

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра кібернетики і прикладної математики**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан факультету математики
та цифрових технологій
Микола МАЛЯР
2023 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ


**ОСНОВИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
ТА СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Освітня програма	Системи штучного інтелекту
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська


Робоча програма навчальної дисципліни «**Основи математичного моделювання та системного аналізу**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **11 Математика та статистика** спеціальності **113 Прикладна математика** освітньої програми **Системи штучного інтелекту**.

Розробники: Маляр М.М., професор, д.т.н., професор кафедри кібернетики і прикладної математики;
Кондрук Н. Е., доцент, к.т.н, доцент кафедри кібернетики і прикладної математики

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри **кібернетики і прикладної математики**.

Протокол № 12 від «05» 06 2023 року.
Завідувач кафедри  Павло МУЛЕСА

Схвалено науково-методичною комісією **факультету математики та цифрових технологій**.

Протокол № 10 від «20» червня 2023 року.
Голова науково-методичної комісії  Наталія ЮРЧЕНКО

©Маляр М.М., Кондрук Н.Е., 2023 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2023 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 120	4-й
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 6 Вид підсумкового контролю: екзамен	8-й
	Лекції:
	30
	Практичні (семінарські):
	30
	Лабораторні:
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:
	60

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення дисципліни «**Основи математичного моделювання та системного аналізу**» є вивчення методології і технології математичного комп'ютерного моделювання в процесі проектування, дослідження та експлуатації складних систем; набуття практичних навичок використання математичного моделювання в задачах аналізу і синтезу інформаційних управляючих систем (ІУС) і технологій.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- ЗК01. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК05. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК08. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК17. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ФК02. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.
- ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
- ФК06. Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.
- ФК09. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.
- ФК12. Здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду, пов'язаного із застосуванням математичних методів для дослідження різноманітних процесів, явищ та систем.
- ФК13. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.
- ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Основи математичного моделювання та системного аналізу**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

- ОК 5. Математичний аналіз.
- ОК 6. Алгебра і геометрія.
- ОК 7. Диференціальні рівняння та їх застосування.
- ОК 8. Дискретна математика.
- ОК 9. Теорія ймовірностей.
- ОК 10. Математична статистика.
- ОК 18. Теорія прийняття рішень.
- ОК 20. Методи оптимізації та дослідження операцій.
- ОК 22. Чисельні методи.
- ОК 23. Методи та системи штучного інтелекту.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Системи штучного інтелекту», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.	РН01
Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.	РН03
Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдиності їх розв'язку.	РН06
Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.	РН07
Поєднувати методи математичного та комп'ютерного моделювання з неформальними процедурами експертного аналізу для пошуку оптимальних рішень.	РН08
Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач.	РН09
Володіти методиками вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних.	РН10
Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.	РН12
Вміти будувати математичні моделі на принципах нечіткої логіки та нечітких множин і на їх основі розробляти системи прийняття рішень, інформаційно-аналітичні системи.	РН22

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Основи математичного моделювання та системного аналізу**»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Розуміння основних типів моделей, аналіз та синтез дискретних і неперервних об'єктів та систем	РН01, РН03, РН06
Будувати комп'ютерний експеримент для конкретних задач прикладної математики, та виконувати опис та аналіз результатів експерименту.	РН02, РН07, РН08
Аналіз, оцінка, інтерпретація отриманих результатів прикладних досліджень	РН03, РН06, РН07, РН10, РН22
Використовувати математичні моделі і на їх основі розробляти системи підтримки прийняття рішень та інформаційно-аналітичні системи.	РН06, РН09, РН10, РН12, РН22

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Методи навчання

Метод проблемного викладення матеріалу, пояснювально-ілюстративний метод, пошуковий та дослідницький методи, метод моделювання професійних ситуацій.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є: виконання практичних завдань, презентація результатів виконаних завдань, модульні контрольні роботи, екзамен.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: усні відповіді на практичних заняттях, виконання практичних завдань, виконання тестових завдань.

Форма модульного контролю: письмова контрольна робота, що включає відповідь на теоретичні запитання та виконання практичних завдань із застосуванням ПК та доступу до мережі Інтернет.

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен, що включає усну відповідь на запитання та виконання практичних завдань із застосуванням ПК та доступу до мережі Інтернет.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	20	100
	40	40		

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота		Модульна контрольна робота	Сума
T4	T5	20	100
50	30		

T1, T2 ... – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні заняття(допуск, виконання та захист)	2	80	2	80
Модульна контрольна робота	1	20	1	20
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Матеріал кожного модуля, який здобувачі вищої освіти повинні засвоїти протягом семестру, виноситься на одну з двох модульних контрольних робіт, що проводяться протягом семестру.

Модульна контрольна робота складається із теоретичних питань у формі тесту, який включає 10 запитань й оцінюється по 2 бали за кожну правильну відповідь, або 2 теоретичних питання, кожне з яких оцінюється в 10 балів..

За виконання, представлення результатів та захист практичних робіт, що стосується певного модульного контролю, здобувачу вищої освіти нараховуються бали в залежності від складності матеріалу та завдань. Максимальна кількість балів за виконанні всіх практичних робіт даного модульного контролю становить 80% від загальної кількості балів.

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти поточного оцінювання (включно із захистом практичної роботи та презентацією результатів) є досягнення здобувачем освіти не менше 50 % балів від загальної кількості запланованої за конкретною темою. Конкретна максимальна кількість балів подається у таблицях розподілу балів, які отримують здобувачі за модуль та за окремі види навчальної роботи.

Невиконані та незахищені практичні роботи, а також неявка на модульну контрольну роботу оцінюються в 0 балів незалежно від причини невиконання (неявки).

Сумарна оцінка (від 0 до 100 балів) виставляється у відомість модульного контролю.

Модуль зараховується, якщо сумарний бал складає не менше 60 балів, і зараховано всі практичні роботи, які є складовими даного модуля.

Здобувач вищої освіти, який не з'явився на модульну контрольну роботу, або ж його модульна оцінка складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний скласти (перескласти) модуль до початку підсумкового контролю у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Екзаменаційна методика оцінювання. За результатами модульних контролів визначається підсумкова модульна оцінка. Екзаменаційна оцінка визначається в залежності від рейтингового балу, або балів за екзамен.

До складання екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, у яких підсумкова модульна оцінка за семестр становить не менше 35.

Здобувач вищої освіти, підсумкова модульна оцінка якого складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний покращити її до початку підсумкового семестрового контролю під час чергування

викладача на кафедрі у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету. В протилежному випадку, здобувач не допускається до екзамену і у нього виникає академічна заборгованість.

Екзамен з навчальної дисципліни здобувач вищої освіти може не скласти, якщо він успішно пройшов усі модульні контролю та його влаштовує підсумкова модульна оцінка. Здобувачі вищої освіти, підсумкова модульна оцінка яких становить від 35 до 59, екзамен складають обов'язково. Здобувач освіти може підвищити на екзамені рейтинговий бал, при цьому, за результатами складання екзамену оцінка не може бути менша за підсумкову модульну оцінку, яку він отримав за результатами модульних контролів.

Екзамен проводиться в усній формі. Екзаменаційний білет складається з двох теоретичних питань та трьох практичних завдань. Оцінювання результатів навчання на екзамену здійснюється за 100-бальною шкалою. Оцінка за екзамен вноситься у відомість обліку успішності.

Таблиця відповідності оцінок за різними шкалами оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	Зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерій оцінювання підсумкового контролю з дисципліни

— **«відмінно» (90-100 балів, A)** заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— **«добре» (82-89 балів, B)** заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— **«добре» (74-81 бал, C)** заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— **«задовільно» (64-73 бали, D)** заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, дана оцінка виставляється студентам, що допустили помилки у

відповіді на заліку чи екзамені та при виконанні залікових або екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **«задовільно» (60-63 балів, E)** заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вмів виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, дана оцінка виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на заліку чи екзамені та при виконанні залікових або екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

— **«незадовільно» (35-59 балів, FX)** виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

— **«незадовільно» (0-34 балів, F)** виставляється студенту коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Модуль 1.

Тема 1. Загальні питання математичного моделювання та системного підходу.

Основні положення теорії систем. Формальні методи побудови моделей. Системний підхід. Основні види моделювання. Співвідношення між моделлю та системою. Класифікації та методи дослідження математичних моделей. Основи математичного та комп'ютерного моделювання.

Тема 2. Аналітичні і чисельні методи моделювання.

Моделювання процесів. Лінійне та нелінійне програмування. Моделі і методи раціональної обмеженості.

Тема 3. Імітаційне та статистичне моделювання.

Приклади побудови математичних моделей. Марковські моделі прийняття рішень. Теорія масового обслуговування. Загальний підхід до обробки нечітких експертних оцінок парних порівнянь.

Модуль 2

Тема 4. Моделювання фізичних процесів.

Тема 5. Моделювання соціо-економічних систем. Модель міжгалузевого балансу.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2-й семестр												
Модуль 1.												
Тема 1. Загальні питання математичного моделювання.	8	2				6						
Тема 2. Аналітичні і чисельні методи моделювання.	22	6	6			10						
Тема 3. Імітаційне та статистичне моделювання.	25	6	8			11						
Модульне контрольне тестування	5	1				4						
Разом за модуль 1	60	15	14			31						
Модуль 2.												
Тема 4. Моделювання фізичних процесів.	38	10	10			18						
Тема 5. Моделювання соціо-економічних систем.	16	4	6			6						
Модульне контрольне тестування	6	1				5						
Разом за модуль 2	60	15	16			29						
Разом за семестр	120	30	30			60						

6.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Моделі і методи раціональної обмеженості.	6	
2.	Марковські моделі прийняття рішень. Теорія масового обслуговування. Загальний підхід до обробки нечітких експертних оцінок парних порівнянь.	8	
3.	Моделі і методи фізичних процесів.	10	
4.	Методи розв'язання задачі міжгалузевого балансу.	6	
Разом		30	

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Загальні питання математичного моделювання.	6	
2	Аналітичні і чисельні методи моделювання.	10	
3	Імітаційне та статистичне моделювання.	11	
4	Підготовка до модульного контрольного тестування	4	
5	Моделювання фізичних процесів.	10	
6	Моделювання соціо-економічних систем.	14	
7	Підготовка до модульного контрольного тестування	5	
	Разом	60	

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби – комп'ютер.

Програмне забезпечення: Технічні засоби – комп'ютер.

Програмне забезпечення: обране студентом програмне середовище, WolframAlpha, сервіс Google Meet, система електронного навчання Moodle.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Маценко В.Г. Математичне моделювання: навчальний посібник– Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014. 519 с.
2. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1: навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О.Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с.
3. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси : ЧДТУ, 2010. 399 с.
4. Математичне моделювання фізичних процесів : навчальний посібник / В. О. Поздєєв, В. М. Січко. – Миколаїв: СПД Румянцева, 2021. – 134 с.
5. Вакал Є.С. Методи математичної фізики в прикладах і задачах : навчальний посібник для студентів механіко-математичного факультету / Є. С. Вакал, А. В. Ловейкін. – К.: Видавець Кравченко Я.О., 2020. – 188 с.
6. Обод І. І., Заволодько Г. Е., Свид І. В. Математичне моделювання систем: навч. посіб. Для студентів спеціальностей «Комп'ютерна інженерія», «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». Харків : Друкарня МАДРИД, 2019. 268 с. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/42912/1/Book_2019_Obod_Matematychne_modeliuvannia.pdf
7. Волошин, О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. Для студ. вищ. навч. закл. /О. Ф. Волошин, С. О. Маценко. 2-ге вид., перероб. та допов. К. : Видавничополіграфічний центр "Київський університет". 2010. 336 с.

8. Томашевський О. М. Інформаційні технології та моделювання бізнес- процесів : навч. посібн. / О. М. Томашевський, Г. Г. Цегелик, М. Б. Вітер, В. І. Дудук. К. : Центр учбової літератури, 2015. 296 с.
9. Обчислювальний інтелект: теорія нечітких множин. Навчальний посібник під ред.Короткої Л.І. Дніпро: УДХТУ, 2020. 167 с.
10. Маляр М.М. Моделі і методи багатокритеріального обмежено-раціонального вибору: Монографія / М.М. Маляр. Ужгород: РА “АУТДОР-ШАРК”, 2016. 222 с.
11. Маляр М.М. Нечіткі моделі і методи оцінювання кредитоспроможності підприємств та інвестиційних проектів: Монографія / М.М. Маляр, В.В. Поліщук. Ужгород: РА “АУТДОР-ШАРК”, 2018. 174 с.
12. Кондрук Н.Е., Маляр М.М. Багатокритеріальна оптимізація лінійних систем: навч. посібник. Ужгород: “РА АУТДОР-ШАРК”, 2019. 76 с.

Інформаційні ресурси

1. <https://www.wolframalpha.com/>