу таких наукових дисциплін, як *теорія управління*.

Теорія ухвалення рішень орієнтується на розробку і пошук оптимальних результатів по достатньо складних проблемах, із значною кількістю зв'язків і залежностей, обмежень і варіантів рішень. У зв'язку з цим використання системного підходу як методологічна база рішення подібних проблем є абсолютно необхідним.

Принципова особливість *системного підходу* полягає в розгляді об'єкту управління як складної системи з багатообразними внутрісистемними зв'язками між її окремими елементами і зовнішніми зв'язками з іншими системами.

Особливістю системного підходу є можливість обліку невизначеності поведінки елементів і системи в цілому, а також забезпечення узгодженості безлічі цілей при ухваленні рішення, зокрема, цілей елементів підсистем із загальними цілями системи.

Мета *системного аналізу* полягає в з'ясуванні реальних цілей ухвалюваного рішення, можливих варіантів досягнення цих цілей, встановленні умов появи проблеми, обмежень і наслідків рішення. Логічний системний аналіз доповнюється математичним аналізом системи. Характерними ознаками системного аналізу є наступні:

- рішення ухвалюються, як правило, щодо окремих елементів системи, тому необхідно враховувати взаємозв'язок елементу з іншими і загальну мету системи (тобто реалізовувати системний підхід);
- аналіз здійснюється за принципом – від загального до частого, спочатку для всього комплексу проблем, а далі для окремих складових;
- першорядне значення мають такі чинники, як час, вартість, якість роботи;
- нерідко дані аналізу орієнтують на вибір відповідного рішення;
- по відношенню до логічних думок системний аналіз є допоміжним елементом;

При вирішенні практичних завдань управління, зокрема, завдань ухвалення рішень, ОПР постійно використовує аналіз і синтез, системний підхід і конкретно-формальні методи.

Функції, що виконує ОПР по організації розробки (ухвалення) рішення, полягають в наступному:

- управління процесом вироблення рішення;
- визначення завдання, участь в її конкретизації і виборі критеріїв оцінки ефективності рішення;
- остаточний вибір з наявних варіантів рішення і відповідальність за нього;
- організація реалізації розробленого рішення виконавцями.

У розробці складних рішень, що вимагають використання системного аналізу, беруть участь фахівці – *системні аналітики (системотехніки)*.

Коротко викладемо функції системних аналітиків і керівників в процесі вироблення рішень.

### *Системні аналітики*

- виявляють цілі, зокрема за допомогою кількісних методів
- складають перелік можливих цілей і представляють його керівникові
- визначають підходи до вирішення проблеми
- виявляють і оцінюють альтернативи вирішення проблеми
- встановлюють причинно-наслідкові зв'язки між чинниками
- виявляють тенденції змін в розвитку об'єктів
- здійснюють вибір альтернатив і критеріїв оцінки
- проводять необхідні розрахунки.

### ***Керівник (ОПР)***

- розглядає склад цілей (уточнює старі і оцінює нові)
- бере участь в постановці завдання, виборі способів рішення
- враховує об'єктивні і суб'єктивні чинники, що впливають на вирішення проблем
- бере участь в оцінці ступеня ризику при ухваленні рішення
- розглядає дані аналізу
- контролює своєчасність підготовки рішення.

Таким чином, не дивлячись на визначальну роль ОПР в процесі вироблення рішення, в даному процесі часто задіяна велика група фахівців.

## **2. ОСНОВНІ НАУКОВІ КАТЕГОРІЇ ТЕОРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

*Об'єктом дослідження* ТПР є ситуація ухвалення рішень, або так звана *проблемна ситуація (ПС)*.

*Предметом дослідження* ТПР виступають загальні закономірності вироблення рішень в проблемних ситуаціях, а також закономірності, властиві процесу *моделювання* основних елементів проблемної ситуації.

*Основним призначенням* ТПР є розробка для практики науково обгрунтованих рекомендацій по організації і технології побудови процедур підготовки і ухвалення рішень в складних ситуаціях із застосуванням сучасних методів і засобів.

У основі сучасної ТПР лежить *комплексна концепція ухвалення рішень*, яка вимагає обліку всіх істотних аспектів проблемної ситуації і раціональної інтеграції як логічного мислення і інтуїції людини, так і математичних і технічних засобів. Згідно цієї концепції ухвалення рішення – це свідомий *вибір з ряду варіантів (альтернатив)*. Цей вибір проводить особа, що ухвалює рішення. В ролі ОПР виступає людина або колектив, що володіють правами вибору рішення і що несуть відповідальність за його наслідки.

Суть концепції ухвалення рішень полягає в тому, що спочатку ОПР (а при необхідності і фахівці з проблем ухвалення рішень) змістовно аналізує виниклу соціальну, економічну або ін. проблему. У результаті цієї творчій логічній діяльності і на основі особистої інтуїції ОПР формулює мету, досягнення якої, на його думку, вирішить проблему. Детально розібравшись в сутності мети і власних перевагах, ОПР формує способи досягнення мети і, нарешті, ухвалює

рішення про те, який з можливих способів, на його думку, якнайкращий, тобто здійснює **обґрунтований вибір**.

Для ухвалення рішення на науковій основі широко використовуються методи такої прикладної наукової дисципліни, як **дослідження операцій**. Проте застосування формальних методів дослідження операцій може бути почате **тільки після формулювання мети**. У цьому і полягає істотна відмінність в предметі дослідження цих двох наук. Теорія ухвалення рішень як **об'єкт дослідження** бере проблему і починає з формулювання мети. Проміжними етапами є **вибір якнайкращого рішення і інтерпретація його для практики**. ТПР закінчує застосування свого апарату тільки після вивчення ступеня досягнення цілі, що стояла перед ОПР і фіксації практичного досвіду.

Застосування ж апарату дослідження операцій починається тільки після того, як мета задана, і закінчується відшукуванням **оптимального рішення**, яке максимізувало (або мінімізує) **цільову функцію**, що моделює ступінь переваги в сенсі досягнення мети.

Перевагу того або іншого результату операції оцінюють величиною спеціальної числової функції, званої **критерієм**. Оптимальним вважається такий варіант проведення операції, який забезпечує якнайкраще значення критерію або якнайкраще (компромісне) поєднання значень всіх критеріїв (якщо їх декілька).

Існує круг завдань, для яких побудовані відпрацьовані математичні моделі, що дозволяють знаходити рішення без участі ОПР. Це завдання розподілу ресурсів, транспортні завдання, завдання масового обслуговування, управління запасами і ряд інших.

Проте є широкий круг завдань, що не укладаються в рамки перерахованих розділів дослідження операцій. Перш за все – це **багатокритерійні завдання**, що вирішуються в складних ситуаціях. Таким чином, **складними** рахуватимемо ситуації, які відрізняються наявністю **декількох критеріїв**, або дією **невизначених чинників**, або необхідністю врахування думки **декількох осіб**, а також інші “нестандартні” ситуації.

Багатокритеріальність пояснюється тим, що при оцінці дійсно складних ситуацій рідко вдається обійтися одним критерієм.

Як правило, в цьому сенсі критерії ефективності рішення **завжди суперечливі**. В результаті виявляється, що **не існує** рішення, якнайкращого одночасно по всіх критеріях. Наприклад, фірма не може отримати максимальний дохід при мінімальних витратах.

Наявність **невизначених чинників**, особливо у поєднанні з многокритеріальністю, істотно ускладнює ухвалення рішень. Навіть якщо діє найбільш вивчений в теоретичному відношенні чинник – випадковість і навіть якщо завдання однокритеріальне, то ухвалити рішення не просто, оскільки потрібно враховувати відношення ОПР до ризику, до можливості зазнати втрат або збитки із-за несприятливого збігу обставин.

Для випадку з іншими за своєю природою невизначеностями (**поведінковою, природною**) ситуація ухвалення рішення ще більш ускладнюється. Наприклад, частка в ринку збуту, на яку може розраховувати ОПР, часто не

визначена. На “суміжних” сегментах ринку конкуренти, як правило, переслідують власні цілі, часто невідомі ОПР, що робить процес вироблення рішення надзвичайно складним.

Одним з найважливіших початкових положень ТПР є теза про те, що **не існує абсолютно кращого рішення**. Якнайкращим рішення може вважатися лише для даного ОПР, відносно поставлених ним цілей, тільки в даному місці і на даний момент часу. Основне завдання ТПР полягає не в тому, щоб замінити людину в процесі вироблення рішення, а в тому, щоб допомогти йому розібратися в суті складної ситуації.

На закінчення розглянемо питання формування інформаційних ресурсів і використання інформаційних технологій в процесі дозволу проблемних ситуацій.

Система управління має **інформаційну природу**, організовує узгоджені потоки інформації, які доступні групі осіб, відповідальних за ситуаційний аналіз, організуючих контроль невизначеності ситуації, а також що здійснюють **натурне, експертне і модельне** дослідження альтернатив.

### 3. ТИПИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Коротко охарактеризуємо відмічені вище типи досліджень.

**Натурний експеримент** завжди обмежений за часом і ресурсам. У всіх ситуаціях він призводить до зниження невизначеності. Натурний експеримент часто неможливий, проте володіє максимальною достовірністю, будучи критерієм фактичного рішення проблемній ситуації.

**Експертне дослідження** проблемної ситуації характеризується тим, що загальна інформація про ситуацію обмежується особистим знанням експерта. Проте експертне знання володіє найважливішою властивістю **концентрованості** на найважливіших **групах альтернатив**.

**Модельні дослідження** ситуації пов'язані з формалізацією опису ситуації, вибором належного **критерію адекватності** моделей і модельованих ситуацій. Безпосереднє дослідження ситуації на моделі завершується інтерпретацією результатів моделювання для перерозподілу переваги альтернатив.

Властивості всіх трьох класів натурних, модельних, експертних операцій над альтернативами ситуацій вимушують для досягнення максимальної ефективності системного аналізу здійснювати раціональне **комбінування** експертних, модельних і натурних досліджень при виборі альтернатив. Кінцевим результатом операцій натурного, модельного і експертного дослідження альтернатив є або виграш в часі, або економія ресурсів, необхідних для досягнення заданого рівня **визначеності** проблемної ситуації.

**Натурні дослідження ситуації** включають вибір чинників, які повинні впливати на вибір кожної групи альтернатив. Розрізняють **керовані і спостережувані** чинники. Для керованих чинників виділяються можливі рівні.

Поєднання чинників і їх рівнів утворює **факторний простір** натурного дослідження. Вводиться також критерій ефективності натурного дослідження, який залежить від значень чинників. Цей критерій при натурному дослідженні

ситуацій є функцією відгуку, яка відображає реакцію реальної проблемної ситуації на дії чинників і їх рівні.

Поєднання всіх можливих чинників і їх рівнів утворює **безліч допустимих станів ПС**. Для проведення повного факторного експерименту можуть необхідні надзвичайно великі ресурси і великий час, тому в ситуаційному аналізі так прагнуть спланувати натурний експеримент, щоб за мінімально-допустиму кількість дослідів отримати максимальну інформацію про властивості різних альтернатив. Найчастіше вибирають обмежений експеримент, який достатньо повно характеризує ситуацію

Після закінчення експерименту будується **рівняння регресії**, що зв'язує значення функції відгуку із значеннями чинників і їх рівнів. Наприклад, якщо функцією відгуку є прибуток, то компонентами рівняння регресії можуть бути такі чинники, як ціна, попит. Це рівняння, що відображає результати натурального дослідження, несе в собі дані для перерозподілу вірогідності альтернатив, що характеризують ситуацію.

**Експертні дослідження ситуації** Розрізняють механізми проведення експертиз з **одним** або **багатьма** експертами, при яких прагнуть досягти узгодженої оцінки однієї і тієї ж групи альтернатив ситуації за рахунок високого значення коефіцієнта згоди незалежних експертів.

#### Ухвалення рішень в складних ситуаціях

Під **складними ситуаціями** вироблення рішень, як правило, розуміється аналіз проблемної ситуації, що відрізняється від простих ситуацій наявністю хоч би однієї з наступних ознак:

- ОНР не стикалося з подібною проблемою раніше, йому важко відразу сформулювати мету майбутньої операції і підібрати для її опису адекватні критерії, воно не володіє достатньою інформацією для аналізу проблеми або не має моделей для вивчення ситуації;

- ОНР раніше вже стикався з подібною проблемою (йому відомі способи вирішення проблем-аналогів), але проблема що розглядається їм в даний час має істотні особливості в порівнянні з проблемами-аналогами;

- ОНР відоме, що головні чинниками при ухваленні їм рішення є **детерміновані** (однозначний механізм ситуації), але воно не в силах адекватно описати мету операції єдиною цільовою функцією (показником) і вимушено удатися до **декількох** критеріїв оцінювання (**багатокритерійна ситуація вироблення рішень**);

- ОНР не володіє достатньою інформацією про генезис (природі, походженні) і внески чинників різної природи в роботу механізму ситуації, інформація, що є ж у нього, про такі чинники свідчить про переважання чинників невизначеної природи, що перетворюють механізм ситуації в неоднозначний;

- ОНР – не єдиний суб'єкт, від волі якого залежить хід і результат операції. Є ще один або ряд суб'єктів, чю думку не можна не врахувати при виробленні рішень через відносини, що склалися (правових, договірних або конфліктних).

В результаті взаємодії чинників, що визначають ефективність рішень, вироблення рішень неминуче перетворюється на *процес*.

Умовно єдиний безперервний процес вироблення рішення можна розділити на дві фази: етап *обґрунтування рішень* і етап *ухвалення рішень*.

Під *етапом обґрунтування рішень* розуміється етап проведення всієї підготовчої роботи для здійснення *свідомого вибору ОПР*. Ця робота включає наступні завдання:

- Поглиблений аналіз проблеми і формування на цій основі мети;
- Усвідомлення і вивчення особливостей механізму умов проведення операції;
- Формування безлічі альтернатив досягнення мети операції.

#### **Схема обґрунтування рішень**

Схема, що відображає зміст основних кроків процесу обґрунтування рішень, представлена на Рис. 1.

У загальнотеоретичному плані слід вважати, що етап обґрунтування рішень повинен починатися саме з аналізу вказаної проблемної ситуації. Що включає такий аналіз?

Спочатку ОПР повинна визначитися з найважливішими проблемами теперішнього моменту. Проблеми - це динамічні об'єкти. Вони постійно виникають, існують і йдуть з поля зору ОПР протягом часу. Ті проблеми, які вчора були малопомітні, завтра стають у край гострими, а небезпечні проблеми "сьогоднішнього дня" через деякий час можуть показатися несерйозними.

Після складання списку проблем ОПР повинно вибрати із списку найбільш важливу проблему.



Рис. 1. Схема процесу обґрунтування рішень

Після цього проводиться поглиблений змістовний аналіз вибраної проблеми. В результаті проведеного аналізу (а при необхідності, - взаємних консультацій з експертами) ОПР ухвалює рішення про проблеми і фіксує це рішення, дослівно записуючи його, у вигляді компактного і чіткого формулювання. Наприклад, проблема може бути сформульована так: "Ефективність роботи управлінського апарату низька", "Рівень витрат на транспортування вантажів в поточному півріччі став неприпустимо великий" і тому подібне.

Після того, як проблема проаналізована і складений її опис, переходять до наступного завдання ухвалення рішень - завдання формулювання мети і формування (вибору) результату для оцінки ступеня її досягнення. Ознаками правильно сформульованої мети є наступні її характерні риси :

Формулювання мети починається з дієслова в наказовому нахилі ("Доставити...", "Придбати...", "Подолати..." і т. п.); вона відразу повинна націлити виконавців на те, який передбачуваний характер майбутньої операції і до якої галузі знань або практичної сфери діяльності відноситься отримання результатів.



Далі слідує (зазвичай в довільному порядку) перерахування обставин часу, місця, об'єкту і засобів людських, фінансових і матеріальних витрат. Наприклад: "Підвищити ефективність роботи управлінського апарату шляхом зниження витрат на його зміст не менше чим на 15 % до кінця поточного року", "Понизити рівень штрафних санкцій від втрати сипких вантажів при транспортуванні їх західним споживачам в поточному півріччі не менше чим на 5 млн. гр."

Якщо проаналізувати проблему або сформулювати мету майбутньої операції ОПР особисто відразу не вдається, слід удатися до допомоги фахівців (експертів). При цьому, як правило, майже відразу виникає паралельна проблема - проблема комунікації, спілкування ОПР і експертів.

Після того, як мета операції чітко сформульована, ОПР необхідно відразу вирішити питання про те, яким способом вимірюватимуться або будуть набуті значень критеріїв для оцінки переваги можливих альтернатив.

Для того, щоб відповісти на це питання, спочатку потрібно вирішити завдання аналізу умов і виявлення типу механізму ситуації. Частні ухвали по цих питаннях виносяться на основі особистого досвіду і знань ОПР, знань експертів, що залучаються. Для встановлення переліку і розтину генезису основних чинників проблемної ситуації і її механізму слід ширше використовувати всі доступні джерела отримання необхідної інформації. При зборі інформації слід уникати двох крайнощів.

По-перше, не можна поспішати і економити час і гроші на зборі інформації, оскільки це приведе до поверхневого аналізу і ненадійних висновків. В результаті майбутнє вирішення проблеми буде недостатньо обгрунтованим і, отже, недостатньо ефективним.

По-друге, не можна вдаватися до іншої крайності - надмірно захоплюватися процесом збору інформації. Слід пам'ятати, що принципово неможливо зібрати всю інформацію про проблеми і про суть механізму ситуації.

Глибоке розуміння проблеми, досягнуте на попередніх кроках процесу обгрунтування рішень, дозволяє ОПР перейти, мабуть, до найвідповідальнішої після формулювання мети операції фази вироблення рішень - до фази **формування початкової безлічі альтернатив**.

Це найпродуктивніший етап і важливо засвоїти головне правило керівництва: "Завдання управлінця полягає не в тому, щоб самому уміти вирішувати проблеми, а в тому, щоб знати, кому доручити ту або іншу необхідну роботу по їх рішення. Після цього залишиться тільки призначити цих потрібних людей в потрібний час і в потрібне місце для виконання цих необхідних робіт".

При розробці варіантів вирішення проблеми слід мати на увазі, що багато варіантів рішення ніколи не буває. Завжди потрібно прагнути збільшити число можливих варіантів вирішення проблеми, оскільки це підвищує упевненість ОПР в тому, що якнайкраще рішення напевно не упущене.

Арсенал методів, використовуваних в даний час для генерації безлічі альтернатив, обширний. Досить вказати тільки на такі відомі методи, як мережеве планування і управління (PERT), метод аналізу ієрархій (Т. Сааті),

метод морфологічних таблиць (До. Цвікки), метод рефлексії, СВР-технологии і ін.

Лекцію підготували:

доцент кафедри управління та організації  
діяльності у сфері цивільного захисту,  
к.т.н., доцент

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 13**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

**Тема: «Формування багатокритеріальних оцінок і обґрунтування моделей  
вибору рішення»**

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:**

розглянути особливості побудови моделей формування узагальненого критерію оцінки рішень.

### **Загальні методичні вказівки**

19. Перевірити наявність слухачів на занятті.
20. Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.
21. Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Основи теорії корисності	20 хв.
2. Види шкал	20 хв.
3. Метод Черчмена-Акоффа (послідовне порівняння)	30 хв.
Закінчення . . . . .	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

48. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
49. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
50. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
8. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
51. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
52. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — .: Высш. шк., 2001. — 343 с.

# ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## 1 ОСНОВИ ТЕОРІЇ КОРИСНОСТІ

Розв'язування задачі синтезу будь-якої математичної моделі в загальному випадку вимагає реалізації таких етапів:

Висування гіпотези про характер залежності вхідних і вихідних змінних;

Визначення виду математичної залежності, тобто розв'язання задачі структурної ідентифікації оператора  $F$ ;

Обчислення кількісних характеристик (параметрів) моделі – задача параметричної ідентифікації.

Теоретичною основою формування узагальнених багатокритеріальних оцінок є теорія корисності. Дана теорія заснована на гіпотезі, запропонованій Джоном фон Нейманом і О.Моргенштерном про те, що кожна локальна характеристика рішення, оцінювана частинними критеріями, має для ОПР деяку цінність (корисність), яка може бути обміряна кількісно. Тому існує узагальнена кількісна оцінка переваги рішення. Іншими словами, якщо  $x_1, x_2 \in X$  і  $x_1$  має перевагу перед  $x_2$ , то

$$x_1 \succ x_2 \Leftrightarrow P(x_1) > P(x_2).$$

Де  $\succ$  - знак відношення порядку;  $P(x)$  – кількісна оцінка корисності рішення;  $\Leftrightarrow$  - означає, що правильним є як пряме, так і обернене твердження.

Отже узагальнена корисність є кількісною оцінкою переваги рішення. У межах цієї гіпотези слід обґрунтувати правило, за яким формується корисність рішення в просторі частинних критеріїв, тобто розв'язати задачу структурної та параметричної ідентифікації функції корисності

$$P(x) = G[k_i(x)], \quad i = \overline{1, n}.$$

Структурна ідентифікація будь-якої математичної моделі, у тому числі функції корисності, передбачає необхідність розв'язування двох взаємозалежних задач: виділення значущих чинників, які впливають на вихідні дані моделі;

визначення структури, тобто виду оператора, що встановлює зв'язок між вхідними і вихідними даними моделі.

Розв'язування перерахованих задач пов'язане з висуванням деяких гіпотез. Одна з них заснована на припущенні, що узагальнена корисність будь-якого рішення визначається значеннями частинних критеріїв, що характеризують рішення, і в загальному випадку ці характеристики не рівнозначні, тобто мають різну «вагу» для ОПР.

Одним з найбільш відомих є дві форми функції корисності:

Адитивна

$$P(x) = \sum_{i=1}^n \lambda_i k_i(x)$$

і мультиплікативна

$$P(x) = \prod_{i=1}^n \lambda_i k_i(x).$$

## 2 ВИДИ ШКАЛ

Вимірювання – це порівняння характеристики, що вимірюється, з деяким еталоном.

Система еталонів або еталонних значень утворює вимірювальну шкалу.

Усі шкали поділяють на два класи: якісні та кількісні.

До якісних належать шкали класів (номінальна) та порядкова (рангова).

Еталонами номінальної шкали є деякі класи, кожному з яких надано унікальне ім'я (назва), а процес вимірювання полягає у віднесенні характеристики до одного з цих класів.

Номінальна шкала дає змогу тільки класифікувати множину  $X$  на групі рішень з однаковими значеннями ознаки (частинного критерію), що вимірюється. Вона не задає на них відношень переваги.

У багатьох випадках якісні еталони (класи) пов'язані природним упорядкуванням за ступенем прояви ознаки, що вимірюється.

Якщо ніякі інші співвідношення між еталонними значеннями ознаки не зафіксовані, то шкала називається ранговою або порядковою.

Рангова шкала задає упорядковане за ступенем прояви ознаки, що вимірюється, угруповання рішень. Вона встановлює між ними відношення якісного порядку.

### **3 МЕТОД ЧЕРЧМЕНА-АКОФФА (ПОСЛІДОВНЕ ПОРІВНЯННЯ).**

У ньому передбачається послідовна коригування оцінок, зазначених експертами. Основні припущення, на яких заснований метод, полягають у наступному:

1) кожній альтернативі  $a_i$  ставиться у відповідність дійсне невід'ємне число  $\varphi(a_i)$ ;

2) якщо альтернатива  $a_i$  краще альтернативи  $a_j$ , то  $\varphi(a_i) > \varphi(a_j)$  якщо ж альтернативи  $a_i$  і  $a_j$  рівноцінні, то  $\varphi(a_i) = \varphi(a_j)$ ;

3) якщо  $\varphi(a_i)$  і  $\varphi(a_j)$  - оцінки альтернатив  $a_i$  і  $a_j$  то  $\varphi(a_i) + \varphi(a_j)$  відповідає спільному впровадженні альтернатив  $a_i$  і  $a_j$ . Найбільш сильним є останнє припущення про адитивності оцінок альтернатив.

Згідно з методом Черчмена-Акоффа альтернативи ранжуються по перевагу. Нехай для зручності викладу альтернатива  $a_1$  найбільш краща, за нею йде  $a_2$  і т.д. Експерт вказує попередні чисельні оцінки для кожної з альтернатив. Іноді найкращою альтернативи приписується оцінка 1, інші оцінки розташовуються між 0 і 1 відповідно до їх кращими. Потім експерт виробляє порівняння альтернативи  $a_1$  і суми альтернатив  $a_2 \dots a_n$ . Якщо  $a_1$  більш переважне, то експерт коригує оцінки.

Якщо альтернатива  $a_1$  виявляється менш кращою, то для уточнення оцінок вона порівнюється за перевагою за сумою альтернатив  $a_2, a_3, \dots, a_{n-1}$ . Після того як альтернатива  $a_1$  виявляється переважною суми альтернатив, вона виключається з розгляду, а замість оцінки альтернативи  $a_1$  розглядається і коригується оцінка альтернативи  $a_2$ . Процес триває до тих пір, поки відкоригованими не опиняться оцінки всіх альтернатив.

При досить великому N застосування методу Черчмена-Акоффа стає занадто трудомістким. У цьому випадку доцільно розбити альтернативи на групи, а одну з альтернатив, наприклад максимальну, включити в усі групи. Це дозволяє отримати чисельні оцінки всіх альтернатив за допомогою оцінювання всередині кожної групи.

Лекцію підготували:

доцент кафедри управління та організації  
діяльності у сфері цивільного захисту,  
к.т.н., доцент

О.О. Писклакова

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 14**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

**Тема: «Задача прийняття рішень в умовах  
невизначеності»**

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:**

розглянути вирішення задачі прийняття рішень в умовах невизначеності.

### **Загальні методичні вказівки**

22. Перевірити наявність слухачів на занятті.

23. Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.

24. Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Основні джерела невизначеності	20 хв.
2. Види невизначеності	20 хв.
3. Прийняття рішень в умовах невизначеності	30 хв.
Закінчення .....	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

53. *Акофф Р. Л.* Планирование в больших экономических системах / Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972. — 223 с.
54. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. — М.: Советское радио, 1974.
55. *Моисеев Н. Н.* Математические модели системного анализа. — М.: Наука, 1981.
9. *Острейковский В. А.* Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997. — 240 с.
56. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
57. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

# ЗМІСТ ЛЕКЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## 1. ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Невизначеність виникає у відкритих завданнях прийняття рішень, у яких менеджер не знає всієї сукупності чинників, що діють. Перш ніж оцінювати їх, він має сформулювати множину гіпотез. Ситуація невизначеності характеризується тим, що вибір конкретного плану дій може зумовити будь-який результат із певної множини варіантів, але ймовірність впливу випадкових факторів невідома.

Із віддаленням передбачуваної події в часі рівень невизначеності також зростає. Наприклад, ніхто не зможе точно сказати, яким будуть параметри зовнішнього середовища для господарюючого суб'єкта через три роки, але пристосовуватись до них йому потрібно вже тепер.

Проте, якби не було невизначеності, то людина не була б взагалі потрібна для прийняття рішень. Вибір із наявних альтернатив, що мають навіть стохастичний характер, цілком може виконати комп'ютер на підставі розробленого алгоритму. Управлінець же долає умови невизначеності вольовим рішенням, яке часто суперечить відомим даним, проте виявляється правильним. Саме в умовах невизначеності на перше місце виходять такі якості менеджера, як мистецтво та інтуїція.

Існує класифікація різних видів невизначеностей, серед яких:

- невизначеність, пов'язана з недостатніми знаннями про природу (наприклад, нам невідомий точний обсяг корисних копалин у конкретному родовищі, а тому неможливо точно прогнозувати розвиток видобувної промисловості й обсяг податкових надходжень від підприємств галузі тощо);

- невизначеність природних явищ, таких, як погода, що впливає на врожайність, на витрати на опалення, на туризм, на завантаженість транспортних шляхів тощо;

- невизначеність, пов'язана зі здійсненням діючих (несподівані аварії) і планових (можливі помилки розробників або фізична неможливість здійснення процесу, що заздалегідь не вдалося спрогнозувати) технологічних процесів.

Багато можливих невизначеностей пов'язано з факторами зовнішнього середовища прямої дії:

- невизначеність, пов'язана з діяльністю учасників господарської діяльності (насамперед партнерів і конкурентів), зокрема, з їхньою діловою активністю, фінансовим становищем, дотриманням зобов'язань тощо;

- невизначеність, пов'язана із соціальними й адміністративними факторами в конкретних регіонах, у яких організація має ділові інтереси.

Значний вплив невизначеності на діяльність підприємства, а отже, і на процес прийняття управлінських рішень, пов'язаний з факторами зовнішнього середовища непрямої дії, зокрема:

- невизначеність майбутньої ринкової ситуації в країні, у тому числі відсутність достовірної інформації про майбутні дії постачальників у зв'язку з мінливими перевагами споживачів;

- невизначеність, пов'язана з коливаннями цін (динамікою інфляції), облікових ставок, валютних курсів та інших макроекономічних показників;

- невизначеність, породжена нестабільністю законодавства і поточної економічної ситуації (тобто з діяльністю центральних органів влади), політичною ситуацією, діями інститутів громадянського суспільства у масштабі країни.

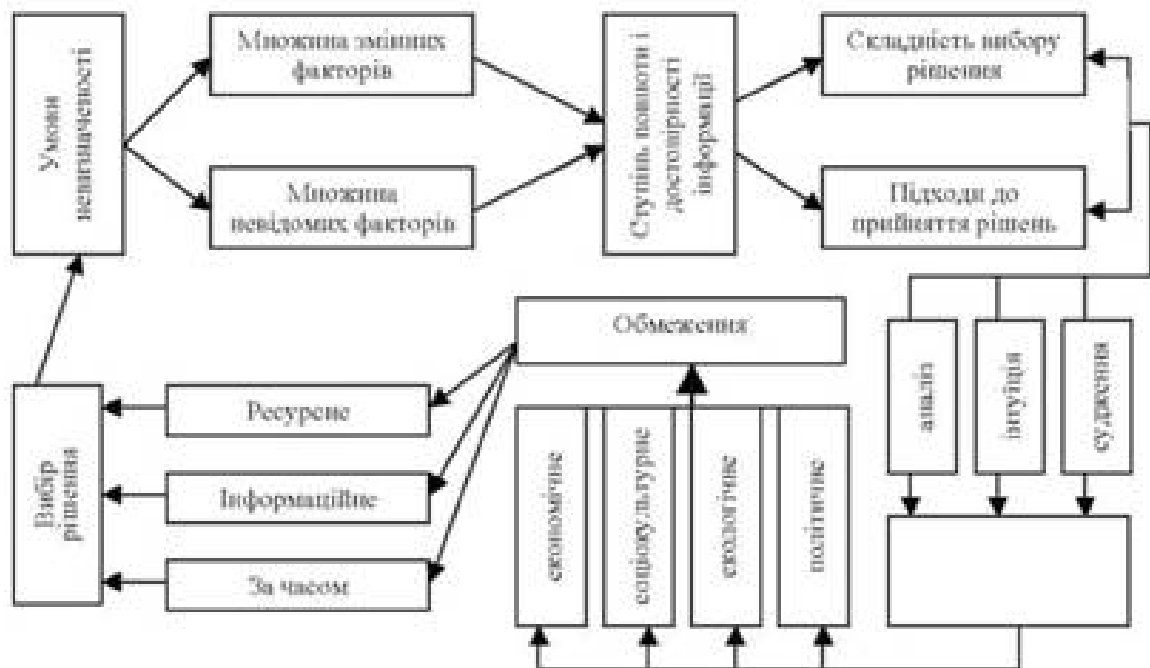
Часто доводиться враховувати й зовнішньоекономічні невизначеності, пов'язані із ситуацією в інших країнах і міжнародних організаціях. Таким чином, менеджерові доводиться прогнозувати майбутнє, приймати рішення й діяти, буквально "тонучи" в океані невизначеностей.

Корисно ввести їхню класифікацію на СТЕП-фактори (соціальні, технологічні, економічні, політичні) і фактори конкурентного оточення.

Таким чином, невизначеність - це такий стан знань про ситуацію чи проблему, коли один або декілька варіантів рішення мають низку можливих результатів, ймовірність яких або невідома, або не має змісту:

- менеджери знають, яких цілей їм потрібно досягти;
- інформація про варіанти рішення та їх наслідки є неповною; Граничним варіантом невизначеності є умови неясності - це стан знань про ситуацію чи проблему, коли:
  - неясні цілі, яких потрібно досягти, або проблеми, які потрібно вирішити;
  - важко визначити варіанти рішень;
  - недоступна інформація про наслідки рішень.

Процес прийняття управлінського рішення в умовах невизначеності/неясності можна зобразити узагальнено схемою як на рис. 1.



Аналіз факторів невизначеності у процесі прийняття управлінських рішень визначає вибір методів і підходів, які дають змогу урахувувати ступінь їх впливу.

Для прийняття обґрунтованих управлінських рішень в умовах невизначеності необхідно опиратися на досвід, знання й інтуїцію фахівців, експертів тощо.

Прийняття рішень у разі невизначеності нерозривно пов'язане з ризиком. Перш ніж оцінювати ризик, потрібно означити це поняття. Часто термін "ризик" уживають як тотожний поняттю небезпеки: "ризик - небезпека майбутнього збитку" чи "ризик - це небезпека виникнення несприятливих наслідків певної події". Інша тенденція в означенні ризику полягає в тому, що під ним розуміють можливість або вірогідність несприятливої події чи процесу. Усе більше поширюється підхід до означення ризику несприятливої події з урахуванням не лише ймовірності цієї події, але й усіх її можливих наслідків.

Існує й інший підхід до означення ризику - багатовимірний. Він ґрунтується на багатьох чинниках, від яких залежить сприйняття ризику та які впливають на прийняття пов'язаних із ним рішень.

Небезпека - це загроза людям і всьому тому, що являє для них цінність.

Отже, ризик, на відміну від небезпеки, не можна розглядати окремо від можливих наслідків його прояву. Ризик - кількісна міра небезпеки з урахуванням її наслідків. Наслідки

прояву небезпеки завжди призводять до збитку, який може бути економічним, соціальним, екологічним і т. ін. Тому оцінка ризику має бути пов'язана з оцінкою збитку. Чим більш очікуваний розмір збитку, тим вищий ризик. Окрім того, ризик тим вищий, чим більша ймовірність прояву відповідної небезпеки. Словом, поняття "ризик" об'єднує два поняття - "імовірність небезпеки" та "збиток".

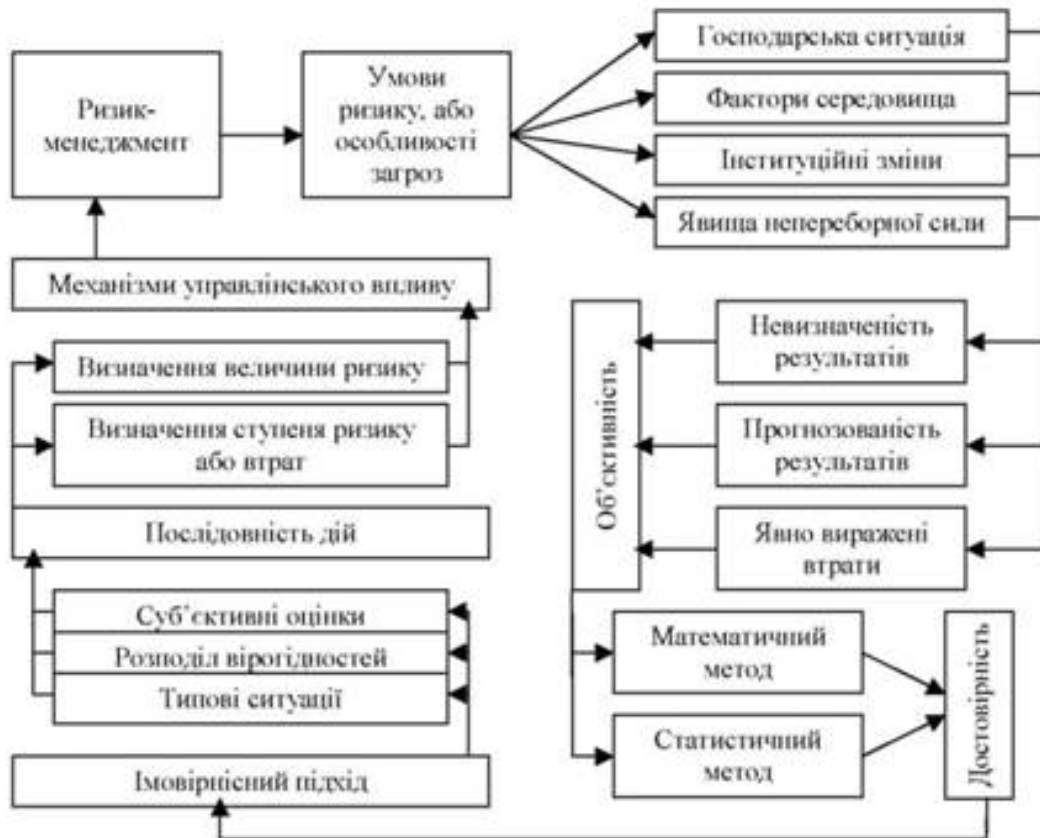


Рис. 2. Алгоритм прийняття управлінських рішень в умовах ризику або загроз

Залежно від часу, місця та зовнішніх умов після виникнення ризикової події можливі три результати для суб'єкта (фізичної чи юридичної особи), який долучився до цього явища чи процесу:

- збитки (програш);
- прибуток (вигода, виграш);
- немає результату (немає ні прибутку, ні збитків).

## 2. ВИДИ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Класифікація ризиків за типами полегшує формування відповідної реакції на ризик. Можливі декілька варіантів класифікації залежно від класифікаційних ознак (табл. 1).

Таблиця 1 Види ризиків та загроз

Класифікаційна ознака	Види ризику, загрози	Характеристика ризику
1	2	3
Природа виникнення	Особистісний	Недостатній досвід, необґрунтовані рішення; порушення правил поведінки; недостатнє розуміння угоди чи навпаки, високий рівень здібностей, освіти,

		професіоналізму тощо
	Об'єктивний	Недостатня інформація; стихійні лиха; несподівані зміни кон'юнктури ринку; макроекономічна чи інституційна нестабільність тощо
Залежності від етапу розв'язання проблеми	На етапі прийняття рішень	Помилки в застосуванні методів визначення рівня ризику через недостатню інформацію чи її низьку якість; чи, навпаки, відмінне володіння цими методами, залучення якісної інформації, розвинену інтуїцію тощо
	На етапі реалізації рішення	Помилки у визначенні виконавців рішення, несподівані зміни суб'єктивних умов
За масштабами	Локальний	Ризик окремої компанії, окремих структурних ланок господарських формувань
	Регіональний	Проблеми на рівні окремої території чи їх групи
	Національний	Проблеми на макроекономічному рівні через зміни в політичному курсі, законодавстві, кредитуванні, оподаткуванні тощо
	Міжнародний	Зміни кон'юнктури світового ринку, відносини між країнами, масштабними стихійними лихами тощо
За сферою виникнення	Зовнішній	Несподівані зміни в макроумовах відтворення; валютний ризик; стрибки кон'юнктури на світовому ринку, стихійні лиха, техногенні катастрофи чи соціальні вибухи на великих територіях
	Внутрішній	Ризики зумовлені маркетинговими виробничими, фінансовими чинниками
	Фінансовий	Ризики на фондовому ринку обумовлені падінням загально ринкових цін; лізинговий і факторинговий; пов'язані зі специфікою банківського сектору
	Правовий	Несподівані зміни у законодавстві
За видами діяльності	Виробничий	Вимушені перерви у виробництві, вихід із ладу виробничих фондів, утрата оборотних коштів, логістичні чинники тощо
	Комерційний	Несподівані зміни у кон'юнктурі ринку, втрата конкурентних позицій
	Інвестиційний	Непередбачувані зміни у інвестиційній сфері, поведінці інвесторів тощо
	Страховий	Форс мажорні ризики, оцінити рівень яких неможливо, або ж загрози, які не готові прийняти на себе страхувальники чи страховики
	Інноваційний	Невизначеність у виробленні інноваційної ідеї, утілення її в продукті чи технології
За можливістю	Систематичний	Властивість певної сфери діяльності при відсутності

диверсифікації		інших напрямів виробництва
	Специфічний	Пов'язаний з одержанням підприємницького доходу від конкретної операції в даній сфері діяльності
	Мінімальний	Характеризується рівнем можливих втрат розрахункового прибутку в межах 0-25%
За ступенем допустимості	Підвищений	Не перевищує можливі втрати розрахункового прибутку 25-50%
	Критичний	Характеризується можливими втратами розрахункового прибутку 50-70%
	Недопустимий	Можливі втрати близькі до розміру власних засобів, що може призвести до банкрутства. Коефіцієнт ризику дорівнює 75-100%

### 3. ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Управління ризиками націлене на те, щоб визначити якомога більше можливих відхилень від прогнозованого результату, мінімізувати їхній вплив або ж опанувати механізми впливу на ті події, які все-таки відбудуться і забезпечити засоби на покриття непередбачених витрат.

В управлінській практиці застосовуються наступні методи для оцінювання ризиків.

**1. Метод сценаріїв.** Зазвичай розробляють кілька сценаріїв реалізації рішення (стратегії розвитку, виконання проекту тощо). Найчастіше обмежуються оптимістичним, песимістичним і реалістичним сценаріями.

**2. Метод дерев рішень.** Його застосовують, коли є скінчена кількість рішень і варіантів реалізації ризиків. Цей метод особливо корисний тоді, коли рішення залежать від попередніх і впливають на подальший розвиток подій.

**3. Метод імітаційного моделювання.** Він ґрунтується на одержанні послідовностей випадкових чисел - значень ризиків. Імітують багато реалізацій - одноразових актів розвитку ситуації за умови обрання того чи іншого варіанта рішення з обчисленням можливих значень критеріїв якості. Унаслідок таких експериментів знаходять розподіл значень кожного критерію якості для кожного з варіантів рішення, а потім аналізують отримані результати й обирають остаточний варіант рішення.

**4. Метод достовірних еквівалентів.** Його назва говорить саме за себе. Найпоширеніший його варіант - експертне корегування ситуації залежно від суб'єктивної оцінки ймовірностей. Однак інтерпретація суб'єктивних вірогідностей, властива цьому підходу, не завжди відповідає сутності оцінювання ризику. Очевидно, що використання коефіцієнтів імовірності в такому трактуванні робить прийняття рішень довільним і за формального підходу може призвести до серйозних помилок у керуванні.

**5. Аналіз чутливості.** Цей метод полягає в аналізі факторів, які окремо впливають на рішення.

Менеджери найчастіше стоять перед вибором, або не ризикувати і задовольнитися меншим прибутком чи йти на ризик в розрахунку на великий прибуток. Але для цього важливо знати рівень допустимого ризику і ймовірності прорахунку в ринковій боротьбі.

Кількісна оцінка ризиків за допомогою статистичних методів ґрунтується на визначенні рівня ризику під дією факторів випадковості.

Випадкові події в процесі їхнього спостереження повторюються з визначеною частотою. Частота є відношенням числа появ цієї події до загального числа спостережень. Вона звичайно має статистичну стійкість у тому розумінні, що при багаторазовому спостереженні її значення

змінюються незначно. Звідси, рівень ризику визначається величиною відхилень фактично отриманих доходів від їхнього середнього розміру.

Частоту виникнення певного рівня втрат обчислюється за формулою ймовірності:

$$F = \frac{n}{N_{\text{загальне}}},$$

де  $r$  - частота виникнення певного рівня втрат;

$n$  - число випадків настання конкретного рівня втрат;

$N$ -альт - загальне число випадків у статистичній вибірці, що включає й успішно здійснені операції даного періоду.

Згідно зі статистичними методами, рівень ризику можна вимірювати двома критеріями:

- середнє очікуване значення;
- коефіцієнт варіації (коливання можливого результату).

Середнє очікуване значення  $X$  - це те значення величини події, що пов'язано з ризикованою ситуацією. Воно є середньозваженим для всіх можливих результатів, де ймовірність кожного результату використовується як частота чи вага відповідного значення (наприклад, середнє очікуване при оцінці декількох варіантів рішення буде мати зміст очікуваного доходу від реалізації рішення):

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n},$$
$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n x_i \cdot p_i.$$

Але середня величина - це узагальнена кількісна характеристика і не дозволяє прийняти правильне рішення.

Для остаточного прийняття рішення необхідно вимірити мінливість показників, тобто визначити міру коливання можливого результату. Коливання можливого результату - ступінь відхилення очікуваного значення від середньої величини - абсолютний ризик. Для цього застосовують середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}},$$
$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n p_i \cdot (x_i - \bar{X})^2},$$

де  $\sigma$  - середнє квадратичне відхилення (абсолютний ризик).

Для аналізу рівня ризику (відносний ризик) використовується коефіцієнт варіації. Він є відношенням середнього квадратичного відхилення до середньоочікуваного і показує ступінь відхилення отриманих значень (відносний ризик):

$$v = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100\%,$$

де  $v$  - коефіцієнт варіації (відносний ризик), %.

Коефіцієнт варіації - відносна величина. Тому на його розмір не впливають абсолютні значення досліджуваного показника. За допомогою коефіцієнта варіації можна порівнювати навіть коливання ознак, виражених у різних одиницях виміру. Чим більший коефіцієнт, тим сильніше коливання, а отже, ризикованішого є ситуація. Існує якісне оцінювання різних значень коефіцієнта варіації (відносного ризику):

- до 10% - слабе коливання;
- 10-25% - помірне коливання;
- понад 25% - високе коливання.



Таким чином, ризик має математично виражену ймовірність настання втрати, що спирається на статистичні дані і може бути розрахована з досить високим ступенем точності.

доцент кафедри управління та організації  
діяльності у сфері цивільного захисту,  
к.т.н., доцент

О.О. Писклакова

Обговорена та схвалена на засіданні кафедри \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Лекція № 15**

з навчальної дисципліни

«Теорія систем та системного аналізу»

**Тема: «Проблема прийняття рішень при нечіткій вихідній  
інформації»**

м. Харків

**Місце проведення:** аудиторія за розкладом занять.

**Час проведення:** 80 хвилин.

**Матеріальне забезпечення:** мультимедійний проектор.

**Мета лекції:**

розглянути проблему прийняття рішень при нечіткій вихідній інформації.

### **Загальні методичні вказівки**

25. Перевірити наявність слухачів на занятті.

26. Записати на дошці тему лекції та навчальні питання, викласти навчальний матеріал.

27. Вибірково перевірити якість ведення конспекту.

### **План лекції:**

Вступ	8 хв.
1. Теорія нечітких множин	30 хв.
2. Функції та структура нечіткої системи	40 хв.
Закінчення . . . . .	2 хв.

### **НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА:**

1. Алтунин, А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: ТГУ, 2000.— 352 с.

2. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

# ЗМІСТ ЛЕКЦІЙ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ

## 1. ТЕОРІЯ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Прийняття рішень у проблемно-орієнтованих інформаційних системах та системах керування здійснюється в умовах апріорної невизначеності, обумовленої неточністю або неповнотою вхідних даних, стохастичною природою зовнішніх впливів, відсутністю адекватної математичної моделі функціонування, нечіткістю мети, людським фактором та ін. Невизначеність системи призводить до зростання ризиків від прийняття неефективних рішень, результатом чого можуть бути негативні економічні, технічні та соціальні наслідки.

Невизначеності у системах прийняття рішень компенсують за допомогою різноманітних методів штучного інтелекту. Для ефективного прийняття рішень при невизначеності умов функціонування системи застосовують методи на основі правил нечіткої логіки. Такі методи ґрунтуються на нечітких множинах і використовують лінгвістичні величини і висловлювання для опису стратегій прийняття рішень.

Методи нечітких множин особливо корисні за відсутності точної математичної моделі функціонування системи. Теорія нечітких множин дає можливість застосувати для прийняття рішень неточні та суб'єктивні експертні знання про предметну область без формалізації їх у вигляді традиційних математичних моделей.

З використанням теорії нечітких множин вирішуються питання узгодження суперечливих критеріїв прийняття рішень, створення логічних регуляторів систем. Нечіткі множини дають змогу застосовувати лінгвістичний опис складних процесів, встановлювати нечіткі відношення між поняттями, прогнозувати поведінку системи, формувати множину альтернативних дій, виконувати формальний опис нечітких правил прийняття рішень.

Методи теорії нечітких множин є зручним засобом проектування інтерфейсів у людино-машинних системах. На основі нечіткого логічного виведення будуються системи керування, подання знань, підтримки прийняття рішень, апроксимації, структурної та параметричної ідентифікації, розпізнавання образів, оптимізації. Нечітка логіка знаходить застосування у побутовій електроніці, діагностиці, різноманітних експертних системах. Нечіткі експертні системи для підтримки прийняття рішень знаходять широке застосування у військовій справі, сфері цивільного захисту, медицині та економіці. З їх допомогою здійснюють бізнес-прогнозування, оцінювання ризиків та прибутковості інвестиційних проектів. На основі нечіткої логіки досліджують глобальні політичні рішення та моделюють кризові ситуації.

При описі об'єктів і явищ за допомогою нечітких множин використовується поняття нечіткої і лінгвістичної змінних.

Нечітка змінна характеризується трійкою  $\langle a, X, A \rangle$ , де

$a$  - найменування змінної,

$X$  - універсальна множина (область визначення  $a$ ),

$A$  - нечітка множина на  $X$ , що описує обмеження (тобто  $m A(x)$ ) на значення нечіткої змінної  $a$ .

**Лінгвістичною змінною** називається набір  $\langle b, T, X, G, M \rangle$ , де

$b$  - найменування лінгвістичної змінної;

$T$  - множина її значень (терм-множина), що представляють собою імена нечітких змінних, областю визначення, кожної з яких є множина  $X$ . Множина  $T$  називається базовою терм-множиною лінгвістичної змінної;

$G$  - синтаксична процедура, що дозволяє оперувати елементами терм-множини  $T$ , зокрема, генерувати нові терми (значення). Множина  $TIG(T)$ , де  $G(T)$  - множина згенерованих термів, називається розширеною терм-множиною лінгвістичної змінної;

$M$  - семантична процедура, що дозволяє перетворити кожне нове значення лінгвістичної змінної, утвореною процедурою  $G$ , у нечітку змінну, тобто сформувані відповідну нечітку множину.

Нечіткими висловленнями будемо називати висловлення наступного виду:

1. Висловлення  $\langle b \in b' \rangle$ , де  $b$  - найменування лінгвістичної змінної,  $b'$  - її значення, якому відповідає нечітка множина на універсальній множині  $X$ . Наприклад, висловлення  $\langle \text{тиск великий} \rangle$  припускає, що лінгвістичній змінній "тиск" надається значення "великий", для якого на універсальній множині  $X$  змінної "тиск" визначена, відповідно даному значенню "великий", нечітка множина.

2. Висловлення  $\langle b \in mb' \rangle$ , де  $m$  - модифікатор, якому відповідають слова "ДУЖЕ", "БІЛЬШ-МЕНШ", "НАБАГАТО БІЛЬШЕ" і ін. Наприклад:  $\langle \text{тиск дуже великий} \rangle$ ,  $\langle \text{швидкість набагато більше середньої} \rangle$  і ін.

3. Складні висловлення, утворені з висловлень видів 1. і 2. і союзів "І", "АБО", "ЯКЩО.., ТОДІ...", "ЯКЩО.., ТОДІ.., ІНАКШЕ".

## 2. ФУНКЦІ ТА СТРУКТУРА НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ

Найбільш важливим застосуванням теорії нечітких множин є контролери нечіткої логіки. Їх функціонування дещо відрізняється від роботи звичайних контролерів; для опису системи замість диференційних рівнянь використовуються знання експертів. Ці знання можуть бути виражені за допомогою лінгвістичних змінних, які описані нечіткими множинами.

Загальна структура мікроконтролера, що використовує нечітку логіку містить у своєму складі наступні складові:

блок фазифікації;

базу знань;

блок рішень; блок дефазифікації.

Блок фазифікації перетворює чіткі величини, виміряні на виході об'єкта керування, у нечіткі величини, що описані лінгвістичними змінними в базі знань.

Блок рішень використовує нечіткі умовні ( if - then ) правила, закладені в базі знань, для перетворення нечітких вхідних даних у необхідні керуючі впливи, що носять також нечіткий характер.

Блок дефазифікації перетворює нечіткі дані з виходу блоку рішень у чітку величину, що використовується для керування об'єктом.

Всі системи з нечіткою логікою функціонують за одним принципом: показання вимірювальних приладів: фазифікуються (перетворюються в нечіткий формат), обробляються, дефазифікуються й у вигляді звичайних сигналів подаються на виконавчі пристрої..

Нехай нечітка система здійснює вибір варіантів рішень на основі залежності вихідної величини від декількох вхідних величин. Припустимо, що математична модель залежності виходу від входів відсутня і замість неї використовується база експертних правил у вигляді нечітких висловлювань " if -then " у термінах лінгвістичних змінних та нечітких множин.

Тоді функціональність нечіткої системи прийняття рішень визначається такими кроками:

- 1) перетворення чітких вхідних змінних на нечіткі, тобто визначення ступеня відповідності входів кожній із нечітких множин;
- 2) обчислення правил на основі використання нечітких операторів та застосування імплікації для отримання вихідних значень правил;
- 3) агрегування нечітких виходів правил у загальне вихідне значення;
- 4) перетворення нечіткого виходу правил на чітке значення.

Структура системи з нечіткою логікою зображена на рисунку. Система побудована за схемою багатошарової штучної нейромережі, яка складається з вхідного, двох прихованих та вихідного шару.

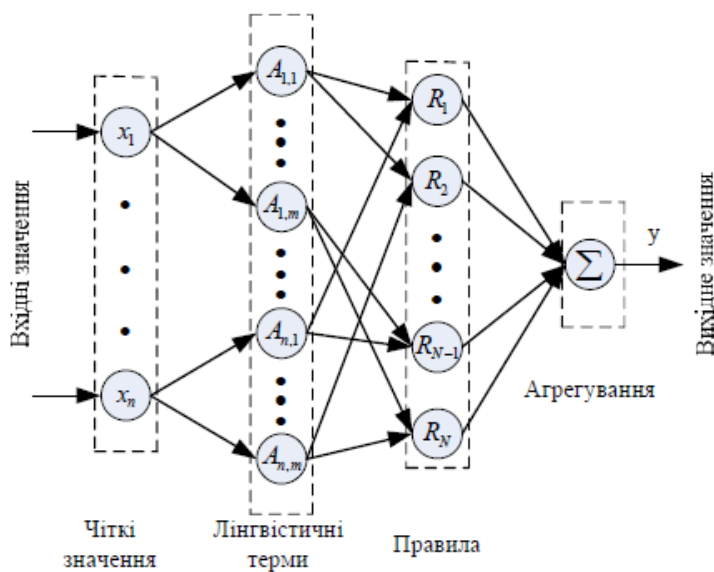


Рис.1 – Структура системи нечіткого логічного виведення

Вихід правила – це лінгвістична змінна  $Y$ , яка набуває значення одного із термів  $V_j$ .

Для узагальнення правил відбувається агрегування їх нечітких виходів в одну нечітку множину з її подальшим перетворенням на чітке вихідне значення  $u$ .

Коротко перелічимо відмітні переваги fuzzy-систем у порівнянні з іншими:

можливість оперувати вхідними даними, заданими нечітко: наприклад, що безупинно змінюються в часі значення (динамічні задачі), значення, що неможливо задати однозначно (результати статистичних опитувань, рекламні компанії і т.д.);

можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки і порівняння: оперування критеріями "більшість", "можливе", "переважно" і т.д.;

можливість проведення якісних оцінок як вхідних даних, так і виведених результатів: ви оперуєте не тільки власне значеннями даних, але їхнім ступенем вірогідності (не плутати з імовірністю!) і її розподілом;

можливість проведення швидкого моделювання складних динамічних систем і їхній порівняльний аналіз із заданим ступенем точності: оперуючи принципами поведінки системи, описаними fuzzy-методами, ви по-перше, не витрачаєте багато часу на з'ясування точних значень змінних і складання рівнянь, що їх описують, по-друге, можете оцінити різні варіанти вихідних значень.

доцент кафедри управління та організації  
діяльності у сфері цивільного захисту,  
к.т.н., доцент

О.О. Писклакова

Обговорена та схвалена на засіданні кафедри «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.