МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

**Методичні рекомендації
до самостійної роботи студентів
спеціальності 051 "Економіка"
першого (бакалаврського) рівня**

**Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2017**

УДК 303.732.4(07.034)
С40

Укладачі: О. В. Раєвнєва
С. О. Степуріна

Затверджено на засіданні кафедри статистики та економічного прогнозування.
Протокол № 8 від 30.01.2017 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Системний аналіз соціально-економічних процесів : методичні рекомендації до самостійної роботи студентів спеціальності 051 "Економіка" першого (бакалаврського) рівня [Електронний ресурс] / уклад. О. В. Раєвнєва, С. О. Степуріна. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2017. – 45 с.
С40

Подано основні питання, що необхідно самостійно розглянути та висвітлити в межах кожної теми навчальної дисципліни, завдання для самостійного виконання, тестові завдання, а також контрольні запитання для самодіагностики.

Рекомендовано для студентів спеціальності 051 "Економіка" першого (бакалаврського) рівня.

УДК 303.732.4(07.034)

© Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, 2017

Вступ

Системний аналіз належить до тих напрямів сучасної науки, які виникли в період загострення соціально-економічних і політичних проблем XX століття та обґрунтували необхідність у пошуку принципово важливих рішень у різних сферах економічної діяльності. Саме це зумовило актуальність розроблення нових методів, що дозволяють ефективно аналізувати складні проблеми як ціле і що забезпечують розгляд багатьох альтернатив, кожну з яких описують великою кількістю змінних. У результаті цього пошуку сформувалася широка й універсальна методологія вирішення проблем, яка була названа системним аналізом.

Поняття "системний аналіз" і "системний підхід" є дуже популярними в сучасному світі. Ефективне вирішення проблем – виробничих, державних, світових – потребує не швидкоплинних, інтуїтивних рішень, а поетапного, детального врахування думок усіх осіб, зацікавлених у їхньому вирішенні. Сучасний системний аналіз як міждисциплінарна наука спрямований на з'ясування причин труднощів і ускладнень, що виникають у процесі функціонування реальних систем (організацій, підприємств, фінансово-кредитних установ тощо) та вироблення варіантів їхнього усунення. Це стало можливим, завдяки тому, що системний аналіз увібрав у себе методи різних наук: теорії систем, системології, кібернетики, інформатики, – спрямованих на дослідження технічних, природних та соціальних систем і пошук найбільш оптимальних умов їхнього існування.

Об'єктом навчальної дисципліни є відкриті складні системи різного рівня народногосподарського управління (підприємство, фірма, регіон, національне господарство тощо), що функціонують в умовах трансформаційного ринкового оточення національної економіки та діяльність яких охоплює комплекс різноманітних соціально-економічних процесів.

Предметом навчальної дисципліни є теоретичні та практичні питання щодо системного підходу в управлінні функціонуванням і розвитком соціально-економічної системи з використанням методології системного аналізу, його засобів та прийомів, що дозволяє здійснювати аналіз, вирішення проблеми та прийняття доцільних управлінських рішень.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів системного мислення, теоретичної та практичної бази системного дослідження під час аналізу проблем і прийняття рішень у сфері професійної діяльності.

Методологія та методика, що використовують у навчальній дисципліні, ґрунтуються на загальній теорії систем, методології системного підходу, роботах вітчизняних і зарубіжних учених із питань системного аналізу поведінки відкритих соціально-економічних систем різних рівнів народногосподарського управління, теорії прийняття рішень в умовах невизначеності.

Базою вивчення навчальної дисципліни "Системний аналіз соціально-економічних процесів" є всі дисципліни освітньо-професійного рівня "бакалавр" зі спеціальності "Економіка".

Самостійна робота студента (СРС) – це форма організації навчального процесу, за якою заплановані завдання виконуються студентом самостійно під методичним керівництвом викладача. Самостійна робота студентів посилює набуття компетентностей, які вони отримують у межах лекційних і практичних занять на підставі розвитку у студентів схильностей до перманентного самонавчання, самореалізації та здібності планувати як свій час, так і своє майбутнє.

Метою самостійної роботи студента в межах навчальної дисципліни "Системний аналіз соціально-економічних процесів" є засвоєння в повному обсязі навчальної програми та формування у студентів загальних і професійних компетентностей, які відіграють суттєву роль у становленні майбутнього бакалавра.

У методичних рекомендаціях подано такі форми проведення СРС у межах навчальної дисципліни "Системний аналіз соціально-економічних процесів":

1) *аудиторна самостійна робота:* варіативні завдання, презентація групових рішень, презентація матеріалу семінарів;

2) *позааудиторна самостійна робота:* підготовка до семінарських занять, підготовка до різноманітних форм контролю, що передбачає навчальна дисципліна, вивчення контрольних питань до кожної теми дисципліни.

Усі завдання аудиторної та позааудиторної самостійної роботи розподіляють на:

1) *обов'язкові*, які студенти повинні виконати в повному обсязі під час опанування навчальної дисципліни;

2) *за вибором студента*, тобто *альтернативні завдання*, які студент може вибрати за допомогою викладача для підвищення поточної оцінки або відпрацювання пропущених занять.

У ході самостійної роботи студент має стати активним учасником навчального процесу, навчитися свідомо ставитися до оволодіння теоретичними та практичними знаннями, вільно орієнтуватися в інформаційному просторі, брати на себе індивідуальну відповідальність за якість власної освітньої діяльності.

СРС у межах навчальної дисципліни "Системний аналіз соціально-економічних процесів" містить:

опрацювання лекційного матеріалу;

опрацювання та вивчення рекомендованої літератури, основних термінів і понять за темами навчальної дисципліни;

підготовку до лабораторних занять;

підготовку есе;

поглиблене опрацювання окремих лекційних тем або питань;

виконання індивідуальних завдань (вирішення розрахункових індивідуальних і комплексних завдань) за вивченою темою;

пошук (підбір) й огляд літературних джерел на задану проблематику навчальної дисципліни;

аналітичний розгляд наукової публікації;

контрольну перевірку студентами особистих знань за запитаннями для самодіагностики;

підготовку до тестових контрольних робіт;

підготовку до модульного контролю;

систематизацію вивченого матеріалу з метою підготовки до семестрового заліку.

Самостійну роботу над засвоєнням навчального матеріалу студент може виконувати в бібліотеці, навчальному кабінеті або комп'ютерному класі університету, а також у домашніх умовах.

Розпочинаючи самостійне вивчення матеріалу, передусім, треба уважно ознайомитися із джерелами, що стосуються певної теми, розподілити питання на більш і менш складні. Виконуючи самостійну роботу, студент має законспектувати основний зміст теми, уникаючи механічного переписування джерел. Крім цього, слід виділяти основні теоретичні положення, ключові слова, спеціальні терміни та поняття.

Самостійну роботу студент має розпочинати ще до початку лекційних занять, тобто йому слід активно використовувати систему випереджувального вивчення підручників і навчальних посібників. Це дозволяє сформувати теоретичну базу для більш глибокого сприйняття інформації під час лекції.

У результаті вивчення матеріалу певної теми рекомендовано перевірити ступінь засвоєння інформації, відповідаючи на тестові завдання та контрольні запитання для самодіагностики, які пропонуються у межах кожної теми.

Перевірку виконання самостійної роботи здійснює викладач на практичних заняттях, а також у процесі підсумкового модульного контролю разом із навчальним матеріалом, який опрацьовують під час проведення аудиторних навчальних занять.

Перелік компетентностей, які опановує студент у процесі вивчення навчальної дисципліни

Вивчаючи навчальну дисципліну, студент має набути таких *компетентностей*:

здобути знання з системного аналізу соціально-економічних процесів і формувати функціональну модель опису системи;

проводити декомпозиції системи з використанням морфологічного аналізу;

здійснювати структурний аналіз соціально-економічної системи (СЕС);

давати оцінку складності системи та пошуку шляхів управління нею;

використовувати технології системного аналізу в ході вирішення проблем функціонування СЕС.

Перелічені компетентності забезпечено відповідними ним знаннями, уміннями та навичками.

Перелік *знань*, які становлять компетентність:

основи теорії систем, теорії моделювання та теорії прийняття рішень;

поняття системи, її структури, властивостей;

класифікація систем і критерії визначення складності систем; моделі опису системи;

методологія системного дослідження;

етапи системного підходу до дослідження поведінки системи;

категоріальний апарат системного аналізу;

принципи, прийоми та структура системного аналізу;

технології здійснення системного аналізу соціально-економічних процесів.

До переліку *вмінь* і *навичок*, які входять до компетентності, належать такі:

визначати структурний склад системи чи процесу з метою зниження рівня невизначеності під час прийняття управлінського рішення;

розробляти морфологічні, функціональні й інформаційні моделі опису системи (процесу);

планувати роботу соціально-економічної системи чи процесу засобами IDEF-технологій;

здійснювати управління складника системи та системою загалом;

визначати структурну, динамічну й інформаційну складність системи (процесу) з метою оптимізації її бізнес-процесів;

формувати підходи до дослідження та вирішення управлінської проблеми на підставі прийомів системного аналізу, а саме, декомпозиції, аналізу й синтезу.

Змістовий модуль 1
Система та її характеристики

Тема 1. Система як об'єкт дослідження системного аналізу

Питання для самостійного опрацювання

1. Виникнення та розвиток системного уявлення.
2. Роль системного аналізу в сучасній науці.
3. Поняття жорсткості, надійності, емерджентності, адаптивності систем.
4. Ефект синергії.
5. Поведінка та стійкість систем.
6. Функціонування систем.
7. Сутність системного аналізу та системного підходу.
8. Складники, на які поділяють систему.
9. Приклади класифікації систем.
10. Головні властивості систем.
11. Наведіть приклади різних видів систем (соціально-економічних, інформаційних, технічних, біологічних, фізичних тощо) та спробуйте описати їхні головні властивості.
12. Головні принципи системного аналізу.

Тести для перевірки знань

1. Базовим принципом загальної теорії систем є:

а) принцип історичності;

б) принцип детермінізму;

в) принцип гомоморфізму.

2. У межах структурного підходу під системою розуміють:

а) множину елементів, пов'язаних між собою;

б) комплекс елементів, що перебувають у взаємодії;

в) виділену дослідником сукупність змінних, властивостей або сутностей досліджуваного об'єкта.

3. Яке визначення системи є найбільш повним:

а) система – цілісна сукупність елементів і частин, що піддається впливу зовнішнього середовища;

б) система – цілісне утворення, що складається з елементів і частин, які взаємодіють, та має властивості, що не зводяться до властивостей цих частин;

в) система – цілісна сукупність елементів, виділена із зовнішнього середовища з певною метою в межах певного часового інтервалу?

4. Укажіть основні класи систем:

а) матеріальні та штучні;

б) природні й абстрактні;

в) матеріальні та абстрактні.

5. Оберіть правильне визначення підсистеми:

а) підсистема – будь-яка частина системи;

б) підсистема – незалежна частина системи;

в) підсистема – частина системи, яка зберігає її основні властивості;

г) підсистема – частина системи, яка зберігає її властивості.

6. Яке визначення найбільш точно відображає сутність поняття "елемент системи"?

а) елемент – найпростіша частина системи;

б) елемент – межа членування системи в певному аспекті її розгляду;

в) елемент – відносно незалежна частина системи, не пов'язана з іншими її частинами;

г) елемент – неподільна частина системи?

Завдання для перевірки знань

1. Вказати пропущені атрибути системи та охарактеризувати їх:

№ п/п	Вхід	Вихід	Мета	Система
1	Студенти	Знання теми		Лекція
2	Студенти	Оцінка	Перевірка знань	
3		Поточний час	Показ часу	
4			Переміщення	Автомобіль
5		Предмет колекції	Антикваріат	Автомобіль
6		Спеціаліст		Студент
7				Сім'я
8			Захист прав	Держава

2. Заповнити місця, позначені знаком питання:

1) якщо вхідні передумови, мета, умова завдання або рішення описані неповно та формалізовано, то такі завдання називають …(?);

2) якщо структура проблеми (моделі, алгоритму, рішення) неповно описана або обумовлена, то таку проблему називають …(?);

3) складні системи існують структурної (тобто?), або динамічної (тобто?), або обчислювальної (тобто?) складності.

3. Указати підсистеми систем, що наведені у завданні 1. Які зв'язки між ними існують? Описати їхнє зовнішнє та внутрішнє середовище і структуру. Класифікувати (з поясненням) системи, наведені в завданні 1, і вказати, які з них великі, а які складні та чому. Описати вхід, вихід, мету, зв'язки зазначеної системи та її підсистем.

4. Навести синоніми й антоніми до таких понять:

1) цілісність, структурованість, системність, системний аналіз;

2) міждисциплінарність, міждисциплінарна проблема.

5. Навести приклад системи, вказати її зв'язки з навколишнім середовищем, вхідні та вихідні параметри, можливі стани системи, підсистеми.

Методичні рекомендації до вирішення завдань

1. Описати вхідні, вихідні дані, можливі стани системи "Вищий навчальний заклад (ВНЗ), мета якої – навчання студентів".

Параметрами системи можуть бути: вхідні – рівень підготовки вступників, рівень проведення вступних випробувань; вихідні – рівень професійної підготовки та адаптаційні можливості молодих фахівців після закінчення ВНЗ; внутрішні – рівень і якість наукової та методичної роботи, рівень організації самостійної роботи студентів, професійний рівень і склад викладачів ВНЗ.

2. Указати підсистеми системи наведеної в попередньому прикладі. Прикладами підсистем системи ВНЗ можуть бути: деканат (мета – управління факультетом), бухгалтерія (мета – забезпечення фінансово-економічного життя ВНЗ), студентська рада (мета – забезпечення студентського самоврядування) та ін.

3. Класифікувати наведені дані системи та підсистеми.

Системи "ВНЗ", "Деканат", "Бухгалтерія", "Студентська рада" можна зарахувати:

через взаємини з середовищем – до відкритих;

за походженням – до змішаних (організаційного типу);

за описом – до змішаних;

через управління – до комбінованих;

щодо функціонування – до типу непараметричних систем.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення категорії "системний аналіз соціально-економічних процесів".
2. Що є предметом системного аналізу як науки?
3. Назвіть базові принципи теорії систем.
4. Назвіть засновників загальної теорії систем.
5. Дайте визначення поняття "структура системи".
6. Наведіть основні завдання системи.

Тема 2. Роль моделей у дослідженні систем. Формальні моделі системи

Питання для самостійного опрацювання

1. Ситуаційне моделювання.
2. Структурне моделювання.

3. Імітаційне моделювання.
4. Принципи та підходи до побудови математичних моделей.
5. Етапи побудови математичних моделей.
6. Алгоритми системного аналізу.
7. Соціально-економічні експерименти та їхнє моделювання.
8. Етапи системного аналізу, що не підлягають формалізації.
9. Морфологічні методи.
10. Методи сценарного аналізу.
11. Ділові управлінські ігри.

Тести для перевірки знань

1. Аналогові моделі належать до:
а) математичного моделювання;
б) символьного моделювання;
в) наочного моделювання.

2. Генетичний опис належить до:
а) інформаційного опису системи;
б) історичного опису системи;
в) функціонального опису системи.

3. Спільними функціями моделювання є:
а) опис, пояснення та прогнозування;
б) прогнозування, організація, мотивація та контроль;
в) опис, імітація, прогнозування.

4. Об'єкт, який слугує засобом опису, пояснення або прогнозування поведінки прототипу, – це:
а) модель;
б) оператор;
в) система.

5. Ситуаційне моделювання спирається на:
а) модельну теорію мислення;
б) теорію системного аналізу;
в) теорію циклів.

6. Субстрактний аналіз – це одне із завдань:

а) інформаційного опису системи;

б) предметного опису системи;

в) історичного опису системи.

Завдання для перевірки знань

1. Побудувати (навести) приклад однієї-двох систем, указати вхідну та вихідну, внутрішньосистемну інформацію, системні функції й системні цілі, побудувати внутрішній і зовнішній опис, указати тип системи, залежно від виду типізації, описати основні керівні параметри, зробити рисунки.

2. Навести морфологічний опис однієї-двох систем. Навести графовий або інший опис, подання системи, оцінити глибину зв'язків.

3. Побудувати одну-дві когнітивні схеми та проаналізувати з їхньою допомогою одну-дві системи для прийняття рішень.

Методичні рекомендації до вирішення завдань

1. Система "Державна податкова адміністрація (ДПА)". Інформація може бути такого типу:

1) вхідна та вихідна інформація: інформація про фізичних і юридичних осіб; заяви; акти; декларації про доходи; статути та засновницькі договори; свідоцтва про реєстрацію, ліцензії; індивідуальний податковий номер (ІПН) і дати реєстрації, реєстри; баланси; інформація про платежі; позови, довідки; звіти, накази; юридичні документи та правові акти; нормативно-довідкова інформація; відомості про фінансові операції;

2) внутрішньосистемна інформація: інформація про окремих фізичних і юридичних осіб; заяви; акти; декларації про доходи; відомості про доходи; матеріали до бухгалтерської звітності; позови, довідки; постанови, накази, укладення; листи, запити, інструкції; нормативно-довідкова інформація; відомості про фінансові операції та ін.

Основні системні функції: облік платників податків; аналіз податкових платежів; організація й проведення необхідних податкових заходів; упровадження систем нових інформаційних технологій; удосконалення функціонування податкових систем та ін.

Основні системні цілі: забезпечення дотримання правових актів і законів; забезпечення обліку платежів та платників, правильності обчислення платежів; забезпечення взаємодії з іншими органами; забезпечення

правильного застосування штрафних санкцій; забезпечення подання звітності та документації іншим органам.

Слід навести спрощене подання системи "ДПА", а саме: у вигляді підсистем лінійної структури (рис. 1):

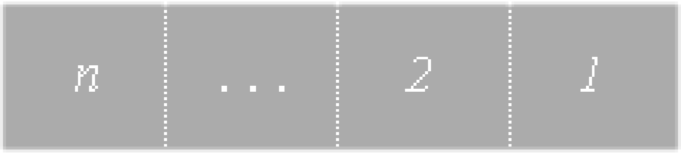

Рис. 1. **Схема системи "Державна податкова адміністрація"**

Внутрішній опис системи може мати такий вигляд:

$$x(t+1,i) = x(t,i) - a(t,i) + b(t,i)x(t,i),$$

де $x(t,i)$ – обсяг витрат на податкові заходи в і-й підсистемі в t-й період часу;

$a(t,i)$ – коефіцієнт недобору (наприклад, відношення обсягу тих, що обкладені податками до потенційно можливого обсягу або його еквівалента) в і-й підсистемі в момент часу *t*;

$b(t,i)$ – коефіцієнт економії витрачених ресурсів в і-й підсистемі в момент часу *t* (*a, b* – вхідні параметри).

Тут використовують такі позначення: *k (x, t, i)* – коефіцієнт професіоналізму працівників відділу або ефективності управління; *l (x, t, i)* – коефіцієнт оснащеності відділу (наприклад, охоплення новими інформаційними технологіями); *X (t)* – обсяг витрат у всій системі (адміністрації); *s (i)* – початковий, за *t* = 0, обсяг витрат у відділі номер *i*.

Це відкрита, змішаного походження система, основні змінні якої можна описувати також змішаним чином (кількісно й якісно), зокрема, збирання податків – це зазвичай кількісно описувана характеристика; структуру податкової адміністрації можна описати і якісно, і кількісно. За типом опису закону (законів) функціонування системи, цю систему можна зарахувати до не параметризованих загалом, хоча можливе виділення підсистем різного типу й опису, зокрема, підсистеми аналізу, інфор-

маційного забезпечення, роботи з юридичними та фізичними особами, юридичний відділ та ін.

Основні керівні параметри в системі – параметри, що стимулюють своєчасну та повну сплату податків, прибутковість підприємств, а не штрафні санкції. Наприклад, податок на прибуток – основний керівний фактор. У податкових системах є два основних типи керівних параметрів – фіскального та стимулювального характеру.

2. Морфологічний опис системи залежить від урахованих зв'язків, їхньої глибини (зв'язки між головними підсистемами, між другорядними підсистемами, між елементами), структури (лінійна, ієрархічна, мережева, матрична, змішана), типу (прямий зв'язок, зворотний зв'язок), характеру (позитивна, негативна). Наприклад, морфологічний опис автомата для виробництва деякого виробу може містити геометричний опис виробу, програму (опис послідовності дій автомата), опис операційної обстановки (маршрут оброблення, обмеження дій та ін.). Водночас цей опис залежить від типу та глибини зв'язків, структури виробу, заготівки та ін.

3. Структурна когнітивна схема для аналізу проблеми оподаткування фірми може мати такий спрощений вигляд (рис. 2):

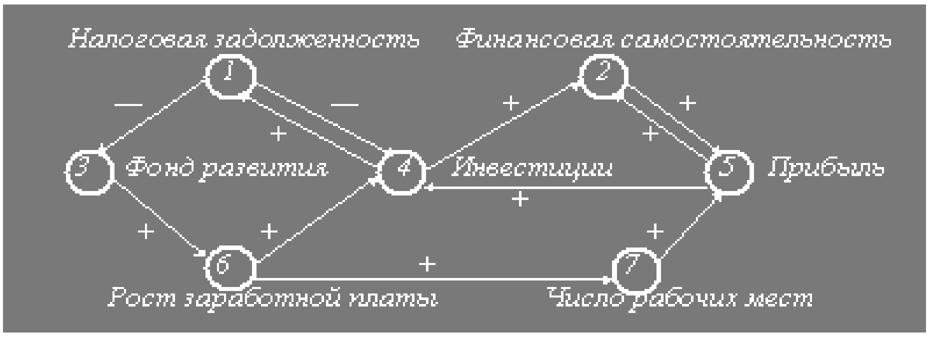

Рис. 2. **Когнітивна схема податкової проблеми**

Когнітивна решітка утворюється за допомогою системи факторних координат, де кожна координата відповідає одному фактору, показнику (наприклад, фінансовому) або деякому інтервалу зміни цього фактора. Кожна область решітки відповідає тій або іншій поведінці. Показники можуть бути відносними (наприклад, від 0 до 1), абсолютними (наприклад, від мінімального до максимального), біполярними ("високий або великий" – "низький або маленький"). Решітка для аналізу та розподілу основної групи податків між державним і регіональним бюджетами показана на рис. 3

(у біполярній системі показників: зона В – найбільш сприятлива, зона С – найменш сприятлива).

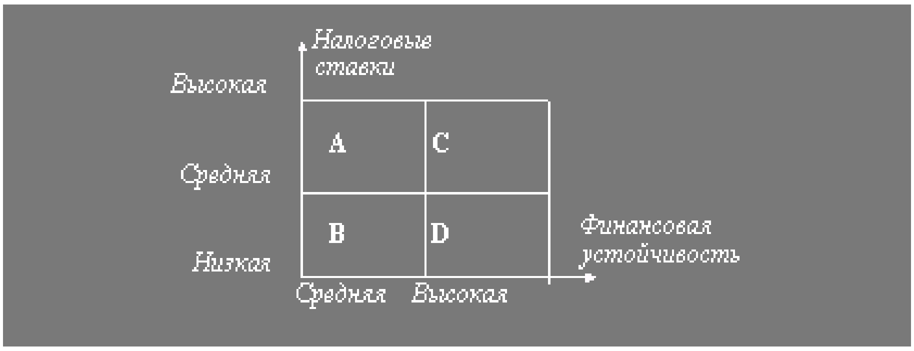

Рис. 3. **Когнітивна решітка фінансової стійкості фірми**

Контрольні запитання

1. Назвіть основні властивості системи.
2. Назвіть рівні абстрактного опису системи.
3. Дайте визначення поняття "підсистема".
4. Дайте визначення категорії "моделювання".
5. Назвіть основні галузі застосування моделей.
6. Які системи належать до класу закритих систем?
7. Які форми опису системи містить узагальнена вербальна модель?

Тема 3. Класифікація систем. Складність системи

Питання для самостійного опрацювання

1. Поняття шкал.
2. Шкали номінального типу.
3. Шкали порядку.
4. Інтервальні шкали.
5. Абсолютні шкали.
6. Шкали відносин і різниць.
7. Система управління.
8. Кількісні та якісні методи опису систем.
9. Опис систем за допомогою моделі "чорного ящика".
10. Метод побудови дерева цілей.
11. Графічне моделювання.
12. Математичне, імітаційне, структурне, фізичне моделювання.

Тести для перевірки знань

1. Адаптація та пристосування системи до змін зовнішнього середовища – це функція управління системою:

а) регулювання;

б) планування;

в) обліку.

2. Внутрішню складність системи визначають як:

а) складність взаємин з навколишнім середовищем;

б) складність множини внутрішніх станів системи;

в) обидва варіанти.

3. Вхідна інформація системи – це:

а) інформація, яку система видає в навколишнє середовище;

б) інформація, яку система сприймає від навколишнього середовища;

в) інформація про взаємозв'язок між елементами системи.

4. Відкриті та закриті системи виділяють за такою класифікаційною ознакою:

а) за походженням системи;

б) за способом управління системою;

в) за відношенням системи до навколишнього середовища.

5. Оцінювання ентропії системи здійснюють для:

а) визначення міри складності системи;

б) визначення ступеня відповідності моделі системи її фактичному аналогу;

в) обидва варіанти.

6. Управління в системі – це:

а) внутрішня функція системи;

б) виконання зовнішніх функцій управління;

в) обидва варіанти.

Завдання для перевірки знань

1. Матриця суміжності структури системи має такий вигляд:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Необхідно подати структуру системи у графічному вигляді та розрахувати: зв'язність структури; структурну надмірність; нерівномірність розподілу зв'язків; структурну компактність; рівень централізації у структурі; ранг елемента.

Методичні рекомендації до вирішення завдань

Слід розглянути лінійно-функціональну структуру управління, у якій кожен структурний елемент (відділ, служба, виробничий підрозділ) виконує конкретні завдання та має певні права й обов'язки (рис. 4).

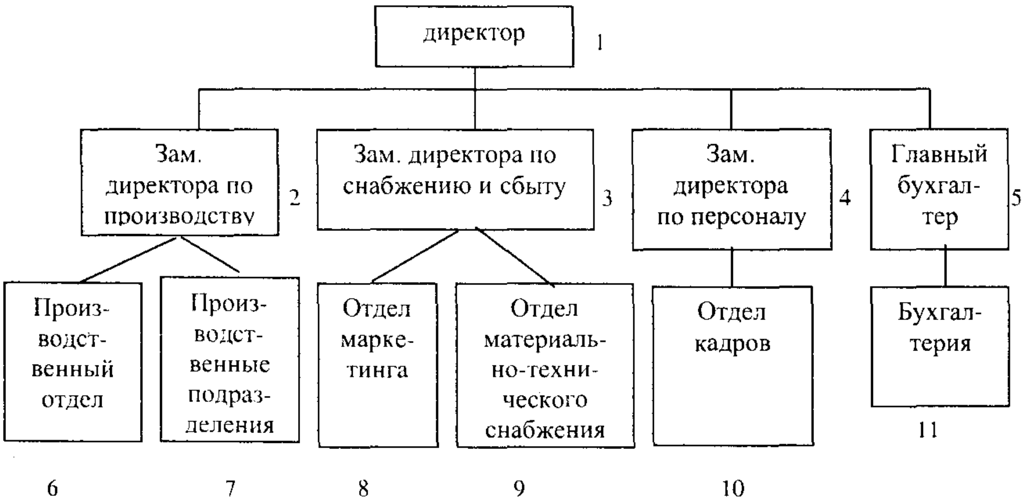

Рис. 4. **Організаційна структура підприємства**

Для здійснення структурного аналізу організаційної структури підприємства подати її у вигляді графу G = {X, U}, де X – множина вершин (|X| = n), що відповідає множині структурних елементів; U – множина ребер (|U| = m), що відповідає множині зв'язків між структурними елементами підприємства.

Граф G, що відповідає цьому підприємству, показаний на рис. 5, де цифри позначають:

1 – директор підприємства;

2 – заступник директора з виробництва;

3 – заступник директора з постачання та збуту;

4 – заступник директора з персоналу;

5 – головний бухгалтер;

6 – виробничий відділ;

7 – виробничі підрозділи;

8 – відділ маркетингу;

9 – відділ матеріально-технічного постачання;

10 – відділ кадрів;

11 – бухгалтерія.

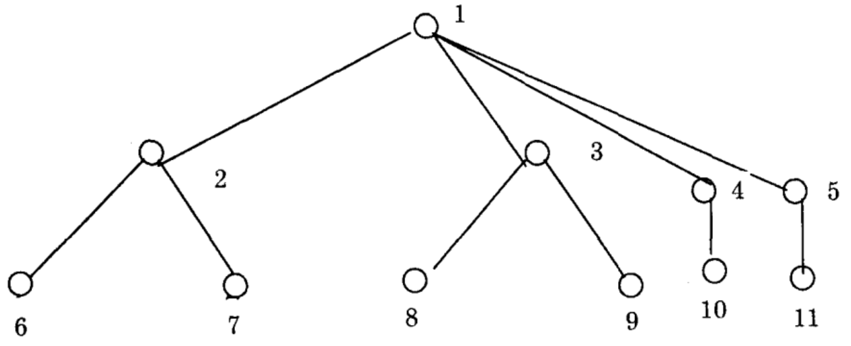

Рис. 5. **Структурний граф підприємства**

Із метою опису графу G побудувати матрицю суміжності (табл. 1), яка для неорієнтованого графу має вигляд $A = \|a_{ij}\|$ де a_{ij} – елементи матриці суміжності, які визначають таким чином:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 - \text{за наявності зв'язку між елементами i та j;} \\ 0 - \text{за відсутності зв'язку між елементами i та j.} \end{cases}$$

Таблиця 1

Матриця суміжності

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	ρ_i	ρ_i^2	r_i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	–	1	1	1	1	–	–	–	–	–	–	4	16	0,20
2	1	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	3	9	0,15
3	1	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	3	9	0,15

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	2	4	0,10
5	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2	4	0,10
6	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	0,05
7	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	0,05
8	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	0,05
9	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	0,05
10	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	1	0,05
11	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1	1	0,05

1. За матрицею суміжності визначити ранг кожного елемента:

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}},$$

де a_{ij} – елементи матриці суміжності;

n – кількість вершин (елементів) структури.

Наприклад, $r_1 = \frac{4}{20} = 0{,}2$. Ранги структурних елементів наведено в останньому стовпчику табл. 1.

Чим вищий ранг елемента, тим міцніше він пов'язаний з іншими елементами і тим важчими будуть наслідки в разі втрати якості його функціонування. У цьому випадку найбільш високий ранг (0,2) має перший елемент структури (директор).

2. Перевірити *зв'язність структури*. Для зв'язаних структур (що не мають обривів і висячих елементів) має виконуватися умова:

$$m = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \geq n - 1,$$

де m – множина ребер графу (½ від кількості зв'язків в матриці суміжності).

Права частина нерівності визначає необхідну мінімальну кількість зв'язків у структурі графу, що містить n вершин.

Для нашого випадку n (кількість структурних елементів) дорівнює 11 і умова (½) × 20 = 11 − 1 виконується, тобто структура є зв'язною.

3. Дати оцінку *структурної надмірності R*, що відображає перевищення загальної кількості зв'язків над мінімально необхідною:

$$R = \frac{m}{n-1} - 1.$$

Ця характеристика є непрямою оцінкою економічності й надійності досліджуваної структури та визначає принципову можливість функціонування і збереження зв'язків системи в разі відмови деяких її елементів. Система з більшою надмірністю *R* потенційно більш надійна, але менш економічна. Можливі три варіанти: якщо $R < 0$, то система незв'язана; $R = 0$, система має мінімальну надмірність; $R > 0$, система має надмірність; чим вища *R*, тим вища надмірність.

Для розглянутого випадку R = [(½) × 20 / (11 − 1)] − 1 = 0, тобто структура має мінімальну надмірність.

4. Визначити нерівномірність розподілу зв'язків *E*. Цей показник характеризує недовикористання можливостей цієї структури, що має *m* ребер і *n* вершин, у досягненні максимальної зв'язності. Величину *E* визначають за формулою:

$$E = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \rho_i^2 - \frac{4m^2}{n}}.$$

Для розглянутого випадку: $E = \sqrt{48 - 4 \times 10^2 / 11} = 3{,}41$

Однак для порівняння різних структур за нерівномірністю зв'язків використовують відносну величину:

$$E_{\text{відн.}} = \frac{E}{E_{max}},$$

де E_{max} – максимальне значення нерівномірності зв'язків, яке досягають у системі, що має максимально можливу кількість вершин, які мають один зв'язок.

Величину *E* визначають за емпіричною формулою:

$$E_{max} = \sqrt{\frac{1}{4} \times \left(x^2 - 2y - 3x\right)^2 - 1 + 2y(y+1) + n(n-1) - \frac{4m^2}{n}},$$

де $y = m - n;\ x = \left(-1 + \sqrt{8y + 9}\right) / 2.$

Для випадку, що розглядають:

$$y = 10 - 11 = -1;\ x = \left(-1 + \sqrt{8 \times (-1) + 9}\right) / 2 = 0.$$

Тоді $E_{max} = \sqrt{\frac{1}{4} \times (2 \times (-1))^2 - 1 + 2 \times (-1) \times (-1+1) + 11 \times (11-1) - \frac{4 \times (10)^2}{11}} = 8{,}58.$

Визначити величину *E* для цього випадку:

$$E_{відн.} = \frac{3{,}41}{8{,}58} = 0{,}4.$$

Величина *E* для різних типів структур змінюється від 0 (для структур із рівномірним розподілом зв'язків) до 1.

У цьому випадку розподіл зв'язків у структурі досить рівномірний.

5. Визначити *структурну компактність структури* Q, яка відображає загальну структурну близькість елементів між собою. Для цього використовують таку формулу:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} d_{ij},\ i \neq j,$$

де b_{ij} – відстань від елемента *i* до елемента *j*, тобто мінімальна кількість зв'язків, що з'єднують елементи *i* та *j*.

Для визначення величини загальної структурної компактності побудувати матрицю відстаней $D = \|dij\|$ (табл. 2). За таблицею визначають *Q* = 288.

Таблиця 2

Матриця відстаней

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	∑
1	–	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	16
2	1	–	2	2	2	1	1	3	3	3	3	21
3	1	2	–	2	2	3	3	1	1	3	3	21
4	1	2	2	–	2	3	3	3	3	1	3	23
5	1	2	2	2	–	3	3	3	3	3	1	23
6	2	1	3	3	3	–	2	4	4	4	4	30
7	2	1	3	3	3	2	–	4	4	4	4	30
8	2	3	1	3	3	4	4	–	2	4	4	30
9	2	3	1	3	3	4	4	2	–	4	4	30
10	2	3	3	1	4	4	4	4	4	–	4	32
11	2	3	3	3	1	4	4	4	4	4	–	32

Однак для кількісного оцінювання структурної компактності й можливості об'єктивного порівняння різних організаційних структур частіше використовують відносний показник, що визначають за такою формулою:

$$Q_{відн.} = \frac{Q}{Q_{min}} - 1,$$

де $Q_{min} = n \times (n-1)$ – мінімальне значення компактності для структури типу "повний граф" (кожен елемент з'єднаний з кожним).

Для нашої структури $Q_{min} = 11 \times (11-1) = 110$.

Структурну компактність можна характеризувати й іншою характеристикою – *діаметром структури* $d = \max d_{ij}$, що дорівнює максимальному значенню відстані d_{ij} у матриці відстаней. Для цієї структури *d* = 4.

Зі збільшенням *d* збільшуються середні часові затримки під час обміну інформацією між підрозділами, що викликає зниження загальної надійності. Із цього погляду структура досліджуваного підприємства має надійність середнього рівня (максимальну надійність має повний граф, для якого, *d* = 1).

6. Для характеристики *ступеня централізації* системи використовують показник центральності структурного елемента:

$$Z_i = \frac{Q}{2 \times \sum_{j=1}^{n} d_{ij}},$$

який характеризує ступінь віддаленості i-го елемента від інших елементів структури.

Чим менш віддалений *i-й* елемент від інших, тим більша його центральність і тим більшу кількість зв'язків здійснюють через нього. У цьому випадку найбільш центральним є перший елемент (директор), для якого $\sum d_{ij} = 16 = \min$, тобто він має максимальний коефіцієнт центральності $Z_{max} = 288 \ / \ (2 \times 16) = 9$.

Ступінь централізації у структурі загалом може бути охарактеризовано *індексом центральності*:

$$\delta = \frac{(n-1)(2 \times Z_{max} - n)}{(n-2) \times Z_{max}} = \frac{(11-1)(2 \times 9 - 11)}{(11-2) \times 9} = 0{,}87.$$

Значення ступеня центральності перебуває в діапазоні 1 ≥ δ ≥ 0, водночас для структур із рівномірним розподілом зв'язків – δ = 0, а для структур, що мають максимальну ступінь централізації – δ = 1.

Для розглянутого випадку велике значення ступеня центральності структури (δ = 0,87) висуває високі вимоги до пропускної спроможності центра (елемент 1), через який установлено велику кількість зв'язків із приймання і перероблення інформації, та надійності його функціонування, оскільки відмова центрального елемента веде до повного руйнування структури.

Цю методику оцінювання може бути використано під час порівняльного оцінювання властивостей структур виробничих систем. З погляду топології внутрішніх зв'язків виділяють такі основні види структур (рис. 6): а) послідовна; б) кільцева; в) радіальна; г) деревоподібна; д) типу "повний граф"; е) незв'язана.

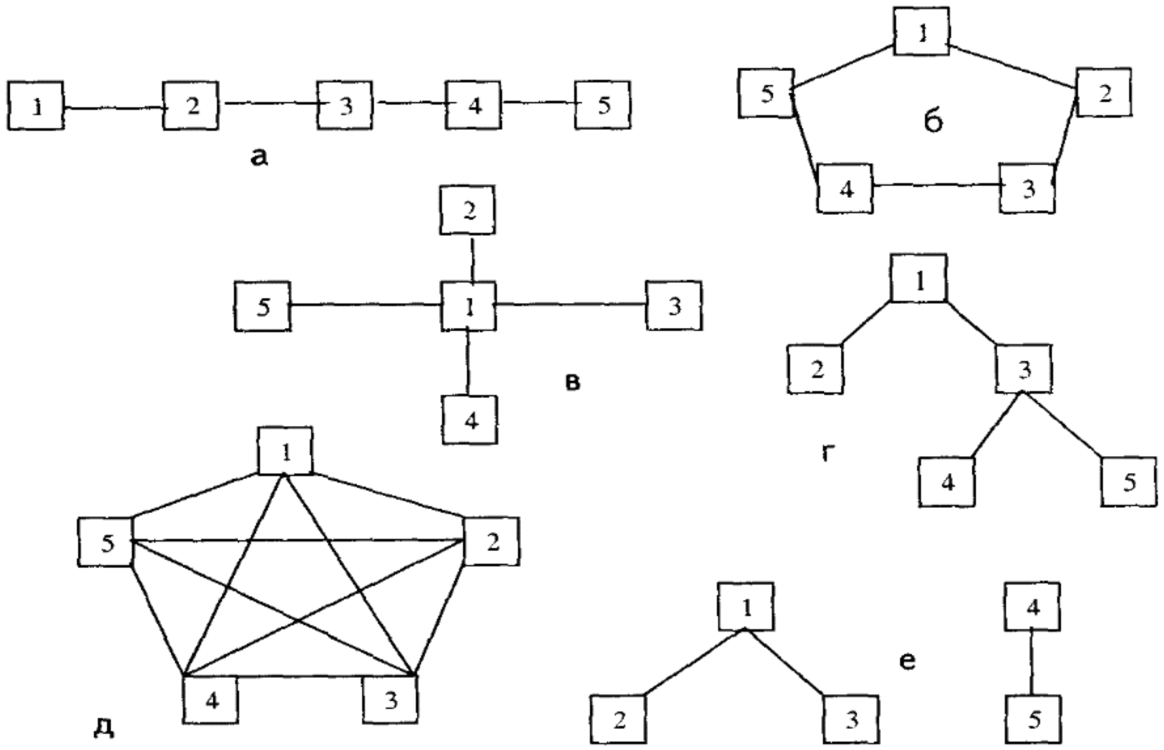

Рис. 6. **Основні види моделей структур**

Розглянути застосування кількісних характеристик до аналізу властивостей цих структур. Результати обчислень наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Результати порівняльного аналізу

Види	R	Q	d	Z	δ	E	$E_{відн.}$
а	0	1,00	4	3,3	0,70	1,1	0,41
б	0,25	0,50	2	2,5	0	0	0
в	0	0,60	2	4,0	1,00	2,7	1,00
г	0	0,75	3	3,5	0,76	1,8	0,67
д	1,50	0	1	2,5	0	0	0
е	−0,25	–	–	–	–	–	–

Із табл. 3 можна зробити висновки:

1) для незв'язних структур $R < 0$; для структур без надмірності (послідовної, радіальної, деревоподібної) $R = 0$; для структур із надмірністю за зв'язками (кільцевої, повного графу) – $R > 0$;

2) найбільшу близькість елементів (показник Q) має структура типу "повний граф"; найменшу – послідовна, радіальна та кільцева структури, невиразні за показником d, мають різні значення Q;

3) радіальна й деревоподібна структури, що мають однакові або близькі значення R, Q, d, значно відрізняються за показником δ, що відповідає фізичному змісту, бо відхід від повної централізації, характерні для радіальної структури, веде до більшої рівномірності розподілу зв'язків за елементами;

4) найвищу нерівномірність розподілу зв'язків ($E = 1$) має радіальна структура, а найменшу ($E = 0$) – кільцева структура та повний граф.

Аналізуючи значення структурних параметрів, визначених у результаті структурної діагностики, можна виявити основні недоліки структури організації та внести деякі корективи в організаційну структуру підприємства.

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні ознаки великих систем.
2. Який тип моделювання називають ситуаційним?
3. Перелічіть основні функції управління системою.
4. Перелічіть основні типи опису системи та дайте їм визначення.
5. Дайте визначення поняття "когнітологія".
6. Перелічіть основні підходи до класифікації систем.

7. Які типи систем виділяють за засобом управління системою?

8. Які інформаційні засоби використовують для здійснення структурного аналізу систем управління?

9. Яке основне призначення логічної моделі DFD?

10. Яка послідовність робіт рекомендована під час побудови логічних моделей предметної області в межах CASE-технології аналізу системи управління?

11. Яка послідовність розроблення моделей діяльності структурних елементів і системи управління загалом?

12. У чому полягає основна концепція проектування системи управління освітнім процесом?

13. Які основні етапи проектування системи управління освітнім процесом?

14. Для чого використовують етап аналізу предметної області?

15. Які стадії становлять етап аналізу життєдіяльності системи управління освітнім процесом?

16. Що є результатом проектування системи управління виробничим процесом?

17. Які основні етапи здійснення процесу проектування? Яке їхнє призначення?

18. Для чого потрібна концептуальна стадія проектування? Назвіть основний документ, що результує цей етап.

19. Які "учасники" задіяні у процесі моделювання системи управління освітнім процесом?

20. Які етапи охоплює стадія моделювання системи управління? У чому їхній сенс?

21. Які принципи лежать в основі вибору моделі – прообразу системи управління виробничим процесом?

22. У чому призначення конструювання системи управління? Які етапи проходить конструювання системи управління виробничим процесом?

23. Із якою метою здійснюють структурний аналіз системи?

24. Що становить структурний системний аналіз?

25. Що належить до основних показників досліджуваних структур?

26. На чому ґрунтується методологія структурного аналізу?

27. Які принципи становлять основу структурного аналізу?

28. Які етапи становлять основу загальної процедури структурного аналізу?

29. На вирішення якого типу завдань спрямовано структурний аналіз систем управління?

Змістовий модуль 2
Дослідження поведінки системи інструментами системного аналізу

Тема 4. Методологія системного дослідження

Питання для самостійного опрацювання

1. Фундаментальні системні дослідження.
2. Прикладні системні дослідження.
3. Методи діалектичного пізнання.
4. Математична форма зображення складних систем, методи їхнього аналізу та синтезу.
5. Кількісні та якісні методи описування складних систем.
6. Теоретико-множинний опис систем.
7. Часові, алгебраїчні та функціональні системи.
8. Динамічний опис системи.
9. Детерміновані та стохастичні системи.
10. Основи моделювання складних систем.
11. Попереднє оцінювання структури системи.
12. Етапи математичного моделювання систем.

Тести для перевірки знань

1. Об'єктом системних досліджень є:

а) системні утворення;

б) соціальні процеси;

в) економічні системи.

2. Розвиток систем означає:

а) незворотну, спрямовану, закономірну зміну цілісних складноутворених об'єктів;

б) збільшення основних показників, що характеризують систему;

в) багатоступінчастий процес перетворення системи.

3. Системний підхід спрямовано на:
а) цілісне пізнання системних об'єктів;
б) узагальнення знань різних дисциплін;
в) формування системи управління.

4. Типи наукових знань:
а) емпіричне;
б) теоретичне;
в) обидва варіанти.

5. Фундаментальні системні дослідження мають на меті:
а) здобуття основоположних теоретичних знань;
б) вирішення реальних проблем у природі, суспільстві та техніці;
в) формування моделей розвитку.

6. Характеристика об'єкта дослідження – це:
а) стійка та постійна властивість системи;
б) якісне або кількісне відображення будь-якої властивості об'єкта;
в) множина особливостей розвитку об'єкта.

Завдання для перевірки знань

1. Навести приклад однієї-двох систем, пояснити причини та тип її складності, взаємозв'язок складнощів різного типу. Указати заходи (прийоми, процедури) оцінювання складності. Перевірити аксіоми складності.

2. Побудувати 3D-, 2D-, 1D-структури складних систем (комплексів). Зробити рисунки.

3. Навести й описати приклади слабкоструктурованих систем і таких, що погано формалізуються, а також приклади аналізу та синтезу систем.

Методичні рекомендації до вирішення завдань

1. Розглянути множину друзів *X* = {Іванов, Петров, Сидоров} і міст *Y* = {Київ, Париж, Варшава}. Тоді можна побудувати 3D-структуру в *R3* (у просторі трьох вимірів – висота, ширина, довжина), утворену зв'язуванням елементів *X* і *Y*, наприклад, за принципом "хто де був" (рис. 7). У цій структурі використано мережеві 2D-структури *X, Y* (у яких, своєю чергою, використані 1D-структури). За таких умов елементи *X і Y* можна брати як точки – елементи простору нульового виміру – *R0*.

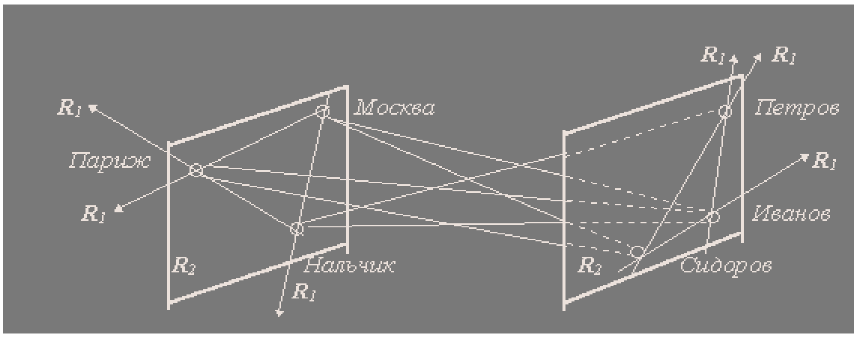

Рис. 7. **Геометрична інтерпретація складних зв'язаних структур**

2. Слабкоструктурованими є проблеми опису багатьох історичних епох, проблем мікросвіту, суспільних і економічних явищ, наприклад, динаміки курсу валют на ринку, поведінки натовпу та ін.

3. Аналітичність людського знання виявляють і в існуванні різних наук, і диференціації наук, і більш глибокому вивченні все більш вузьких питань, кожне з яких само собою і цікаве, і важливе, і необхідне. Водночас настільки ж необхідний і зворотний процес синтезу знань. Так виникають "прикордонні" науки – біоніка, біохімія, синергетика та ін.

4. Якщо на ринку праці буде підвищено попит на кваліфіковану працю, виникне прагнення до зростання кваліфікації, освіти, що приведе до появи нових освітніх послуг, якісно нових форм підвищення кваліфікації. Розвиток фірми, поява мережі філій може привести до нових організаційних форм, зокрема, до комп'ютеризованого офісу, віртуального офісу або віртуальної корпорації.

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні підходи до класифікації систем.
2. Які типи систем виділяють за засобом управління системою?
3. Дайте визначення поняттю "складна система".
4. Наведіть класифікацію систем за С. Біром.
5. Що передбачає властивість робастності?
6. Наведіть основні властивості інформації.

Тема 5. Основні категорії та логіка системного аналізу

Питання для самостійного опрацювання

1. Функції системного аналізу.
2. Основні етапи процедури прийняття рішення.

3. Методика системного аналізу за Е. Квейдом.

4. Методика системного аналізу за С. Оптнером.

5. Формування детального представлення системи.

6. Основні ідеї та принципи системного аналізу, які застосовують у ході дослідження підприємств, організацій, фірм.

7. Дати характеристику економічної системи з позицій системного аналізу.

8. Навести загальносистемні та специфічні властивості економічних систем.

9. Описати економічну систему (входи, виходи, зовнішнє середовище, структуру тощо).

10. Моделі системного аналізу, які застосовують для моделювання економіки.

Тести для перевірки знань

1. Аналіз взаємозв'язку компонентів здійснюють на етапі:

а) декомпозиції системи;

б) аналізу системи;

в) синтезу системи.

2. Виділення системи із середовища за критерієм участі кожного елемента, який розглядають у процесі, що приводить до певного результату, належить до завдань:

а) аналізу;

б) синтезу;

в) декомпозиції.

3. На етапі аналізу здійснюють:

а) описування системи як "чорного ящика";

б) функціонально-структурний аналіз наявної системи;

в) розроблення моделі необхідної системи.

4. На етапі декомпозиції здійснюють:

а) опис системи як "чорного ящика";

б) функціонально-структурний аналіз наявної системи;

в) розроблення моделі необхідної системи.

5. На етапі синтезу здійснюють:

а) опис системи як "чорного ящика";

б) функціонально-структурний аналіз наявної системи;

в) розроблення моделі необхідної системи.

6. Принцип еквіфінальності відображає:

а) можливість замість частини системи досліджувати сукупність її вхідних і вихідних впливів;

б) те, що для визначення ефективності функціонування системи треба уявити її як частину більш загальної системи та давати оцінку зовнішніх властивостей досліджуваної системи щодо цілей і завдань суперсистеми;

в) те, що система може досягти необхідного кінцевого стану за різних початкових умов і різними шляхами.

Завдання для перевірки знань

1. Навести приклад керованої та некерованої системи. Указати основні керовані й некеровані параметри системи. Назвати основні функції та завдання управління.

2. Навести приклад, що показує необхідність у принципі В. Ешбі.

3. Навести приклад, що показує зменшення (збільшення) складності системи за рахунок зміни управління (керованості). Оцінити кількісно ці зміни.

Методичні рекомендації до вирішення завдань

1. Управління в системі – це внутрішня функція системи, що здійснюють у системі, незалежно від умов зовнішнього середовища.

Управління системою – це виконання зовнішніх функцій управління, що забезпечують необхідні взаємини системи з середовищем. Управління системою (у системі) використовують з різною метою:

1) збільшення швидкості передавання повідомлень;

2) збільшення обсягу переданих повідомлень;

3) зменшення часу оброблення повідомлень;

4) збільшення ступеня стиснення повідомлень;

5) збільшення (модифікації) зв'язків системи;

6) збільшення інформації (інформованості).

2. Поява можливості управляти електричними та магнітними коливаннями зробила масово доступним радіо, телебачення, за яких швидкість передавання інформації досягла швидкості світла; пропускна спроможність телеканалу водночас, порівнюючи з пропускною спроможністю телефонного каналу, виросла приблизно в 2 000 разів, прискорення оброблення – у мільйони разів. Зросли також стислість інформації, інформативність повідомлень.

3. Відомий принцип В. Ешбі: керівна підсистема системи повинна мати більш високий рівень організації (або більшу різноманітність, більший вибір), ніж керована підсистема. Наприклад, менеджер фірми має бути більш підготовлений, грамотний, організований, вільний у своїх рішеннях, ніж, наприклад, продавець фірми. Малі та середні фірми, ТОВ, АТ – необхідний фактор різноманітності, успішного розвитку бізнесу, оскільки вони більш динамічні, гнучкі, адаптовані до ринку. У розвинених ринкових системах вони мають більшу вагу, наприклад, у США частка великих корпорацій не більша за 10 %.

4. Основні функції та завдання управління системою:

1) організація системи – виділення підсистем, опис їхніх взаємодій і структури системи;

2) прогнозування поведінки системи;

3) планування ресурсів і елементів, структури системи, необхідних (достатніх – у разі оптимального планування) для досягнення мети системи.

4) облік і контроль ресурсів, що приводять до тих чи тих бажаних станів системи.

Функції та завдання управління системою взаємопов'язані й залежні.

Не можна, наприклад, здійснювати повне планування в економічній системі без прогнозування, обліку та контролю ресурсів, без аналізу попиту і пропозиції – основних регуляторів ринку. Економіка будь-якої держави – це завжди керована система, хоча підсистеми управління можуть бути організовані по-різному, мати різні елементи, цілі, структуру, відносини.

Виявлення керівних параметрів і їхнього використання для управління системою може також зменшити складність системи. Своєю чергою, зменшення складності системи може зробити систему повністю керованою.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні завдання системного дослідження.

2. Що є об'єктом системного дослідження?

3. Назвіть основні особливості системного дослідження.

4. Чим відрізняються прикладні та фундаментальні системні дослідження?

5. Дайте визначення поняття "системний підхід".

6. Наведіть основні принципи системного підходу.

Тема 6. Технології системного аналізу поведінки системи (процесу)

Питання для самостійного опрацювання

1. Алгоритм декомпозиції поведінки системи.

2. Синтез систем управління.

3. Агрегування як технологія системного аналізу.

4. Синтез пріоритетів у методі аналізу ієрархій.

5. Шкала Т. Сааті.

6. Перелічіть основні етапи методу аналізу ієрархій.

7. Опишіть процес попарного порівняння об'єкта з будь-якою ознакою.

8. Опишіть шкалу вибору пріоритетів.

9. Перелічіть основні властивості матриці попарних порівнянь.

10. Як відбувається формування вектора локальних пріоритетів?

11. Опишіть процес згортання зведеної матриці локальних пріоритетів.

12. На підставі чого відбувається вибір оптимального варіанта в методі аналізу ієрархій?

13. Чи використовують у методі аналізу ієрархій основні принципи синтезу складних систем?

14. Чи можна зарахувати метод аналізу ієрархій до методів експертних оцінювань?

15. Опишіть процес визначення вектора глобальних пріоритетів.

Тести для перевірки знань

1. Декомпозицію системи здійснюють на підставі:

а) морфологічної моделі;

б) імітаційної моделі;

в) структурної моделі.

2. Модель системи, за допомогою якої здійснюють декомпозиція, у системному аналізі називають:

а) "модель-компонента";

б) "модель-підстава";

в) "модель системи".

3. Об'єднання декількох розрізнених, не пов'язаних елементів в одне ціле називають:

а) агрегуванням;

б) синтезом;

в) узагальненням.

4. Опис системи в методі аналізу ієрархій може бути реалізовано як:

а) бінарна матриця;

б) спрямований граф;

в) обидва варіанти.

5. Певний вид системи, що складається з об'єктів (елементів), згрупованих у незалежні підмножини (групи) називають:

а) структурою;

б) ієрархією;

в) моделлю.

6. Найбільш важливими є такі види агрегатів:

а) оператор, структура, елемент;

б) конфігуратор, оператор;

в) конфігуратор, оператор, структура.

Завдання для перевірки знань

Оберіть тему дослідження за своїм індивідуальним варіантом.

Зберіть описовий матеріал за цією темою та наведіть вербальний опис досліджуваних варіантів вашого об'єкта дослідження.

Зробіть опис, вибір і дайте оцінку найкращого об'єкта (послуги) із шести варіантів за шістьма критеріями згідно з вашим варіантом, використовуючи метод аналізу ієрархій (табл. 4).

Таблиця 4

Тематика дослідження системи за допомогою методу аналізу ієрархій

Варіанти	Теми дослідження
1	Вибір побутової техніки. Пральна машина
2	Вибір засобів оргтехніки. Копіювальний апарат
3	Вибір косметичних засобів
4	Вибір меблів
5	Вибір побутової техніки. Відеокамера
6	Вибір парфумерії
7	Вибір побутової техніки. Цифровий фотоапарат
8	Вибір ювелірного виробу
9	Вибір засобів оргтехніки. Телефон
10	Вибір домашньої тварини
11	Вибір квартири
12	Вибір побутової техніки. Мікрохвильова піч
13	Вибір автомобіля
14	Вибір виробу легкої промисловості
15	Вибір засобів оргтехніки. Сканер

Методичні рекомендації до вирішення завдань

Приклад (завдання про оптимальний спосіб забезпечення кредиту). Банк приймає рішення щодо найбільш вигідного способу забезпечення кредиту. Розглядають три альтернативи: дорогоцінні метали – Д, цінні папери – Ц, нерухомість – Н. Кінцевий вибір здійснюють за трьома критеріями: юридичному (складності оформлення документів) – Ю, економічному (можливість збільшення вартості) – Е, фізичному (можливість схоронності під час зберігання) – Ф.

Результати попарного порівняння альтернатив за переліченими факторами, а також попарного порівняння критеріїв за ступенем їхньої важливості наведено далі. Який спосіб забезпечення кредиту необхідно вибрати?

Матриці попарних порівнянь:

$$A = \begin{array}{c|ccc} & Д & Ц & Н \\ \hline Д & 1 & 0,25 & 2 \\ Ц & 4 & 1 & 5 \\ Н & 0,5 & 0,2 & 1 \end{array}, \qquad A_{ю} = \begin{array}{c|ccc} & Д & Ц & Н \\ \hline Д & 1 & 3 & 5 \\ Ц & 0,33 & 1 & 2 \\ Н & 0,2 & 0,5 & 1 \end{array},$$

$$A_э = \begin{array}{c|ccc} & Д & Ц & Н \\ \hline Д & 1 & 0,25 & 0,25 \\ Ц & 4 & 1 & 3 \\ Н & 4 & 0,33 & 1 \end{array}, \qquad A_ф = \begin{array}{c|ccc} & Д & Ц & Н \\ \hline Д & 1 & 2 & 6 \\ Ц & 0,5 & 1 & 4 \\ Н & 0,17 & 0,25 & 1 \end{array}.$$

Для вирішення завдання, насамперед, необхідно визначити питому вагу всіх порівнюваних нащадків щодо їхніх батьків. Для цього слід скористатися методом середньої геометричної та наступним нормуванням визначених результатів. Часткові результати наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Розрахунок ваги критеріїв і альтернатив

Критерії	Ю	Е	Ф	Порівняння геометричної середньої	Розрахунки	Ваги W	Розрахунки
Ю	1,00	0,25	2,00	0,794	$=\sqrt[3]{1\times 0,25\times 2}$	0,200	=0,794 / 3,972
Е	4,00	1,00	5,00	2,714		0,683	
Ф	0,50	0,20	1,00	0,464		0,117	
			Сума	3,972		1,000	
Юридичний фактор	Д	Ц	Н	Порівняння геометричної середньої		Ваги W	
Д	1,00	3,00	5,00	2,466		0,664	
Ц	0,33	1,00	2,00	0,871		0,219	
Н	0,20	0,50	1,00	0,464		0,117	
			Сума	3,801		1,000	
Економічний фактор	Д	Ц	Н	Порівняння геометричної середньої		Ваги W	
Д	1,00	0,25	0,25	0,397		0,147	
Ц	4,00	1,00	3,00	2,289		0,576	
Н	4,00	0,33	1,00	1,097		0,276	
			Сума	3,783		1,000	
Фізичний фактор	Д	Ц	Н	Порівняння геометричної середньої		Ваги W	
Д	1,00	2,00	6,00	2,289		0,576	
Ц	0,50	1,00	4,00	1,260		0,336	
Н	0,17	0,25	1,00	0,349		0,088	
			Сума	3,898		1,000	

За допомогою перемножування матриць парних порівнянь А і матриць ваги W визначено матриці AW для кожного батька.

$$AW_{цель} = \begin{matrix} 1 & 0,25 & 2 \\ 4 & 1 & 5 \\ 0,5 & 0,2 & 1 \end{matrix} \times \begin{matrix} 0,2 \\ 0,683 \\ 0,117 \end{matrix} = \begin{matrix} 0,604 \\ 2,067 \\ 0,353 \end{matrix},\ AW_{Ю} = \begin{matrix} 1,947 \\ 0,687 \\ 0,366 \end{matrix},\ AW_{е} = \begin{matrix} 0,329 \\ 1,895 \\ 0,909 \end{matrix},\ AW_{Ф} = \begin{matrix} 1,771 \\ 0,975 \\ 0,27 \end{matrix}.$$

Слід поділити поелементно матриці *AW* на *W*, щоб визначити λ_i, потім знайти середнє λ_{max} і розрахувати відношення погодженості. Часткові результати наведено в табл. 6.

Таблиця 6

Розрахунок індексу погодженості матриць парних порівнянь

Критерії	W	AW	λ	Розрахунки	
1	2	3	4	5	
Ю	0,200	0,604	3,025	= 0,604 / 0,2	
Е	0,683	2,067	3,025		
Ф	0,117	0,353	3,025		
Сума	1,000				
		λ_{max}	3,025		
		Індекс погодженості J	0,012	= (3,025−3) / (3−1)	**n = 3**
		Еталонне значення J	0,580	(з таблиці для n = 3)	
		Відношення погодженості	2,120 %	= (0,012/0,5) × 100 %	
Юридичний фактор	W	AW	λ		
Д	0,649	1,947	3,000		
Ц	0,229	0,687	3,001		
Н	0,122	0,366	3,001		
Сума	1,000				
		λ_{max}	3,001		
		Індекс погодженості J	0,000		
		Еталонне значення J	0,580		
		Відношення погодженості	0,048%		
Економічний фактор	W	AW	λ		
Д	0,105	0,329	3,133		
Ц	0,605	1,895	3,131		
Н	0,290	0,909	3,136		
Сума	1,000				

Закінчення табл. 6

1	2	3	4	5	
		λ_{max}	3,133	= (3,133 + 3,131 + 3,136) / 3	
		Індекс погодженості J	0,067		
		Еталонне значення J	0,580		
		Відношення погодженості	11,491 %		
Фізичний фактор	W	AW	λ		
Д	0,587	1,771	3,015		
Ц	0,323	0,975	3,016		
Н	0,090	0,270	3,018		
Сума	1,000				
		λ_{max}	3,017		
		Індекс погодженості J	0,008		
		Еталонне значення J	0,580		
		Відношення погодженості	1,424 %		

Ґрунтуючись на розрахованих значеннях, можна зробити висновок про погодженість матриці оцінок критеріїв, альтернатив за юридичним і фізичним критеріями. Однак індекс погодженості за матрицею економічного критерію показує, що до даних варто ставитися з обережністю та бажано уточнити оцінки.

З векторів-стовпців видно, як розподілилися *W* між альтернативами щодо того або того критерію. Також можна зробити висновок, що для банку найважливішим критерієм є економічний.

Остаточні оцінки альтернатив обчислюють шляхом перемножування двох матриць: першої, складеної з упорядкованих оцінок альтернатив, і другої, що становить собою вагові коефіцієнти цих оцінок.

$$W^{A}_{цель}\left[W_{Ю}W_{Э}W_{Ф}\right]\times\left[Wкритерии\right]=\begin{bmatrix}0{,}664 & 0{,}147 & 0{,}576\\ 0{,}219 & 0{,}576 & 0{,}336\\ 0{,}117 & 0{,}276 & 0{,}088\end{bmatrix}\times\begin{bmatrix}0{,}2\\ 0{,}683\\ 0{,}117\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0{,}27\\ 0{,}5\\ 0{,}23\end{bmatrix}$$

З визначених результатів можна зробити висновок, що цінні папери з погляду оптимальності забезпечення кредиту мають значну перевагу, порівнюючи з іншими, оцінка цієї альтернативи із забезпечення кредиту найвища (0,5), тому можна рекомендувати банку забезпечити кредит цінними паперами.

Контрольні запитання

1. Наведіть основні типи суперечностей.

2. Наведіть основні методи емпіричного пізнання.

3. Здійсніть порівняльний аналіз понять "елемент" і "підсистема".

4. Як можна охарактеризувати елемент?

5. Що розуміють під процесом функціонування системи?

6. Чи є різниця між ефективністю процесу, що реалізують системою, і якістю системи?

7. Як визначити структуру системи?

8. У чому полягають основні принципи системного аналізу?

Тема 7. Дослідження та вирішення проблеми засобами системного аналізу

Питання для самостійного опрацювання

1. Неструктурна складність.

2. Основні етапи структуризації проблеми.

3. Мета та аналіз її виявлення.

4. Модель цілей.

5. У чому сутність методології проектування систем управління освітнім процесом?

6. Які типи моделей використовують у конструктивній методології проектування систем управління?

7. Що становить концептуальна модель?

8. Що розуміють під парадигмою (зразком) предметної області?

9. Що становить система управління виробничим процесом?

10. Які основні структурні елементи системи управління виробничим процесом?

11. Як можна уявити модель організації робіт із проектування системи управління? Які етапи охоплює організація робіт із проектування? У чому їхня сутність?

12. Що становить управління освітньою системою?

Тести для перевірки знань

1. Об'єктивну складність пов'язано з:

а) якісними властивостями аналізованої системи;

б) сутнісними властивостями аналізованого системного об'єкта;

в) особливостями суб'єкта аналізу проблеми.

2. Одним із найважливіших властивостей проблеми є:

а) емерджентність;

б) складність;

в) слабкоструктурованість.

3. Сформулювати мету – це означає:

а) кількісно оцінити витрати на вирішення проблеми;

б) визначити бажаний результат керівних рішень;

в) зрозуміти, що треба зробити для усунення або вирішення проблеми.

4. Цілі, пов'язані з можливими наслідками функціонування цієї організації в певному середовищі та ситуації, за класифікацією Ч. Перроу називають:

а) виробничими;

б) адаптації;

в) суспільними.

5. Цикл управління системою складається з таких складників:

а) планування, організація, мотивація, контроль;

б) аналіз, організація, контроль;

в) мотивація, планування, аналіз, організація.

6. Ефективність вирішення проблеми залежить від:

а) правильного (адекватного) аналізу проблеми;

б) правильного вибору мети;

в) обидва варіанти.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення поняття "ієрархія".

2. Дайте визначення поняття "проблемна ситуація".

3. Наведіть основні припущення системного аналізу під час дослідження системи.

4. Чим пояснено слабкоструктурованість проблеми?

5. Наведіть основні принципи побудови моделі цілей.

6. Наведіть класифікацію цілей за Ч. Перроу.

Методичні рекомендації до підготовки індивідуального навчально-дослідного завдання

Підготовка індивідуального навчально-дослідного завдання (далі – ІНДЗ) передбачає: систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань із дисципліни та застосування їх під час вирішення конкретних ситуацій; розвиток навичок у самостійній роботі й оволодіння методикою дослідження та експерименту, пов'язаних із темою ІНДЗ.

Індивідуальне навчально-дослідне завдання виконують самостійно за консультування з викладачем протягом вивчення дисципліни, відповідно до графіка навчального процесу.

ІНДЗ передбачає наявність таких елементів наукового дослідження: практичної значущості; комплексного системного підходу до вирішення завдань дослідження; теоретичного використання передової сучасної методології та наукових розробок; уміння застосовувати сучасні технології.

У процесі виконання ІНДЗ, разом із теоретичними знаннями та практичними навичками за фахом, студент має продемонструвати здібності до науково-дослідної роботи й навчитися вирішувати науково-прикладні актуальні завдання.

За цих умов, якщо навчальну дисципліну "Системний аналіз соціально-економічних процесів" викладають студентам спеціалізації "Бізнес-статистика та аналітика" наукового спрямування, ІНДЗ має бути виконано, відповідно до напряму науково-дослідницької роботи студента.

Тема ІНДЗ – "Побудова моделей діяльності відкритих соціально-економічних систем (процесів)".

Мета роботи – закріплення теоретичного матеріалу навчальної дисципліни "Системний аналіз соціально-економічних процесів", набуття необхідних навичок у проектуванні на основі IDEF0, IDEF3 і DFD-діаграм; практичних навичок у побудові моделі декомпозиції процесів, що відбуваються на різних рівнях економічного управління.

Об'єктом дослідження є складні, великі, структуровані системи та процеси економічної природи.

Стиль викладу роботи – аналітично-дослідницький.

Структура ІНДЗ:

1.*Титульна сторінка* має містити назву університету; назву кафедри; назву навчальної дисципліни; тему ІНДЗ із вказівкою бази дослідження; прізвище, ініціали студента, курс, номер академічної групи; дату подання ІНДЗ викладачеві на перевірку (день, місяць, рік).

2. *Зміст* має відтворювати назви розділів, параграфів тощо, які розкривають тему ІНДЗ, із зазначенням номерів сторінок, на яких вони розміщені.

3. У в*ступній частині* студент повинен розкрити мету роботи, завдання, що необхідно вирішити для досягнення поставленої мети.

4. *Основна частина* складається із 2 частин:

1) аналіз предметної галузі дослідження. Студент повинен описати соціально-економічну систему чи процес, що досліджується, визначити її (його) основні особливості та властивості; провести декомпозицію системи; визначити її підсистеми; установити зв'язки між ними; проаналізувати функціональну спрямованість підсистем;

2) побудова моделі відкритої соціально-економічної системи засобами IDEF-технології. Студент повинен провести повну декомпозицію розробленої моделі та дати економічне обґрунтування кожному з елементів системи;

5. *Висновки* містять перелік практичних результатів, що були визначені в ІНДЗ, а також висновки щодо практичного їхнього використання.

6. *Список літератури.* У кінці ІНДЗ надають повний список використаних джерел, який необхідно скласти в певному порядку (законодавчі та нормативні акти, статистичні довідники, загальна та спеціальна література за алфавітом). Відомості про джерела, уміщені до списку, необхідно давати згідно з вимогами Державного стандарту з обов'язковим наведенням праць.

Завдання має бути виконано й подано викладачу, що веде практичні заняття, не пізніше зазначеної в навчальному плані дати.

Підготовка якісного індивідуального навчально-дослідного завдання є обов'язковою умовою отримання студентом позитивної підсумкової оцінки з цієї навчальної дисципліни.

Рекомендована література

Основна

1. Анфилатов В. С. Системный анализ в управлении : учеб. пособ. / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов А. А. Кукушкин ; под ред. А. А. Емельянова. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
2. Бажин И. И. Исследование систем управления : компакт-учебник / И. И. Бажин – Харьков : Консум, 2004. – 336 с.
3. Економічна кібернетика : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. М. Геєць, Ю. Г. Лисенко, В. М. Вовк та ін. : у 2-х т. – Т. 1 – Донецьк : ТОВ "Юго-Восток, Лтд", 2005. – 508 с.
4. Лямець В. І. Системний аналіз. Вступний курс / В. І. Лямець, А. Д. Тевяшев. – 2-ге вид., переробл. та допов. – Харків : ХНУРЕ, 2004. – 448 с.

Додаткова

5. Бахтизин В. В. Структурный анализ и моделирование в среде CASE-средства BPwin : учеб. пособ. по курсу "Технология проектирования программ" для студ. спец. 40 01 01 "Программное обеспечение информационных технологий" / В. В. Бахтизин, Л. А. Глухова. – Минск : БГУИР, 2002. – 44 с.
6. Глухих И. Н. Теория систем и системный анализ : учеб. пособ. / И. Н. Глухих. – Екатеринбург : Изд-во Уральского государственного университета, 2003. – 130 с.
7. Дегтярев Ю. И. Системный анализ и исследование операций / Ю. И. Дегтярев – Москва : Высшая школа, 1986. – 287 с.
8. Клиланд Д. Системный анализ и целевое управление / Д. Клиланд, В. Кинг ; пер. с англ. – Москва : Советское радио, 1974. – 80 с.
9. Маклаков С. В. Моделирование бизнес-процессов с BPWIN 4.0 / С. В. Маклаков. – Москва : ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 224 с.
10. Мухин В. И. Исследование систем управления : учебник для вузов / В. И. Мухин. – Москва : Изд-во "Экзамен", 2003. – 384 с.

11. Саак А. Э. Разработка управленческого решения : учебник для вузов / А. Э. Саак, В. Н. Тюшняков. – Санкт-Петербург : Питер, 2007. – 272 с.

12. Спициадель В. Н. Основы системного анализа : учеб. пособ. / В. Н. Спициадель. – Санкт-Петербург : ИД "Бизнес-пресса", 2000. – 326 с.

13. Сурмин Ю. П. Теория систем и системный анализ : учеб. пособ. / Ю. П. Сурмин. – Киев : МАУП, 2003. – 368 с.

14. Теория систем и системный анализ в управлении организациями : справочник / под ред. В. Н. Волковой и А. А. Емельянова. – Москва : Финансы и статистика, 2006. – 848 с.

15. Теория управления : учебник / под общ. ред. А. Л. Гапоненко, А. П. Панкрухина. – Москва : Изд-во РАГС, 2003. – 558 с.

16. Трофимов С. А. Case-технологии / С. А. Трофимов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2001. – 188 с.

17. Уемов А. Н. Системный подход и общая теория систем / А. Н. Уемов. – Москва : Мысль, 1978. – 272 с.

18. Чернышов В. Н. Теория систем и системный анализ : учеб. пособ. / В. Н. Чернышов, А. В. Чернышов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 96 с.

19. Шевченко Л. В. Основи економічної кібернетики : навч. посіб. для студ. усіх форм навч. спец. 7.050102 "Економічна кібернетика". – Харків : "Компанія СМІТ", 2005. – 112 с.

Інформаційні ресурси

20. Офіційний сайт проекту Ramus. – Режим доступу : http://ramus software.com.

21. Російськомовний сайт щодо програмного продукту ARIS. – Режим доступу : http://bps.org.ua/aris.html.

22. Уніфікована мова моделювання UML на сайті розробника. – Режим доступу: http://www.uml.org.

Зміст

Вступ 3
Перелік компетентностей, які опановує студент у процесі вивчення навчальної дисципліни 6
Змістовий модуль 1. Система та її характеристики 7
Тема 1. Система як об'єкт дослідження системного аналізу 7
Тема 2. Роль моделей у дослідженні систем. Формальні моделі системи 10
Тема 3. Класифікація систем. Складність системи 15
Змістовий модуль 2. Дослідження поведінки системи інструментами системного аналізу 26
Тема 4. Методологія системного дослідження 26
Тема 5. Основні категорії та логіка системного аналізу 28
Тема 6. Технології системного аналізу поведінки системи (процесу) 32
Тема 7. Дослідження та вирішення проблеми засобами системного аналізу 38
Методичні рекомендації до підготовки індивідуального навчально-дослідного завдання 40
Рекомендована література 42
Основна 42
Додаткова 42
Інформаційні ресурси 43

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Методичні рекомендації до самостійної роботи студентів спеціальності 051 "Економіка" першого (бакалаврського) рівня

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Укладачі: **Раєвнєва** Олена Валентинівна
Степуріна Світлана Олександрівна

Відповідальний за видання *О. В. Раєвнєва*

Редактор *А. С. Ширініна*

Коректор *О. Г. Доценко*

План 2017 р. Поз. № 131 ЕВ. Обсяг 45 с.

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Науки, 9-А

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.