ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету інформаційно-комп'ютерних технологій

28 серпня 2024 р., протокол №8

Голова Вченої ради

_____ Тетяна НІКІТЧУК

РОБОЧА ПРОГРАМА
вибіркової навчальної дисципліни фахової підготовки
«Системний аналіз та теорія прийняття рішень»

факультет інформаційно-комп'ютерних технологій

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»

Схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та кібербезпеки
26 серпня 2024 р., протокол №6

Завідувач кафедри

_____ Андрій ЄФІМЕНКО

Розробник: к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерної інженерії та кібербезпеки Юрій БРОДСЬКИЙ

Житомир
2024 – 2025 н.р.

Робоча програма вибіркової навчальної дисципліни «Системний аналіз та теорія прийняття рішень» затверджена Вченою радою факультету інформаційно-комп’ютерних технологій від 28 серпня 2024 р., протокол № 8.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 4	Вибіркова	
Модулів – 1	Лекції	
Змістових модулів – 2	32 год.	-
	Практичні	
Загальна кількість годин - 120	32 год.	-
	Лабораторні	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи – 3,5	-	-
	Самостійна робота	
	56 год.	-
	Вид контролю: залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 53 % аудиторних занять, 47 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання 0 % аудиторних занять, 0 % самостійної та індивідуальної роботи.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є розвиток системного мислення, усвідомлення необхідності застосування системного підходу до завдань управління та прийняття рішень, дослідження складних явищ і процесів в системах різної фізичної природи.

Знання та практичний досвід, набуті в процесі вивчення дисципліни, дозволять розширити можливості студентів при засвоєнні спеціальних дисциплін, при виконанні творчих індивідуальних завдань, написанні курсових та дипломних робіт, а також в процесі роботи за фахом.

Завданнями навчальної дисципліни є:

– оволодіння комплексом знань та умінь пов’язаних з формуванням у студентів системних понять та навиків, подоланням недоліків вузької спеціалізації та розвитком системного мислення;

– ознайомлення з системно-теоретичним та математичним описом процесів і систем, інформаційним підходом;

– засвоєння методології системного дослідження на основі системного підходу і принципів кібернетики;

– опанування методами, інструментарієм і процедурами системного аналізу, а також науковими положеннями, що лежать в основі підготовки та прийняття оптимальних рішень в технічному, економічному та інших контекстах.

Результати навчання

У здобувачів вищої освіти має бути сформовані наступні компетентності та результати навчання:

знання і вміння застосовувати принципи системного підходу до моделювання і дослідження систем та об’єктів різної фізичної природи, здійснювати системний аналіз бізнес-процесів систем управління, розкривати невизначеності та аналізувати багатофакторні ризики, знаходити рішення слабо структурованих проблем; обґрунтовувати власну точку зору щодо системного аналізу складних об’єктів і процесів, методів формалізації системних задач при проєктуванні складних систем, спілкуватися з колегами, клієнтами, партнерами щодо конкретних питань проєктування систем, виступати з результатами власної роботи на нарадах, конференціях тощо; оцінювати процеси в складних системах різної фізичної природи на засадах використання їх математичних та комп’ютерних моделей; системно мислити; поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення поставлених завдань.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати наступні Soft skills:

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести дискусію і відстоювати свою позицію;

- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; навички проведення презентації;

- *керування часом:* уміння справлятися із завданнями вчасно;

- *гнучкість і адаптивність:* гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;

- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння ставити мету, планувати діяльність;

- *особисті якості:* креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Системологія і системний аналіз

Тема 1. Вступ. Основи теорії систем

Мета, завдання та порядок вивчення дисципліни. Інформаційно-методичне забезпечення дисципліни: основна та додаткова література, перелік рекомендованих інформаційних джерел у мережі Інтернет.

Основи теорії систем: системність світу, розвиток системних уявлень, системна термінологія, визначення та предмет системного аналізу, метод системного підходу, основні принципи та аспекти системного підходу, визначення системи, властивості та характеристики систем, поняття складної системи, системний підхід до аналізу складних систем.

Тема 2. Системологія і кібернетика. Інформаційний аспект

Принципи кібернетики. Управління в системах. Інформаційний аспект. Елементи теорії інформації. Системний аналіз поняття «Інформаційні технології». Визначення категорії «Інформація». Ентропія та інформація. Особливості аналізу процесу передачі інформації.

Тема 3. Моделювання процесів і систем. Оцінювання складних систем

Математичний апарат моделювання процесів в складних системах. Лінійні та нелінійні рівняння в дослідженні динаміки процесів в системах різної фізичної природи. Елементи теорії стійкості систем та рівноваги. Дослідження стійкості динамічних систем.

Методологія моделювання процесів і систем. Моделювання як метод і як процес, математичне моделювання, модель. Технологія моделювання. Принципи та шляхи моделювання процесів і систем.

Апроксимація функцій і процесів в системах. Модель «вхід - вихід».

Методи, алгоритми та інструментарій апроксимації даних. Застосування пакетів прикладних програм загального та спеціального призначення для розв'язування задач апроксимації, аналізу даних та імітаційного моделювання.

Основи оцінювання складних систем. Поняття шкали оцінювання (вимірювання). Вимірювальні шкали оцінювання: типи і характеристики. Статистичні характеристики оцінювання об'єктів дослідження. Оцінювання ефекту мультиколінеарності факторів впливу на систему

Тема 4. Методологія системного аналізу

Основні компоненти, етапи, задачі та методи системного аналізу. Неформалізовані та формалізовані методи системного аналізу. Процедура декомпозиції та агрегування системи.

Тема 5. Цільовий аналіз об'єктів і процесів в системах

Системно – цільовий аналіз. Елементи теорії графів. Методика побудови дерева цілей. Оцінювання пріоритету цілей.

Змістовий модуль 2. Системний аналіз і теорія прийняття рішень

Тема 6. Методологія системного аналізу для підготовки та прийняття рішення

«Прийняття рішення» в системі управління. Методологія прийняття рішень. Поняття ситуації та умови виникнення задачі прийняття рішення. Етапи підготовки та прийняття рішення. Формалізоване подання задачі прийняття рішень.

Тема 7. Задачі та методи прийняття рішень

Огляд задач та методів прийняття рішень. Ознаки задач прийняття рішень (класифікація). Степінь визначеності початкової інформації. Математичні моделі та технології розв'язування задач прийняття рішень в умовах детермінованої визначеності.

Задачі та методи прийняття рішень в умовах ризику та невизначеності. Критерії теорії статистичних рішень.

Задачі прийняття рішень в умовах багатокритеріальності. Особливості, підходи та методи розв'язування багатокритеріальних задач прийняття рішень. Процедури підготовки до прийняття рішення в задачах векторної оптимізації: виділення області компромісу, оптимальність за Парето, вибір схеми компромісу. Принципи (методи) оптимальності для вибору схеми компромісу. Метод згортки Вороніна. Особливості, підходи та методи розв'язування багатокритеріальних задач прийняття рішень.

Тема 8. Інструментарій підготовки до прийняття управлінських рішень

Методологія структурного аналізу та проєктування SADT SADT (Structured Analysis and Design Technique) як основа сімейства методологій моделювання IDEF (I-CAM (Integrated Computer-Aided Manufacturing)

DEFinition або Integrated DEFinition). Інструментарій аналізу та оцінювання факторів впливу на систему. М’які обчислення та елементи логіко-лінгвістичного моделювання, елементи нечіткої логіки.

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні	самостійна робота	усього	лекції	практичні	самостійна робота
МОДУЛЬ 1								
Змістовий модуль 1. Системологія і системний аналіз								
Тема 1. Вступ. Основи теорії систем	6	2		4				
Тема 2. Системологія і кібернетика. Інформаційний аспект	16	4	4	8				
Тема 3. Моделювання процесів і систем. Оцінювання складних систем	24	6	12	6				
Тема 4. Методологія системного аналізу	8	2		6				
Тема 5. Цільовий аналіз об'єктів і процесів в системах	9	2	4	4				
Разом за змістовий модуль 1	**64**	**16**	**20**	**28**				
Змістовий модуль 2. Системний аналіз і теорія прийняття рішень								
Тема 6. Методологія системного аналізу для підготовки та прийняття рішення	8	4		4				
Тема 7. Задачі та методи прийняття рішень	28	8	8	12				
Тема 8. Інструментарій підготовки до прийняття управлінських рішень	19	4	4	12				
Разом за змістовий модуль 2	**56**	**16**	**12**	**28**				
ВСЬОГО	**120**	**32**	**32**	**56**				

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1.	Інструментарій прикладних програм для моделювання та проведення обчислювальних експериментів	4	

2.	Дослідження процесів в системах за допомогою інструментарію для інженерних розрахунків і моделювання	4	
3.	Моделювання процесів в природничих, соціально-економічних та науково-технічних системах	4	
4.	Дослідження процесів в системах інструментами апроксимації даних	4	
5.	Цільовий аналіз об’єктів та процесів в системах	4	
6.	Задачі прийняття рішень в умовах детермінованої визначеності	4	
7.	ЗПР в умовах детермінованої визначеності матричного виду: оптимізація розподілу ресурсів в системі	4	
8.	Інформаційний аспект системного аналізу: інструментарій дослідження сигналів та оцінювання взаємозалежності факторів впливу на систему	4	
	Разом	32	

6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
МОДУЛЬ 1			
Змістовий модуль 1. Системологія і системний аналіз			
1	*Основи теорії систем*. системність світу, розвиток системних уявлень, системна термінологія, метод системного підходу, основні принципи та аспекти системного підходу, властивості та характеристики систем, поняття складної системи.	4	
2	*Системологія і кібернетика. Інформаційний аспект.* Принципи кібернетики. Управління в системах. Інформаційний аспект. Елементи теорії інформації. Визначення категорії «Інформація». Ентропія та інформація. Особливості аналізу процесу передачі інформації.	8	

3	*Моделювання процесів і систем. Оцінювання складних систем* . Математичний апарат моделювання процесів в складних системах. Лінійні та нелінійні рівняння в дослідженні динаміки процесів в системах різної фізичної природи. Елементи теорії стійкості систем та рівноваги. Дослідження стійкості динамічних систем. Моделювання як метод і як процес, математичне моделювання, моделі. Принципи та шляхи моделювання процесів і систем. Апроксимація функцій і процесів в системах. Модель «вхід - вихід». Методи, алгоритми та інструментарій апроксимації даних. Вимірювальні шкали оцінювання: типи і характеристики. Статистичні характеристики оцінювання об'єктів дослідження.	6	
4	*Методологія системного аналізу*. Основні етапи, задачі та методи системного аналізу. Неформалізовані та формалізовані методи системного аналізу. Процедура декомпозиції та агрегування системи.	6	
5	*Цільовий аналіз об'єктів і процесів в системах*. Теорія графів. Методика побудови дерева цілей. Оцінювання пріоритету цілей.	4	
Змістовий модуль 2. Системний аналіз і теорія прийняття рішень			
6	*Методологія системного аналізу для підготовки та прийняття рішення*. Основи теорії прийняття рішень. Методологія прийняття рішень. Поняття ситуації та умови виникнення задачі прийняття рішення. Етапи підготовки та прийняття рішення. Формалізоване подання задачі прийняття рішень.	4	
7	*Задачі та методи прийняття рішень*. Огляд задач та методів прийняття рішень. Ознаки задач прийняття рішень (класифікація). Степінь визначеності початкової інформації. Математичні моделі та технології розв'язування задач прийняття рішень в умовах детермінованої визначеності. Задачі та методи прийняття рішень в умовах ризику та невизначеності. Критерії теорії статистичних рішень. Задачі прийняття рішень в умовах багатокритеріальності. Особливості, підходи та методи розв'язування багатокритеріальних задач прийняття рішень. Процедури підготовки до прийняття рішення в задачах векторної оптимізації: виділення області компромісу, оптимальність за Парето, вибір схеми компромісу. Принципи (методи) оптимальності для вибору схеми компромісу. Метод згортки.	12	
8	*Інструментарій підготовки до прийняття управлінських рішень*. Методологія доменного і структурного аналізу та проєктування SADT SADT (Structured Analysis and Design Technique) як основа сімейства методологій моделювання IDEF (I-CAM (Integrated Computer-Aided Manufacturing) DEFinition або Integrated	12	

	DEFinition). Інструментарій аналізу та оцінювання факторів впливу на систему. М'які обчислення та елементи логіко-лінгвістичного моделювання, елементи нечіткої логіки		
	РАЗОМ	**56**	

7. Індивідуальні завдання

Теоретичні завдання: вивчення додаткового теоретичного матеріалу з поглибленням знань і відображенням у вигляді есе за матеріалами лекцій.

Практичні завдання:

творчі завдання (розрахункові роботи) з проведення системного аналізу та прийняття рішень на основі вивчених підходів, методів, методики, алгоритмів, технологій та інструментарію на лекціях;

додаткові практичні (розрахункові) завдання з тематики практичних занять з метою отримання навичок проведення розрахунків і моделювання (вибір або отримання конкретного завдання, що передбачає проведення індивідуального (колективного) дослідження: визначення мети дослідження (самостійно або з викладачем), вибір процесу (системи), пошук інформації і числових даних для розрахунків, математичної моделі (розробка власної моделі), створення алгоритму і програми (комп'ютерної моделі), інтерпретація отриманих результатів).

8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

- вербальні методи (лекція, пояснення);
- наочні методи (презентація);
- практичні методи (виконання практичних завдань);
- дискусійний метод;
- метод активного навчання (мозковий штурм);
- методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка тез доповідей на конференцію).

9. Методи контролю

Перевірка досягнення результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів:

- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання
- Перевірка виконання теоретичних завдань
- Перевірка виконання та захист практичних завдань (лабораторних робіт)
- Перевірка виконання індивідуальних завдань

- Самооцінювання та взаємооцінювання
- Залік

10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни або наприкінці семестру. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку. Процедура складання заліку визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань поточного контролю	100	
Підсумкова семестрова оцінка	**100**	

Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять	80	
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань	20	
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (**додаткові – заохочувальні бали**): – участь у конференціях, семінарах або інших наукових заходах; – презентація інноваційних ідей, глибина опрацювання матеріалу, самостійний і творчий підхід до вибору і	20	

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
підготовки есе з теоретичних питань з залученням додаткових літературних джерел на тему, що вивчається; – підготовка тез доповідей та участь у студентській конференції; – участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах тощо; участь в написанні статті (наукової, науково-популярної) з публікацією в журналі.		
Разом за виконання завдань поточного контролю	**100**	

Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти[1]	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Постійність і своєчасність: відвідування занять, своєчасне і якісне опрацювання матеріалу лекцій (есе) і практичних завдань	32	
Активність (предметне обговорення питань, активна участь в процесі лекції та на практичних заняттях)	16	
Виконання та захист практичних завдань	32	
Разом за виконання завдань під час навчальних занять	**80**	

З метою застосування цілих чисел для оцінювання активностей здобувачів вищої освіти під час навчальних занять протягом семестру використовується 100-бальна шкала оцінювання кожного окремо виду робіт. Розрахунок набраних здобувачем вищої освіти балів за виконання завдань під час навчальних занять за семестр проводиться за формулою:

$$Р_{НЗ} = (Р_{П_{100}} \times ВК_{П} + Р_{А_{100}} \times ВК_{А} + Р_{В_{100}} \times ВК_{В}) \times К_{НЗ},$$

де $Р_{НЗ}$ – кількість набраних здобувачем вищої освіти балів за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

$Р_{П_{100}}$, $Р_{А_{100}}$, $Р_{В_{100}}$, – кількість набраних здобувачем вищої освіти балів за семестр відповідно за постійність і своєчасність, активність і виконання та захист лабораторних робіт (кожний окремо вид робіт на навчальних заняттях оцінюється за 100-бальною шкалою);

$ВК_{П}$, $ВК_{А}$, $ВК_{В}$, – відповідні вагові коефіцієнти. Значення вагових коефіцієнтів розраховуються шляхом ділення кількості балів, які встановлені за виконання окремого виду робіт під час навчальних занять, на сумарну кількість балів за виконання цих робіт (дані для розрахунку вагових коефіцієнтів наведено в табл. «Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять»);

$К_{НЗ}$ – коригувальний коефіцієнт, який визначається шляхом ділення кількості балів, що встановлені за виконання завдань під час навчальних занять, на 100 балів.

Значення вагових коефіцієнтів становить:

$ВК_П = 32 ÷ 80 = 0,4$;

$ВК_А = 16 ÷ 80 = 0,2$;

$ВК_В = 32 ÷ 80 = 0,4$;

Значення коригувального коефіцієнту становить $К_{НЗ} = 80 ÷ 100 = 0,8$.

Якщо здобувач вищої освіти набрав за поточний контроль 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі заліку. За складання заліку здобувач вищої освіти може набрати 100 балів. Семестрова оцінка з навчальної дисципліни формується за результатами підсумкового контролю.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі заліку, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 50 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 35−49 балів, він отримує право за власною заявою повторно опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми. Повторне вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 34 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою повторно опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми.

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою повторного вивчення навчальної дисципліни чи її окремих складових частин визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється

викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Шкала оцінювання

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
A	Відмінно	90-100
B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FX	Незадовільно	35-59
F		0-34

11. Глосарій[1]

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1	Агрегування	Aggregation
2	Академічна доброчесність	Academic integrity
3	Алгоритм	Algorithm
4	Аналіз	Analysis
5	Апроксимація	Approximation
6	Декомпозиція	Decomposition
7	Детермінований	Deterministic
8	Експеримент	Experiment
9	Ефективність	Efficiency
10	Інформація	Information
11	Інформаційні технології	Information technologies
12	Критерій	Criterion
13	Метод дослідження	Research method
14	Моделювання	Modelling
15	Наукове дослідження	Scientific research or study
16	Система	System

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
17	Системологія	Systemology
18	Системний аналіз	System analysis
19	Системний підхід	A systematic approach
20	Синергія	Synergy
21	Синтез	Synthesis
22	Спостереження	Observation
23	Стохастичний	Stochastic
24	Теорія прийняття рішень	Decision making theory

12. Рекомендована література

Основна література

1. Бродський Ю.Б. Системний аналіз та теорія прийняття рішень: навч. посібник, частина 1 Системологія // Житомир: вид-во ДУ «Житомирська політехніка», 2022. – 92с. URL: https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=1998
2. Навчальний посібник з дисципліни «Системний аналіз» для здобувачів спеціальності 122 – Комп'ютерні науки / Укл.: В.М. Тонконогий, В.О. Вайсман, Л.В. Бовнегра, К.Г. Кіркопуло. Одеса: Нац. ун-т «Одеська політехніка», 2022. – 84 с. http://surl.li/tzwajv
3. Бродський Ю.Б. Інструментарій розв'язування інженерних задач та моделювання в системах комп'ютерної математики: методичні рекомендації та завдання для самостійної роботи студентів галузі 12 «Інформаційні технології» з дисципліни «Системний аналіз та теорія прийняття рішень», частина 1 «Системологія». – Житомир: ДУ «Житомирська політехніка», 2021. – 81 с. URL: https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=1998
4. Бродський Ю.Б., Маєвський О.В. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системний аналіз та теорія прийняття рішень», частина 2, модуль 2 «Системний аналіз і теорія прийняття рішень» для студентів галузі 12 «Інформаційні технології». – Житомир: «Житомирська політехніка», 2024. – 33 с. URL: https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=1998
5. Системний аналіз: навчальний посібник / І.Г. Добротвор, А.О. Саченко, Л.М. Буяк. – Тернопіль: ТНЕУ, 2019. - 200с. http://surl.li/ahlqlm
6. Теорія систем і системний аналіз: навчальний посібник / О.А. Балтовський, К.Ю.Ісмайлов, О.І. Сіфоров, Г.В. Форос, О.М. Заєць; за заг. ред. Балтовського О.А. Одеса: РВВ ОДУВС, 2021. – 156 с. http://surl.li/vnqwgo
7. Мазурок Т.Л., Яновський А.О. Системний аналіз: навчальний посібник до дисципліни «Системний аналіз» для здобувачів першого (бакалаврського)

рівня вищої освіти. Одеса: ПНПУ ім. К.Д. Ушинського, 2022. 250 с. http://surl.li/yszfdq

Допоміжна література

1. Згуровський М. З. Основи системного аналізу / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. К.: BHV, 2007. 544 с.

2. Міца О.В., Лавер В.О. Системний аналіз : навч.-метод. посіб. / О.В. Міца, В.О. Лавер. – Ужгород : вид-во ПП «АУТДОР - ШАРК», 2021. – 63 с. http://surl.li/kbokdm

3. Бродський Ю.Б. Нелінійні моделі в статистичному аналізі: розділ 7 в кн.: Основи статистичного моделювання: навч. посібник / за загальною редакцією Н.В. Ковтун, С.В Чугаєвської. Житомир: Видавництво ЖДУ ім. Івана Франка, 2022. – 450 с.

4. Рогоза М. Є. Нелінійні моделі та аналіз систем : навч. посіб. : [в 2 ч.] / М. Є. Рогоза, С. К. Рамазанов, Е. К. Мусаєва. – 2-ге вид., зі змінами. – Ч. 2. – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. – 1147 с.

5. Ладанюк А.П. Основи системного аналізу. Навчальний посібник, Вінниця, Нова книга, - 2004. – 176 с.

6. Бродський Ю.Б. Конспект лекцій з дисципліни "Системний аналіз в економіці" / Ю. Б. Бродський, С. Ф. Білоконь; Житомирський Національний агроекологічний університет. – Житомир : ЖНАЕУ, 2008. – 163 с.

7. Томашевський О. М., Цегелик Г. Г., Вітер М. Б., Дудух В. І. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів. Навч. Пос. – К.: «видавництво «Центр учбової літератури», 2012. – 296 с.

8. Томашевський В. М. Моделювання систем [під ред. М. З. Згуровського]. – К. : Видавнича група BHV, 2005. – 352 с.

9. Бродський Ю. Б. Універсальна модель системи: методологічний аспект / Ю. Б. Бродський, І. Г. Грабар, Ю. О. Тимонін // Вісн. ЖНАЕУ. – Житомир, 2009. – № 1. – С. 358–366.

10. Бродський Ю. Б., Ковбасюк С. В. Концептуальний підхід до створення ситуаційного центру сталого розвитку регіону. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2024. № 1 (49). С. 151–159. https://sit.nuou.org.ua/article/view/298451

13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка». URL: https://learn.ztu.edu.ua/enrol/index.php?id=1998

2. Сайт бібліотеки Державного університету «Житомирська політехніка». URL: http://lib.ztu.edu.ua

3. Бібліотечно-інформаційний ресурс (книжковий фонд, періодика, фонди на електронних носіях тощо) Державного університету «Житомирська політехніка» (http://lib.ztu.edu.ua), Житомирської обласної універсальної наукової бібліотеки ім. Олега Ольжича (http://www.lib.zt.ua /, 10014, м. Житомир, Новий бульвар, (0412) 37-84-33), Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського (http://www.nbuv.gov.ua /, Київ, просп. 40-річчя Жовтня, 3 +380 (44) 525-81-04).