

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**

Факультет математики та інформатики

Кафедра диференціальних рівнянь і прикладної математики

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Математичне моделювання»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Освітня програма «Комп'ютерне моделювання та технології програмування»

Спеціальність 113 «Прикладна математика»

Галузь знань 11 «Математика і статистика»

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від 26 серпня 2025 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до навчальної дисципліни
3. Мета та цілі навчальної дисципліни
4. Компетентності
5. Програмні результати навчання
6. Організація навчання
7. Система оцінювання навчальної дисципліни
8. Політика навчальної дисципліни
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Математичне моделювання
Викладач (-і)	Махней Олександр Володимирович
Контактний телефон викладача	(0342)596027
E-mail викладача	oleksandr.makhnei@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	очний
Обсяг дисципліни	6 кредитів ЄКТС, 180 год.
Посилання на сайт дистанційного навчання	d-learn.pnu.edu.ua
Консультації	протягом семестру згідно з розкладом консультацій
2. Анотація до навчальної дисципліни	
<p>Навчальна дисципліна «Математичне моделювання» є нормативною дисципліною для підготовки бакалавра зі спеціальності «Прикладна математика». Знання, набуті студентами з цієї дисципліни, будуть потрібні їм у курсах комп'ютерного моделювання явищ і процесів, теорії керування, імітаційного моделювання, практикуму з моделювання і програмування, курсах спеціалізації, для виконання наукових і прикладних досліджень, можуть застосовуватись майбутніми фахівцями для математичного моделювання різних об'єктів, явищ і процесів. Вивчення дисципліни ґрунтується на курсах диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей і математичної статистики та програмування.</p>	
3. Мета та цілі навчальної дисципліни	
<p>Мета викладання навчальної дисципліни: дати студентам теоретичну базу в області математичного моделювання, ознайомити їх із сучасними підходами до аналітичного і імітаційного моделювання різних систем, навчити студентів основам моделювання в системі імітаційного моделювання GPSS.</p> <p>Завдання вивчення навчальної дисципліни: навчити студентів користуватись аналітичними і імітаційними способами моделювання систем масового обслуговування, ознайомити їх з основами математичного моделювання з допомогою диференціальних моделей, клітинних автоматів, мереж Петрі, мови імітаційного моделювання GPSS.</p>	
4. Компетентності	
<p><i>Загальні компетентності</i> Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p><i>Фахові компетентності</i> Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язування прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.</p>	
5. Програмні результати навчання	
<p>Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці. 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. 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.</p>	

Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.					
6. Організація навчання					
Обсяг навчальної дисципліни					
Вид заняття			Загальна кількість годин		
лекції			30		
семінарські заняття / практичні / лабораторні			0/30/14		
самостійна робота			106		
Ознаки навчальної дисципліни					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативна / вибіркова		
6	113 Прикладна математика	3	нормативна		
Тематика навчальної дисципліни					
Тема, план		кількість годин			
		лекції	практичні заняття	лаборато рні заняття	сам. робота
Тема 1. Основи теорії систем і системного аналізу Поняття системи. Класифікація систем. Елементи і підсистеми. Характеристики та властивості. Зв'язки, мета і показники, якість, процес, ефективність, структура. Принципи системного аналізу. Структура системного аналізу.		2	2	–	6
Тема 2. Поняття моделювання систем Моделювання: основні поняття. Класифікація видів моделювання систем. Наочне та символічне моделювання. Математичне моделювання. Реальне моделювання. Принципи побудови математичних моделей. Етапи побудови математичної моделі.		2	–	2	6
Тема 3. Диференціальні моделі Схема складання і дослідження диференціальних моделей. Задачі фізики, механіки, хімії, біології, які приводять до диференціальних моделей. Модель падіння тіла. Модель витікання рідини.		4	8	–	16
Тема 4. Аналітичне моделювання систем масового обслуговування Поняття системи масового обслуговування. Характеристика потоку подій. Вхідний потік вимог. Моделювання стаціонарного пуассонівського потоку. Організація черги. Правила обслуговування вимог. Типи моделей систем масового обслуговування. Формула Літтла. Багатоканальні системи масового обслуговування з відмовами: рівняння Колмогорова, показники функціонування. Багатоканальні системи масового обслуговування з чергою довільної довжини: рівняння Колмогорова, показники функціонування. Основи операційного аналізу.		6	8	–	20
Тема 5. Основи мови імітаційного моделювання GPSS World Основи роботи з середовищем GPSS World. Категорії і типи об'єктів мови GPSS. Системні числові атрибути. Формат рядка. Арифметичні і логічні вирази. Створення і знищення транзактів. Запуск процесу моделювання. Затримка, зміна параметрів і пріоритету транзактів. Одноканальні пристрої. Багатоканальні пристрої. Таблиці і черги. Використання змінних, ло-		8	2	10	28

гічних перемикачів і комірок пам'яті. Зміна маршруту руху транзактів. Генератори випадкових чисел і табличні функції. Математичні функції і функції для генерації випадкових величин. Приклад програми.				
Тема 6. Мережі Петрі Поняття класичних мереж Петрі. Формальне означення і матричне подання мереж Петрі. Властивості мереж Петрі. Дерево досяжності. Система станів і фундаментальне рівняння мереж Петрі. Інваріанти вузлів і переходів і їхнє застосування. Некласичні мережі Петрі. Програма HPSim.	4	2	2	10
Тема 7. Клітинні автомати та їхнє застосування Клітинні автомати. Застосування клітинних автоматів до моделювання активних середовищ. Моделі розвитку організмів на поживних середовищах без хижаків та з хижакками.	2	2	–	6
Тема 8. Прогнозування систем і шкали вимірювання. Основні методи прогнозування. Точки біфуркації. Детермінований хаос. Шкали номінального типу. Шкали порядку. Шкали інтервалів, відношень, різниць. Інші типи шкал. Обробка характеристик.	2	2	–	6
Повторення вивченого матеріалу, контрольна робота, тестування.	–	4	–	8
Заг.:	30	30	14	106
7. Система оцінювання навчальної дисципліни				
Загальна система оцінювання навчальної дисципліни	Система оцінювання навчальної дисципліни здійснюється згідно з критеріями оцінювання навчальних досягнень студентів, що регламентовані в університеті. Допуск до іспиту становить максимум 50 балів, бал за складання іспиту (підсумковий контроль) становить максимум 50 балів.			
Вимоги до письмових робіт	Передбачено одну письмову контрольну роботу, яка оцінюється за шкалою від 0 до 20 балів. На контрольну роботу виносяться три завдання. Передбачено тестування, яке оцінюється за шкалою від 0 до 10 балів.			
Лабораторні заняття	Оцінюється виконання і захист п'яти лабораторних робіт за 10-бальною шкалою (кожна лабораторна робота оцінюється за 2-бальною шкалою, тема 5 – 8 балів, тема 6 – 2 бали). Лабораторні роботи здаються і захищаються на лабораторному занятті з відповідної теми або на наступному занятті. Оцінюється відвідуваність усіх занять і робота на заняттях упродовж семестру за 10-бальною шкалою.			
Умови допуску до підсумкового контролю	При виставленні допуску до іспиту (максимум 50 балів) враховуються навчальні досягнення студентів (бали), набрані під час контактних (аудиторних) годин, при виконанні лабораторних робіт, завдань для самостійної роботи, а також бали за контрольну роботу. Студент, який протягом семестру не набрав 25 балів, до іспиту за відомістю № 1 не допускається. У такому випадку до початку екзаменаційної сесії або під час ліквідації академічної заборгованості студент користується повторним правом отримати допуск на складання іспиту за відомістю № 2 на консультаціях викладача (перескладання пропущених тем, виконання індивідуальних завдань і лабораторних робіт).			
Підсумковий контроль	Екзамен передбачає тестування (до 20 балів) і письмову частину (3 завдання) з усним захистом (до 30 балів).			

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
80 – 89	B	добре
70 – 79	C	
60 – 69	D	задовільно
50 – 59	E	
25 – 49	FX	незадовільно
0 – 24	F	

8. Політика навчальної дисципліни

Загальна максимальна сума балів, яка присвоюється студентові за курс, становить 100 балів – сума балів за виконання лабораторних робіт, контрольної роботи, підсумкового контролю, а також за відвідування.

При виставленні оцінок обов'язково враховується присутність студента на заняттях (у тому числі на лекційних), активність і відповіді студента під час виконання і захисту лабораторних занять, наявність пропусків без поважних причин, користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час опитування та виконання письмових завдань, списування та плагіат, а також результати відпрацювання пропущених з поважної причини занять. Запізнення здачі лабораторних робіт без поважних причин тягне за собою зниження оцінки.

Дотримання академічної доброчесності студентами передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань;
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до повторного виконання контрольної роботи, лабораторних робіт чи повторного проходження тестування.

Відвідування всіх занять оцінюється за 10-бальною шкалою. Всі лабораторні роботи мають бути виконані і захищені навіть у випадку пропуску відповідних занять.

Результати неформальної освіти зараховується згідно з «Положенням про визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної освіти в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника» https://efund.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/172/2023/05/02-07.33_2022-polozhennia-pro-vyznannia-rezultativ-navchannia-zdobutykh-shliakhom-neformalnoi-osvity-v-prykarpatському-natsionalnomu-universyteti-imeni-vasyilia-stefanyka.pdf

9. Рекомендована література

1. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування. Практикум. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 307 с.
2. Махней О. В. Лабораторний практикум з імітаційного моделювання у GPSS. Частина 1: методичні рекомендації до проведення лабораторних занять. Івано-Франківськ : Голіней, 2020. 40 с.
3. Махней О. В. Математичне моделювання. Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. 372 с.
4. Махней О. В. Математичне моделювання : методичні рекомендації. Івано-Франківськ : Голіней, 2014. 36 с.
5. Махней О. В. Практикум з математичного моделювання. Івано-Франківськ : Голіней, 2022. 172 с.
6. Мещанінов О.П. Моделювання систем. Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2001. 268 с.
7. Соколовський Я.І., Шабатура Ю.В., Виклюк Я.І. та ін. Моделювання систем в середовищі GPSS World. Львів : Новий світ – 2000, 2025. 288 с.
8. Стеценко І.В. Моделювання систем. Черкаси : Черкаський державний технологічний університет (ЧДТУ), 2010. 399 с.
9. Томашевський В. М. Моделювання систем. К. : ВНУ, 2005. 352 с.
10. Хусаїнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Основи моделювання динамічних систем. К. : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2010. 130 с.
11. Kapur J.N. Mathematical Modeling. Mercury Learning and information, 2023. 287 p.
12. Quarteroni A. Modeling Reality with Mathematics. Springer Cham, 2022. 123 p.

**Викладачі: Махней Олександр Володимирович,
Мазуренко Віктор Володимирович**