

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Кафедра системного аналізу і управління



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

Желдак Т.А.   
« 30 » вересня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Математичні методи системного аналізу»

Галузь знань .....	12 Інформаційні технології
Спеціальність.....	124 Системний аналіз
Рівень вищої освіти.....	Доктор філософії
Статус.....	нормативна
Загальний обсяг .....	6 кредитів ECTS (180 годин)
Форма підсумкового контролю .....	екзамен
Термін викладання .....	1,2 семестр
Мова викладання .....	українська

Викладач: к.ф.-м.н., проф. каф. САУ Ус Світлана Альбертівна

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи системного аналізу» для докторів філософії освітньо-наукової програми «Системний аналіз» за спеціальністю 124 – Системний аналіз / Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка», каф. САУ. – Д. : НТУ «ДП», 2024. – 13 с.

Розробник: Ус Світлана Альбертівна – доцент, канд. фіз.-мат. наук, професор кафедри системного аналізу та управління.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки здобувачів вищої освіти до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 124 Системний аналіз (протокол № 6 від 30 серпня 2024).

## ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ .....	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ .....	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	7
6.1 Шкали.....	7
6.2 Засоби та процедури .....	7
6.3 Критерії.....	9
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	12
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	12

## 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИЦИПЛІНИ

В освітньо-науковій програмі Системний аналіз Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 124 «Системний аналіз» 2020 р здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф1 «Математичні методи системного аналізу» віднесено такі результати навчання:

ПР06	Засвоювати загальні основні концепції, розуміти основні теоретичні і практичні проблеми, історію розвитку та сучасного стану наукових знань за спеціальністю 124 Системний аналіз
ПР07	Здобувати глибинні знання за спеціальністю 124 Системний аналіз
ПР10	Вміти розробляти та застосовувати методи системних досліджень та аналізу складних природних, техногенних, економічних та соціальних об'єктів та процесів для розв'язання наукових, інноваційних та навчальних завдань в галузі інформаційних технологій з дотриманням норм наукової етики та академічної доброчесності.
ПР11	Знати інструментарій теорії нечітких множин і нечіткої логіки, процедури формального представлення систем, та вміти розробляти математичні моделі об'єктів і процесів, використовуючи результати дослідження реальних природничих або соціально-економічних систем

**Мета дисципліни:** формування у здобувачів вищої освіти компетентностей щодо застосування сучасних методів системного аналізу і програмних засобів для розв'язування розв'язання практичних, наукових та інноваційних завдань в галузі інформаційних технологій.

## 2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ПР06	ПР06-1.1	Розуміти специфіку складних систем як об'єкта управління та необхідність прийняття зважених комплексних рішень з урахуванням непрямих наслідків та можливої контрінтуїтивної поведінки системи;
ПР07	ПР07-1.1	Розуміти переваги та обмеження застосування еволюційних технологій прийняття рішень; Застосовувати генетичні алгоритми для розв'язування практичних задач.
ПР10	ПР10-1.1	Вміти розробляти когнітивні моделі та досліджувати їх. Використовувати теорію стійкості для дослідження ситуації з допомогою когнітивних моделей.
	ПР10-1.2	Розуміти методологію системної динаміки для опису моделей соціальних та економічних процесів.

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ПР11	ПР11-1.1	Знати розуміти та застосовувати на практиці методи експертного оцінювання у багатокритерійних задачах прийняття рішень.

### 3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Математичні методи системного аналізу» викладається у першому та другому семестрі відповідно до навчального плану. Успішне засвоєння даної дисципліни потребує базової підготовки магістра в галузі знань 12 – інформаційні технології.

### 4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Розподіл за формами навчання, години					
	денна			заочна		
	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	90	60	30	90	12	78
практичні	90	30	60	90	8	82
лабораторні	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	180	90	90	180	20	160

### 5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових (денна форма), години	Обсяг складових (заочна форма), години
	<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
ПР06-1.1	<b>Тема 1. Основи системного мислення. Системний підхід в економіці, екології, управлінні.</b>	6	6
ПР11-1.1	<b>Тема 2. Проблема розкриття невизначеності в задачах системного аналізу</b> Типи невизначеності. Причини виникнення невизначеності. Методи її формалізації та розкриття.	14	14
ПР11-1.1	<b>Тема 3. Невизначеність цілі. Методи прийняття рішень при наявності багатьох критеріїв</b> Методи експертного оцінювання. Методи багатокритерійної оптимізації. Поняття ефективного рішення.	14	14

<b>Шифри ДРН</b>	<b>Види та тематика навчальних занять</b>	<b>Обсяг складових (денна форма), години</b>	<b>Обсяг складових (заочна форма), години</b>
ПР11-1.1	<b>Тема 4. Методи експертного оцінювання в задачах системного аналізу</b> Основні задачі експертного оцінювання. Математичне забезпечення задач експертного оцінювання. Алгоритми ранжування об'єктів. Методи визначення вагових коефіцієнтів. Методи оцінювання компетентності експертів.	14	14
ПР06-1.1 ПР10-1.1	<b>Тема 5. Когнітивне моделювання і когнітивний аналіз</b> Зважені орграфи як засіб моделювання складних систем. Імпульсні процеси. Стійкість імпульсних процесів. Застосування теорії стійкості.	14	14
ПР06-1.1 ПР10-1.2	<b>Тема 6 Моделі системної динаміки і агентне моделювання.</b> Особливості прийняття рішень у динамічно складному середовищі. Причинно-наслідкові діаграми як засіб якісного аналізу складних систем. Типи нелінійної поведінки складних систем. Агентне моделювання й системна динаміка. Порівняльний аналіз.	14	14
ПР06-1.1 ПР10-1.2	<b>Тема 7. Моделі нелінійної динаміки.</b> Динамічні системи та закони їх еволюції. Приклади динамічних систем. Типи динамічних моделей. Поняття стійкості динамічної системи. Біфуркація. Аналітичні методи дослідження нелінійної динаміки складних систем.	14	14
	<b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
ПР07-1.1	<b>Практична робота № 1</b> <b>Тема: Системний підхід до моделювання. Побудова моделей складних систем</b>	12	12
ПР07-1.1	<b>Практична робота № 2</b> <b>Тема: прийняття багатоцільових рішень</b>	12	12
ПР11-1.1	<b>Практична робота № 3</b> <b>Тема: Визначення вагових коефіцієнтів в багатокритеріальних задачах прийняття рішень</b>	12	12
ПР11-1.1	<b>Практична робота № 4</b> <b>Тема: Методи ранжування об'єктів</b>	12	12
ПР06-1.1 ПР10-1.1	<b>Практична робота № 5</b> <b>Тема: Побудова когнітивних карт та моделей когнітивного аналізу.</b>	12	12
ПР06-1.1 ПР10-1.1	<b>Практична робота № 6</b> <b>Тема: Дослідження стійкості імпульсних процесів на основі когнітивних моделей Прийняття рішень у моделях імпульсних процесів когнітивних карт на основі синтезу приростів вагових коефіцієнтів.</b>	12	12

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових (денна форма), години	Обсяг складових (заочна форма), години
ПР06-1.1 ПР10-1.2	<b>Практична робота № 7</b> <b>Тема: побудова імітаційних моделей соціальних/ економічних процесів</b>	18	18
<b>КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ</b>			–
<b>РАЗОМ</b>		<b>180</b>	<b>180</b>

## 6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінювання та сертифікація досягнень здобувачів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання аспіранта за дисципліною.

### 6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та конвертаційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

#### *Шкали оцінювання навчальних досягнень аспірантів НТУ «ДП»*

Рейтингова	Конвертаційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо аспірант отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

### 6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, автономії та відповідальності здобувача за вимогами НРК.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

#### *Засоби діагностики та процедури оцінювання*

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час контрольних заходів	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;  виконання ККР під час диференційованого заліку за бажанням аспіранта
практичні	Виконання комплексного індивідуального семестрового завдання	виконання завдань під час практичних занять і самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня НРК, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен аспірант під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.



Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня.

### 6.3 Критерії

Реальні результати навчання аспіранта ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують його дії для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де  $a$  – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення;  $m$  – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (подано нижче).

#### **Загальні критерії досягнення результатів навчання для 8-го кваліфікаційного рівня за НРК**

	<b>Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії</b>	<b>Показник оцінки</b>
<b>Знання</b>		
♦ концептуальні та методологічні знання в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; - критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення аспіранта про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64

	<b>Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії</b>	<b>Показник оцінки</b>
	Рівень знань незадовільний	<60
<b>Уміння/навички</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики;</li> <li>◆ започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного процесу ґрунтовного наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності;</li> <li>◆ критичний аналіз, оцінка і синтез нових та комплексних ідей</li> </ul>	Відповідь характеризує уміння/навички: <ul style="list-style-type: none"> <li>- виявляти проблеми;</li> <li>- формулювати гіпотези;</li> <li>- розв'язувати проблеми;</li> <li>- оновлювати знання;</li> <li>- інтегрувати знання;</li> <li>- провадити інноваційну діяльність;</li> <li>- провадити наукову діяльність</li> </ul>	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
<b>Комунікація</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ вільне спілкування з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством у цілому;</li> <li>◆ використання академічної української та іноземної мови у професійній</li> </ul>	Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова: <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильна;</li> <li>- чиста;</li> <li>- ясна;</li> <li>- точна;</li> <li>- логічна;</li> <li>- виразна;</li> <li>- лаконічна.</li> </ul> Комунікаційна стратегія: <ul style="list-style-type: none"> <li>- послідовний і несуперечливий розвиток думки;</li> <li>- наявність логічних власних суджень;</li> <li>- доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням;</li> <li>- правильна структура відповіді (доповіді);</li> <li>- правильність відповідей на запитання;</li> </ul>	95-100

	<b>Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії</b>	<b>Показник оцінки</b>
діяльності та дослідженнях	- доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції; - використання іноземних мов у професійній діяльності	
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<b><i>Відповідальність і автономія</i></b>		
<p>♦ демонстрація значної авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, постійна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності;</p> <p>♦ здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення</p>	Відмінне володіння компетенціями: - використання принципів та методів організації діяльності команди; - ефективний розподіл повноважень в структурі команди; - підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); - стресовитривалість; - саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; - володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань; - належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	95-100
	Упевнене володіння компетенціями автономії та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84

	<b>Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії</b>	<b>Показник оцінки</b>
	Добре володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономії та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень автономії та відповідальності незадовільний	<60

## **7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Технічні засоби навчання: мультимедійні та комп'ютерні пристрої.  
Засоби дистанційної освіти: Moodle, MS Teams.  
Пакети приладних програм: MS Office

## **8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

1. Глибовець А.М., Глибовець М.М., Гороховський С.С., Сидоренко М.О. Програмні агенти. // М. — К.: НаУКМА, 2013, – 204 с.
2. Гнатієнко Г. М. Експертні технології прийняття рішень : монографія / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. - К. : Маклаут, 2008. - 444 с. - укр.
3. Гуляницький Л.Ф., Павленко А.И. Разработка и исследование генетических алгоритмов для прогнозирования временных рядов // Управляющие машины и системы. – 2015. – №3. – С. 21-29.
4. Желдак Т.А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 387 с.
5. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування /Геєць В.М., Клебанова Т.С., Черняк О.І. та ін. – Х.: ВД "ІНЖЕК", 2008.
6. Математичні моделі і методи прийняття рішень для сталого розвитку / О.В. Трифонова, Л.В.Тимошенко, С.А. Ус. – М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 240 с.
  1. Моделювання сталого розвитку: навч. посіб. / С.А. Ус., Л. Л. Палехова. – Дніпро : НТУ «Дніпровська Політехніка», 2024. – 160 с.
  2. Плєскач, В.Л., Рогушина, Ю.В. Агентні технології: монографія, Київський національний торговельно-економічний університет, Київ, 2005, 344 с.
  3. Сергеева Л.Н. Моделирование поведения экономических систем методами нелинейной динамики (теория хаоса). – Запорожье: ЗГУ, 2002.

4. Стале споживання та виробництво у глобальних ланцюгах створення вартості : монографія. За заг. ред. А. В. Павличенка та Л. Л. Палехової. Дніпро-Дрезден, 2024. 245 с.

5. Субботін С. О., Олійник А. О., Олійник О. О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: Монографія / Під заг. ред. С. О. Субботіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 375 с.

6. Ус С. А. Моделі й методи прийняття рішень: навч. посіб. / С. А. Ус, Л. С. Коряшкіна. 2-ге вид., випр. Дніпро : НТУ «ДП», 2018. 302 с.

7. Чумаченко, Д.І., Чумаченко, Т.О. Математичні моделі та методи прогнозування епідемічних процесів: монографія. – Харків: ТОВ Планета-прінт, 2020, 180 с.

8. Яловець, А.Л. Мультиагентне моделювання пересування на площині: від теорії до програмної реалізації: монографія, - Київ: Наукова думка, 2019, 166 с.

### **Інформаційні ресурси:**

[http://www.znannya.org/?view=ga\\_general](http://www.znannya.org/?view=ga_general)

<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Математичні методи системного аналізу»  
для здобувачів ступеня доктор філософії галузі знань  
12 – інформаційні технології

Розробник:  
Світлана Альбертівна Ус

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ  
у Національному технічному університеті  
«Дніпровська політехніка».  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19