

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти
сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015

Кафедра цифрової економіки та системного аналізу

ЗАТВЕРДЖЕНО

вченою радою
(пост. п. 11 від 15.09.2021 р.)
Ректор

А. А. Мазаракі



**ТЕОРІЯ СИСТЕМ І СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ /
SYSTEM THEORY AND SYSTEM ANALYSIS**

**ПРОГРАМА /
COURSE SUMMARY**

Київ 2021

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ
заборонено**

Автор: Н. В. Геселева, кандидат технічних наук, доцент

Програму та робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри кібернетики та системного аналізу 05.04.2021 р., протокол № 14.

Рецензент: В. В. Кулаженко, кандидат економічних наук
І.В. Фабрика, заступник керівника Центру управління стратегічними змінами АТ «Ощадбанк»

**ТЕОРІЯ СИСТЕМ І СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ
THEORY OF SYSTEMS AND SYSTEM ANALYSIS**

**ПРОГРАМА ТА РОБОЧА ПРОГРАМА
CURRICULUM AND SYLLABUS**

освітній ступінь	бакалавр / bachelor
галузь знань	12 Інформаційні технології/ Information Technology
спеціальність	124 Системний аналіз/System Analysis
спеціалізація	Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science) / Information Technologies and Business Analytics (Data Science)

ВСТУП

Програма обов'язкової дисципліни «Теорія систем і системний аналіз» призначена для студентів бакалаврату КНТЕУ денної форми навчання галузі знань 12 «Інформаційні технології», спеціальності 124 «Системний аналіз», спеціалізації «Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science)».

Програму підготовлена відповідно до Стандартів вищої освіти України зі спеціальності 124 «Системний аналіз», та відповідної освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів КНТЕУ.

Програма та робоча програма складається з таких розділів:

1. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни (компетентності), її місце в освітньому процесі.
2. Зміст дисципліни.
3. Структура дисципліни та розподіл годин за темами (тематичний план).
4. Тематика та зміст лекційних, практичних (семінарських) занять і самостійної роботи студентів.
5. Список рекомендованих джерел.

1. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ (КОМПЕТЕНТНОСТІ), ЇЇ МІСЦЕ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Метою вивчення дисципліни «Теорія систем і системний аналіз» є формування особистості студентів, розвиток їх інтелекту, формування теоретичних знань щодо концепцій, підходів та методів системного аналізу, дослідження та системного моделювання складних систем, набуття практичних навичок використання інструментаріїв системного аналізу в задачах керування соціально-економічними системами.

Завданням дисципліни є вивчення місця та ролі системної методології у пізнанні природи та суспільства, основних переваг системного аналізу при дослідженні складних економічних об'єктів; усвідомлення необхідності застосування системного підходу до задач управління та прийняття рішень, до дослідження складних соціально-економічних явищ та процесів; набуття практичних навичок комплексного дослідження та моделювання соціально-економічних процесів на засадах системного аналізу.

Предмет дисципліни «Теорія систем і системний аналіз» складають методи та засоби системного аналізу в задачах керування соціально-економічними системами.

Зміст компетентностей – здатність здійснювати аналіз і синтез науково-технічної, природничонаукової та загальнонаукової інформації; здатність використовувати методології системного аналізу для дослідження складних міждисциплінарних проблем різної природи, методів формалізації системних завдань, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики; здатність використовувати знання в області системних досліджень під час моделювання систем та прийняття рішень; здатність до системного мислення, креативність.

У результаті опанування програми дисципліни студент повинен *знати*:

- основні поняття теорії систем; класифікацію систем;
- принципи, структуру та основні етапи системного аналізу;

- методи формалізованого представлення систем;
- якісні методи системного аналізу: типу «мозкової атаки», типу «сценаріїв», експертних оцінок, метод Дельфи;
- принципи групової експертизи; підходи щодо підготовки експертизи та відбору експертів; аналіз узгодженості відповідей експертів;
- методи прийняття рішень в складних системах; класичні та похідні критерії прийняття рішень;
- правила побудови формальних моделей складних систем;
- інформаційне забезпечення системного аналізу;
- класи задач систем масового обслуговування.

вміти:

- використовувати системний підхід для дослідження складних соціально-економічних явищ та процесів;
- виконувати дослідження об'єктів за допомогою критеріїв якості;
- здійснювати декомпозицію та синтезування складних систем, систем управління;
- проводити параметричний аналіз та синтез систем;
- здійснювати дослідження систем за допомогою методів експертних оцінок;
- будувати морфологічну, функціональну, інформаційну моделі системи;
- досліджувати ефективність систем масового обслуговування.

Дисципліна «Теорія систем і системний аналіз» для спеціалізації «Комп'ютерні науки» викладається після вивчення студентами бакалаврату дисциплін: «Вища та прикладна математика»; «Теорія ймовірностей та математична статистика».

2. ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Теорія систем і системний аналіз» для спеціалізації «Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science)» викладається після вивчення студентами бакалаврату дисциплін: «Математичний аналіз»; «Оптимізаційні методи та моделі»; «Економічний аналіз».

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Теорія систем і системний аналіз» забезпечує оволодіння студентами загальними та фаховими компетентностями і досягнення ними програмних результатів навчання за освітньо-професійною програмою:

«Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science)» (ОС бакалавр)

Номер в освітній програмі	Зміст компетентності	Номер теми, що розкриває зміст компетентності
<i>Загальні компетентності за освітньою програмою</i>		
K01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу	4-11
K02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях	6-11

K04	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності	1,3,4,5,10,11
K05	Здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово	1-11
K07	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел	1-11
<i>Фахові компетентності за освітньою програмою</i>		
K17	Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем.	9-11
K18	Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.	3,6,7,8,9,10
K23	Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань.	10,11
K27	Здатність системно аналізувати свою професійну і соціальну діяльність, оцінювати накопичений досвід	6-8
<i>Програмні результати навчання за освітньою програмою</i>		
ПР06	Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів.	3-11
ПР07	Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем.	3-11
ПР09	Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.	3-11
ПР12	Застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технології системного і статистичного аналізу.	6-11
ПР13	Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах.	10,11
ПР14	Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.	10,11

4. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Передумови розвитку системних уявлень

Основні поняття дисципліни. Визначення терміну «система». Основні ознаки, якими повинен володіти об'єкт, явище чи їх окремі грані, щоб їх можна було вважати системою. Основні поняття, що характеризують систему. Основні поняття, що характеризують побудову та функціонування систем. Приклади структур системи. Типи зв'язків в системі. Класифікація структур зі зв'язків. Застосування системного підходу у пізнанні природи та суспільства.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 3, 4, 6, 8.

Додатковий: 9, 11.

Інтернет-джерела: 13, 16, 17.

Тема 2. Класифікація та властивості систем

Класифікація систем. Класи систем, які можна класифікувати за взаємодією з навколишнім середовищем; класи систем, які можна класифікувати за природою; класи систем, які можна класифікувати за походженням; класи систем, які можна класифікувати за способом формування мети системи; класи систем, які можна класифікувати за ступенем організованості; класи систем, які можна класифікувати за способом управління. Поняття складності та масштабності систем. Властивості складних систем. комплексного дослідження та моделювання соціально-економічних процесів на засадах системного аналізу. Дослідження складних соціально-економічних явищ та процесів методами класифікації систем.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 3, 4, 6, 8.

Додатковий: 9, 11.

Інтернет-джерела: 13, 16, 17.

Тема 3. Основні завдання та принципи системного аналізу

Завдання системного аналізу. Принципи системного аналізу: принцип кінцевої мети, принцип виміру, принцип еквіфінальних змін, принцип єдності, принцип зв'язності, принцип модульної побудови, принцип ієрархії, принцип функціональності (аналіз матеріальних потоків, потоків енергії; потоків інформації; зміни станів), принцип розвитку (історичності, відкритості), принцип децентралізації, принцип невизначеності. Спеціальні методи моделювання в системному аналізі: імітаційне моделювання, ситуативне моделювання, інформаційне моделювання, методи індукційного і редукційного моделювання. Використання принципів системного підходу при побудові моделей складних систем.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 3, 4, 6, 8.

Додатковий: 9, 11.

Інтернет-джерела: 13, 16, 17.

Тема 4. Структура системного аналізу

Структура системного дослідження та вдосконалення. Загальний підхід до розв'язання проблем. Дерево цілей системного аналізу. Дерево функцій системного аналізу. Стратегії декомпозиції (функціональна, декомпозиція по життєвому циклу, декомпозиція по фізичному процесу, декомпозиція по підсистемах (структурна декомпозиція). Складові системного аналізу: структурна, функціональна, факторна, генетична, часова. Матриця системного аналізу. Декомпозиція цілей при комплексному дослідженні соціально-економічних процесів на засадах системного аналізу.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 3, 4, 6, 8.

Додатковий: 9, 11.

Інтернет-джерела: 13, 16, 17.

Тема 5. Етапи системного аналізу

Аналіз проблеми. Визначення системи. Аналіз структури системи. Формулювання загальної мети і критерію системи. Декомпозиція мети, виявлення потреб у ресурсах і процесах. Виявлення ресурсів і процесів, композиція цілей. Прогноз і аналіз майбутніх умов. Оцінка цілей і засобів. Відбір варіантів. Діагноз існуючої системи. Побудова комплексної програми розвитку. Проектування організації для досягнення цілей. Етапи аналізу системи (функціонально-структурний аналіз існуючої системи, морфологічний аналіз, генетичний аналіз, аналіз аналогів, аналіз ефективності, формування вимог до створюваної системи). Етап синтезу системи (розробка моделі необхідної системи, синтез альтернативних структур системи; синтез параметрів системи, оцінювання варіантів синтезованої системи). Спрощена функціональна діаграма етапу синтезу системи, що розв'язує проблему. Формування загального уявлення про систему. Формування детального представлення системи.

Практичне використання декомпозиції та синтезування складних систем: за допомогою «дерева цілей» соціально-економічної системи запропонувати організаційну структуру управління та рекомендації щодо підвищення ефективності функціонування досліджуваної системи і план їх впровадження.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 3, 4, 6, 8.

Додатковий: 9, 11.

Інтернет-джерела: 13, 16, 17.

Тема 6. Основи оцінки складних систем

Основні типи шкал вимірювання. Цілі оцінки складних систем. Поняття «оцінка» і «оцінювання». Чотири етапи оцінювання складних систем. Поняття шкали. Шкала номінального типу. Шкала порядку. Посилена порядкова шкала Черчмена и Акоффа. Шкала інтервалів. Шкала відносин. Шкала різниць. Абсолютна шкала.

Обробка характеристик, вимірюваних в різних шкалах. Бальна оцінка властивостей системи. Основні формули осереднення показників. Правило

мажорантності середніх. Приклад нечіткої шкали. Зведені дані по характеристикам різних шкал.

Показники і критерії оцінки систем. Види критеріїв якості. Співвідношення понять якості та ефективності систем. Завдання нормування. Класи критеріїв оцінки системи. Шкала рівнів якості систем з управлінням. Показники і критерії ефективності функціонування систем. Підрахунок оцінки ефективності функціонування складних систем.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 3, 4, 6, 8.

Додатковий: 9, 11.

Інтернет-джерела: 14, 15.

Тема 7. Кількісні методи системного аналізу

Класифікація методів системного аналізу. Методи формалізованого представлення систем (кількісні методи): аналітичні методи, статистичні методи, теоретико-множинні уявлення, логічні методи, лінгвістичні і семіотичні уявлення, графічні уявлення. Кількісні методи системного аналізу, засновані на багатокритеріальній оптимізації. Дослідження складних об'єктів за допомогою кількісних методів.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 3, 4, 6, 8.

Додатковий: 9, 11.

Інтернет-джерела: 13, 16, 17.

Тема 8. Якісні методи системного аналізу

Методи типу «мозкової атаки»: формулювання завдання, формування творчої групи, правила для учасників сеансу мозкової атаки. Обов'язки керівника (ведучого) в сеансі мозкової атаки. Організація проведення мозкової атаки. Запис і оформлення результатів мозкової атаки. Методи типу «сценаріїв».

Методи експертних оцінок. Проблеми, що вирішуються методами експертних оцінок. Ранжування. Метод ранжування. Групове ранжування. Метод безпосередньої оцінки. Метод парних порівнянь. Множинні порівняння. Метод Черчмена-Акоффа (послідовне порівняння). Метод фон Неймана-Моргенштерна.

Особливості підготовки і проведення групової експертизи. Принципи групової експертизи. Підготовка експертизи. Відбір експертів. Основні умови коректності групового вибору (умови К. Ерроу). Метод Дельфі як метод кількісної оцінки думки експертів. Його переваги і недоліки. Аналіз узгодженості відповідей експертів. Використання експертних оцінок для дослідження складних об'єктів.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 3, 4, 6, 8.

Додатковий: 9, 11.

Інтернет-джерела: 13, 16, 17.

Тема 9. Формальні моделі складних систем

Морфологічна модель системи. Модель типу «чорна скринька». Модель

зовнішнього середовища системи. Модель типу «склад системи». Модель структури системи. Матрична форма опису морфологічної моделі системи.

Функціональна модель системи. Методологія IDEF0. Ієрархічна структура функціональної IDEF-моделі. Ієрархічна структура створення функціональної моделі IDEF0 за результатами декомпозиції. Види внутрішніх зв'язків на діаграмі декомпозиції.

Інформаційна модель системи. Стандарт Data Flow Diagrams (DFD): призначення стандарту, складові. Призначення і функції пакета All Fusion Process Modeler (BpWin). Призначення елементів нотації DFD Activity, DFD Arrow. Побудова морфологічної, функціональної, інформаційної моделей складної системи.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1, 3, 4, 6-8.

Додатковий: 9, 11.

Інтернет-джерела: 14, 15.

Тема 10. Методи прийняття рішень в складних системах

Методологічні аспекти моделювання із застосуванням системного підходу. Постановка задач прийняття оптимальних рішень. Аксиоматичний підхід дослідження систем. Невизначеність при побудові моделей «вхід-вихід». Проблеми побудови оптимізаційних моделей в системному аналізі. Прийняття рішень в умовах визначеності методами математичного програмування. Імітаційне моделювання при прийнятті рішень.

Системні аспекти застосування стохастичного та теоретико-множинного підходів для побудови моделей «вхід-вихід». Основні задачі синтезу моделей «вхід-вихід» статичних систем на основі експериментальних даних. Особливості стохастичного підходу. Основні етапи регресійного аналізу. Методологія теоретико-множинного, інтервального підходу. Планування насичених експериментів у випадку інтервального представлення вихідних змінних моделей статичних систем. Методологічні аспекти структурної ідентифікації моделей систем.

Прийняття рішень в складних системах в умовах неповноти інформації. Ризик і його вимір. Формальна структура прийняття рішень в умовах невизначеності. Матриця рішень. Оціночна функція. Оптимістична позиція, позиція нейтралітету, песимістична позиція, позиція відносного песимізму.

Класичні критерії прийняття рішень. Максимінний критерій Вальда. Критерій Байеса –Лапласа. Критерій мінімаксного ризику Севіджа. Критерій азартного гравця.

Похідні критерії прийняття рішень. Критерій песимізму-оптимізму Гурвіца. Критерій Ходжа-Лемана. Критерій Гермейера. VL (MM)-критерій. Критерій добутоків.

Системні аспекти оптимізаційного моделювання. Прийняття рішень в умовах багатокритеріальності. Емпіричні методи встановлення важливості критеріїв. Прийняття рішень в умовах нечітко заданих критеріїв.

Практичні задачі прийняття рішень у складних системах на основі класичних та похідних критеріїв: задачі вибору оптимальної стратегії підприємства при наявності випадкових факторів його функціонування;

визначення економічної ефективності проектів в залежності від чинників виробництва. Знаходження оптимально-компромісних рішень при керуванні виробництвом при наявності багатокритеріальних завдань.

Список рекомендованих джерел

Основний: 2, 5.

Додатковий: 10, 12.

Інтернет-джерела: 14, 15.

Тема 11. Системи масового обслуговування

Основні поняття теорії масового обслуговування. Задачі теорії масового обслуговування. Основні елементи систем масового обслуговування (СМО). Класифікація систем масового обслуговування. Код Кендалла для позначення типу СМО

Загальний математичний опис операцій, що відбуваються у формі випадкових процесів. Дослідження математичної моделі процесу загину та розмноження. Найпростіша модель обслуговування. Дослідження одноканальної СМО з відмовами. Процес обслуговування в системах Ерланга.

Оптимізація в системах масового обслуговування з відмовами. Оптимізація процесів обслуговування. Вибір оптимальних параметрів СМО за економічними показниками. Оптимізація СМО зі збирачем замовлень.

Дослідження розімкнених СМО з чергами. Розмічений граф станів СМО з очікуванням. Одноканальна розімкнена система з чергою. Багатоканальна розімкнена система з очікуванням.

Системний підхід в дослідженні замкнених систем масового обслуговування. Задача аналізу замкненої одноканальної системи з очікуванням. Багатоканальна замкнена СМО з очікуванням.

Задачі синтезу та оптимізації систем з очікуванням. Оптимізація розімкненої СМО з очікуванням. Оптимізація багатоканальної замкненої СМО з очікуванням.

Задачі обслуговування у мішаних системах. Аналіз одноканальної СМО з обмеженою довжиною черги. Багатоканальна СМО з обмеженням на довжину черги. СМО з обмеженим середнім часом очікування вимоги в черзі. СМО з обмеженням на час перебування вимоги в системі. Аналіз СМО з обмеженням на довжину черги та час перебування у ній. СМО з обмеженням довжини черги та часу перебування вимоги в системі. Формула Літтла.

Знаходження числових характеристик СМО на прикладі реальних складних систем (автозаправна станція, супермаркет, служба таксі, залізнична каса, автоматична телефонна станція тощо).

Список рекомендованих джерел

Основний: 3, 6, 8.

Додатковий: 9.

Інтернет-джерела: 14.

5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. Добротвор, І. Г. Системний аналіз: навч. посіб. / І. Г. Добротвор, А. О. Саченко, Л. М. Буюк. – Тернопіль : ТНЕУ, 2019. – 170 с.
2. Довгий С.О., Бідюк П.І., Трофимчук О.М. Системи підтримки прийняття рішень на основі статистично-ймовірнісних методів : навч. посіб. / С.О. Довгий, П.І. Бідюк, О.М. Трофимчук . – К. : Логос, 2014. – 419 с.
3. Згуровський М.З. Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. Київ, Видавнича група ВНУ, 2007.-548 с.
4. Катренко А.В. Основи системного аналізу та методи прийняття рішень: підручник / А.В. Катренко– Львів: «Новий світ-2000», 2009. – 396 с.
5. Ситник В.Ф., Гордієнко І.В. Системи підтримки прийняття рішень : навч.-метод. посіб. / В.Ф. Ситник, І.В. Гордієнко . – К. : КНЕУ, 2011. – 427с.
6. Старіш О.Г. Системологія: підручник / О.Г.Старіш. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 232 с.
7. Томашевський В.М. Моделювання систем. Підручник.- К.: Видавнича група ВНУ, 2005.–352 с.
8. Шарапов О.Д., Дербенцев В.Д., Семьонов Д.Є. Основи системного аналізу та методи прийняття рішень: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ,2003. – 154 с.

Додатковий

9. Бутко М. П., Бутко І. М., Дітковська М. Ю. Системний підхід і моделювання в наукових дослідженнях: підручник – Чернігів. нац. техн. ун-т, 2018. – 360с.
- 10.Кігель В. Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці: Монографія. – К.: ЦУЛ, 2003. – 202 с.
- 11.Лямец В.И, Тевяшев А.Д. Системный анализ. Вводный курс: Учебное пособие. – Харьков: ХНУРЭ, 2004. – 448 с.
- 12.Рева О. М. Прийняття рішень на кожному кроці і... з посмішкою: Посібник. – Кіровоград: Поліграфічні послуги, 2007. – 308 с.

Internet-ресурси

13. Бродський Ю. Б., Молодецька К. В., Николук О. М. Системний аналіз в економіці [Електронний ресурс] / Ю. Б. Бродський, К. В. Молодецька, О. М. Николук. – Режим доступу: http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/2489/1/Systemnyy_analiz_v_economitsi.pdf
14. Дудник І.М.Вступ до загальної теорії систем [Електронний ресурс] /І.М. Дудник.– Режим доступу:http://www.dut.edu.ua/ua/uploads/1_1142_42884991.pdf
15. Маркович І, Струтинська І. Методологічні основи дослідження національної економіки з позицій системного аналізу [Електронний ресурс] / І. Маркович, І. Струтинська // Соціально-економічні проблеми і держава. 2019. Вип. 1 (20). С. 14-21. Режим доступу: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2019/19mibpsa.pdf>

16. Приймакова Ю. А. Теоретико-методологічні підходи до системного аналізу соціально-економічних об'єктів, процесів, явищ [Електронний ресурс] / Ю. А. Приймакова // Інфраструктура ринку. - 2019. - № 31. - Режим доступу: <http://www.market-infr.od.ua/uk/31-2019>
17. Роїк О.М., Шиян А. А., Нікіфорова Л. О. Системний аналіз [Електронний ресурс] / О.М. Роїк, А. А. Шиян, Л. О. Нікіфорова. – Режим доступу: <http://nikiforova.vk.vntu.edu.ua/file/bfb63146b18f718fe1ff1ed4ce9b9a58.pdf>