

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут кібернетики, інформаційних технологій та інженерії

04-01-124s

СИЛАБУС	Математичне та комп'ютерне моделювання	
SYLLABUS	Mathematical and computer modelling	
Шифр за ОП Code in Degree Programme	ОК-33	
Освітній рівень Level of Education	Бакалаврський (перший)	
	Bachelor's (first)	
Галузь знань Field of Knowledge	12	Інформаційні технології
		Information Technology
Спеціальність Field of Study	122	Комп'ютерні науки
		Computer science
Освітня програма Degree Programme	Комп'ютерні науки	
	Computer science	

РІВНЕ – 2024

Силабус навчальної дисципліни «Математичне та комп'ютерне моделювання» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні науки», спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Рівне. НУВГП. 2024. 12 стор.

ОП на сайті університету: <https://ep3.nuwm.edu.ua/23461/>

Розробники силабусу: *Мартинюк Петро Миколайович, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики; Белозерова Олена Дмитрівна, асистент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики.*

Силабус схвалений на засіданні кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики
Протокол № 7 від “26” січня 2024 року

Завідувач кафедри: *Турбал Юрій Васильович, д.т.н., професор*

Керівник (гарант) ОП: *Іванчук Наталія Віталіївна, к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики*



Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ кібернетики, інформаційних технологій та інженерії
Протокол № 5 від “26” лютого 2024 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: *Мартинюк Петро Миколайович, д.т.н., професор, директор ННІ кібернетики, інформаційних технологій та інженерії*

Попередня версія силабусу (вказати шифр) -

© НУВГП, 2024

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ	
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Освітня програма	Комп'ютерні науки
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Рік навчання, семестр	4-й рік навчання, 1-й семестр
Кількість кредитів	4
Лекції:	28
Лабораторні заняття:	20
Самостійна робота:	72
Курсова робота:	-
Форма навчання	денна/заочна
Форма підсумкового контролю	екзамен
Мова викладання	державна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКІВ	
<p>Лектор</p> 	<p><i>Мартинюк Петро Миколайович, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики, директор навчально-наукового інституту кібернетики, інформаційних технологій та інженерії</i></p>
Вікіситет	http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Мартинюк Петро Миколайович
ORCID	https://orcid.org/0000-0002-2750-2508
Як комунікувати	p.m.martyniuk@nuwm.edu.ua
<p>Асистент лектора</p> 	<p><i>Белозерова Олена Дмитрівна, асистент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики</i></p>
Вікіситет	https://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Кожушко Олена Дмитрівна
ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9934-1013

Канали комунікації	ol.d.kozhushko@nuwm.edu.ua
ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ	
Мета та завдання	
<p><i>Мета – розвинення та формування в студента чіткого розуміння та структури знань про системність навколишнього світу, можливість її описання математичними символами за певним набором характеристик з метою прогнозування і відтворення розвитку процесів. Для досягнення мети необхідно сформувавши системний підхід до математичного моделювання процесів різноманітної природи, розвиток творчого підходу до математичного і комп'ютерного моделювання екологічних, природних, інформаційних, соціальних та інших процесів. Підготувати студентів до використання отриманих знань і навиків при розв'язуванні практичних задач, а також при написанні кваліфікаційних бакалаврських робіт.</i></p>	
Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle, на платформі освітніх програм та їхніх освітніх компонентів	
<p>https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=5804 https://nuwm.edu.ua/nni-akot/kaf-pm/disciplini/item/matematychne-ta-kompiuterne-modeliuvannia-ku</p>	
Передумови вивчення (місце освітнього компоненту в структурно-логічній схемі)	
<p>ОК 4 Екологія ОК 11 Диференціальні рівняння та комп'ютерна математика ОК 32 Алгоритми та обчислювальні методи математичної фізики</p>	
Компетентності	

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
ЗК21. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ФК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.

ФК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

ФК6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики.

ФК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

ФК18. Здатність до дослідження об'єктів, процесів та явищ стосовно проблем водного господарства, екології, раціонального природокористування, сільського господарства засобами математичного та комп'ютерного моделювання.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

ПРН2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

ПРН20. Володіти елементами математичного та комп'ютерного моделювання, в тому числі стосовно практичних задач водного господарства, раціонального природокористування, екології. Знати основи та принципи числових методів дискретизації відповідних математичних моделей. Здійснювати програмну реалізацію дискретних схем, ефективно використовувати можливості комп'ютерної техніки та сучасного програмного забезпечення для розв'язування прикладних задач.

Структура та зміст освітнього компонента

Лекції – 28 год., лабораторні заняття – 20 год., самостійна робота – 72 год.

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Моделі популяцій та конфліктів – 45/8/10/27 годин
(всього /лекції /лабораторні заняття /самостійна робота)**

Тема 1. Цикл побудови, вимоги та властивості математичних моделей – 15/2/4/9 годин

Класифікація математичних моделей. Циклічна природа математичного моделювання. Вимоги до математичних моделей. Основні властивості математичних моделей.

Компетентності: ЗК1, ЗК2, ФК1, ФК4, ФК6

ПРН: ПРН1, ПРН2

Література: [2], [4], [5], [7], [9], [10]

Тема 2. Математичні моделі динаміки ізольованих популяцій та їх дискретні аналоги – 10/2/2/6 годин

Модель Мальтуса. Логістичне рівняння. Узагальнення логістичного рівняння. Деякі інші моделі динаміки ізольованих популяцій. *Дискретні аналоги задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь.*

Компетентності: ЗК1, ЗК2, ЗК8, ФК1, ФК4, ФК6, ФК7

ПРН: ПРН1, ПРН2, ПРН20

Література: [1], [7], [9]

Тема 3. Математичні моделі інформаційного суперництва в соціумі: точкові моделі – 10/2/2/6 годин

Модель рекламної кампанії (базова модель поширення інформації). Узагальнення базової моделі поширення інформації. Модель інформаційної боротьби.

Компетентності: ЗК1, ЗК2, ЗК8, ФК1, ФК4, ФК6, ФК7

ПРН: ПРН1, ПРН2, ПРН20

Література: [1], [9]

Тема 4. Математичні моделі конфліктів – 10/2/2/6 годин

Система «хижак-жертва». Гонка озброєнь між двома країнами. Моделі Ланчестера. Бойові дії між армією та партизанським загonom.

Компетентності: ЗК1, ЗК2, ФК1, ФК4, ФК6, ФК7

ПРН: ПРН1, ПРН2, ПРН20

Література: [1], [6], [7], [9],

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Математичні моделі водного стану ґрунтів – 45/14/4/27 годин

Тема 5. Ґрунти, як частина екосистем та їх характеристики – 5/2/0/3 годин

Пористість ґрунту, як пористого середовища. Коефіцієнт пористості. Класифікація ґрунтів.

Компетентності: ЗК1, ЗК21, ФК6, ФК7, ФК18

ПРН: ПРН1, ПРН2, ПРН20

Література: [2], [7],

Тема 6. Математична модель фільтрації води в ґрунтах – 10/2/2/6 годин

Швидкість фільтрації. Закон Дарсі. Коефіцієнт фільтрації. Рівняння фільтрації в пористому середовищі. Граничні умови для напору та їх фізична інтерпретація.

Компетентності: ЗК1, ЗК2, ЗК21, ФК1, ФК4, ФК6, ФК7, ФК18

ПРН: ПРН1, ПРН2, ПРН20

Література: [1], [3], [7],

Тема 7. Метод скінченних різниць в крайових задачах для еліптичних рівнянь – 5/2/0/3 годин

Математична постановка задачі. Дискретизація крайових задач методом скінченних різниць. Методи розв'язування дискретних аналогів крайових задач.

Компетентності: ЗК1, ЗК8, ФК1, ФК4, ФК6, ФК18

ПРН: ПРН1, ПРН2, ПРН20

Література: [1], [3],

Тема 8. Спеціальні математичні моделі фільтрації – 10/4/0/6 годин

Профільна та планова схеми фільтрації. Рівняння планової фільтрації. Рівняння Буссінеска. Узагальнення закону Дарсі: нелінійний закон фільтрації; залежність коефіцієнта фільтрації від температури та концентрації солей. Анізотропні та ортотропні пористі середовища. Ламінарний та турбулентний режими фільтрації. Число Рейнольдса.

Компетентності: ЗК1, ЗК21, ФК1, ФК6, ФК18

ПРН: ПРН1, ПРН2, ПРН20

Література: [2], [7],

Тема 9. Математичні моделі вологоперенесення в ґрунтах – 15/4/2/9 годин

Параметри процесу вологоперенесення. Явище гістерезису в ґрунтах. Закон вологоперенесення (закон Дарсі-Клюта). Рівняння Клюта. Рівняння Річардса. Початкові та граничні умови. Метод скінченних різниць для нестационарних задач. Особливості розв'язування нелінійних рівнянь та ітераційні схеми.

Компетентності: ЗК1, ЗК2, ЗК21, ФК1, ФК4, ФК6, ФК7, ФК18

ПРН: ПРН1, ПРН2, ПРН20

Література: [1], [3], [7],

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Спеціальні математичні моделі деяких систем – 30/6/6/18 годин**Тема 10. Дискретні математичні моделі – 30/6/6/18 годин**

Класифікація математичних моделей. Потоківі моделі та графи. Транспортні сітки. Задача відшукування найкоротшого маршруту (шляху): алгоритм Беллмана-Шимбела. Задача відшукування найкоротшого шляху: алгоритм методу Мінті. Задача відшукування максимального потоку: Алгоритм Форда-Фалкерсона.

Компетентності: ЗК1, ЗК2, ЗК8, ФК1, ФК6

ПРН: ПРН1, ПРН2

Література: [7], [8],

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ – 20 годин

Тема 1. Математичні моделі, які описуються задачею Коші для звичайних диференціальних рівнянь

Тема 2. Математичні моделі, які описуються задачами лінійного програмування

Тема 3. Математичні моделі динаміки ізольованих популяцій

Тема 4. Математичні моделі конфліктів та інформаційного суперництва

Тема 5. Математичні моделі фільтрації рідини в пористих середовищах

Тема 6. Математичні моделі вологоперенесення в пористих середовищах

Тема 7. Потоківі дискретні математичні моделі

Форми та методи навчання

Лекційні заняття проводяться з використанням пояснювально-ілюстративного (інформаційно-рецептивного) методу, відбувається демонстрація теоретичного матеріалу у вигляді навчальних відеоматеріалів та презентацій, проводиться його обговорення, ставляться проблемні питання, пошук відповідей на які є основою підготовки студентів до наступних лекцій.

При проведенні лабораторних занять будуть використовуватись: комп'ютерна техніка, мови програмування високого рівня (на вибір студентів), мультимедійне обладнання, методичне забезпечення, навчальна платформа Moodle. Студенти будуть розмірковувати та доводити свою думку, виконуючи тести та захищаючи виконані завдання.

З метою досягнення зазначених вище ПРН використовуються різні форми навчання та викладання, поєднання яких має більшу ефективність в досягненні мети даної освітньої компоненти, а саме: колективна, фронтальна та індивідуальна.

Інструменти, обладнання, програмне забезпечення

При проведенні лабораторних занять будуть використовуватись: комп'ютерна техніка, мови програмування високого рівня (на вибір студентів), мультимедійне обладнання, методичне забезпечення, навчальна платформа Moodle.

Порядок оцінювання програмних результатів навчання/ результатів навчання

Для досягнення цілей та завдань курсу студентам потрібно засвоїти теоретичний матеріал, виконати індивідуальні завдання лабораторних робіт пошукового і дослідницького характеру, здати модульні контролі знань.

Для діагностики знань використовується 100-бальна шкала оцінювання. Визначення рівня засвоєння навчального матеріалу відбувається згідно:

- поточного тестування та опитування після вивчення кожної теми;
- визначення рівня та оцінки за підготовку до лабораторної роботи;
- визначення рівня та оцінки за виконання лабораторної роботи;
- оцінки за самостійну роботу;
- підсумкового (модульного) тестування.

В результаті студент може отримати такі обов'язкові бали:

- 60 балів – за вчасне та якісне виконання завдань лабораторних робіт, що становить поточну (практичну) складову його оцінки;

- 20 балів – модульний контроль 1;

- 20 балів – модульний контроль 2.

Студенти можуть отримати додаткові бали за: виконання додаткових практичних завдань, визначених викладачем. Модульні контролі проходять у формі тестування з наступним розподілом завдань та вагових коефіцієнтів:

- модульний контроль 1: загальна кількість запитань – 15; I рівень складності – 10 запитань по 1,2 бали, II рівень – 4 запитання по 1,4 бали, III – 1 запитання на 2,4 бали.

- модульний контроль 2: загальна кількість запитань – 15;
I рівень складності – 10 запитань по 1,2 бали, II рівень – 4
запитання по 1,4 бали, III – 1 запитання на 2,4 бали.

Додаткові (бонусні) бали студент може отримати за наступні
види робіт:

– за підготовку реферату за тематикою навчальної
дисципліни – до 10 балів;

– за участь з доповіддю на конференції – до 10 балів;

– за написання статті в збірник наукових праць або
підготовку тез наукової конференції – до 20 балів.

Порядок та критерії оцінювання проводяться відповідно
«Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль
навчальних досягнень здобувачів вищої освіти»
<https://ep3.nuwm.edu.ua/25889/> а також згідно «Системи
оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти
(семестровий поточний та підсумковий контроль) зі змінами та
доповненнями» <https://ep3.nuwm.edu.ua/21123/>. Для прездачі
користуємось «Порядок ліквідації академічних заборгованостей у
НУВГП» <https://ep3.nuwm.edu.ua/25072/>. У разі виникнення проблем
здобувачі вищої освіти можуть скористатись «Порядком
звернень здобувачів вищої освіти та інших осіб, які навчаються в
НУВГП» <https://ep3.nuwm.edu.ua/15467/> а також «Положенням про
врегулювання конфліктних ситуацій у Національному університеті
водного господарства та природокористування»
<https://ep3.nuwm.edu.ua/18583/>

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Основна література

1. Маценко В. Г. Математичне моделювання. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014. 519 с.
2. Samarskii A.A., Mikhailov A.P. *Principles of Mathematical Modeling: Ideas, Methods, Examples*. Taylor & Francis, 2001. 352 p.
3. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. – Київ: Національний авіаційний університет, 2017. 392 с.
4. Roberts Fred. *Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems*. Pearson, 1976. 560 p.
5. Балтовський О.О., Форос Г.В, Сіфоров О.І. Основи математичного моделювання/ За заг. ред. д.т.н., доц. О.А. Балтовського. Одеса: Одеський держ. унів-т внутр. справ, 2023. 125 с.

Допоміжна література

1. Nail H. Ibragimov. *A Practical Course in Differential equations and Mathematical Modelling*. ALGA Publications, Sweden, 2005.
2. Мартинюк П. М., Федорчук Н. А. Теорія систем та математичне моделювання : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2009. 225 с.
3. Samarskii Alexander A. *The Theory of Difference Schemes*. Marcel Dekker, 2001. 761 p.
4. Ляшенко І.М., Коробова М.В., Столяр А.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів. Тернопіль: Навчальна книга-Богдан, 2006. 304 с.
5. Обод І.І., Заволодько Г.Е., Свид І.В. Математичне моделювання систем: навчальний посібник. Харків, Друкарня МАДРИД, 2019. – 268 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. Електронний ресурс: <http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). Електронний ресурс]: <http://www.lib.rv.ua/>
3. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / Електронний ресурс: <https://lib.nuwm.edu.ua/>
4. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_computer_simulation_software

Поєднання навчання та досліджень

В університеті діє «Концепція поєднання навчання, інновацій та наукових досліджень в Національному університеті водного господарства та природокористування»
<https://ep3.nuwm.edu.ua/18584/>

Студенти можуть додатково виконувати індивідуальні завдання; бути долученими до написання та опублікування наукових статей за темою кваліфікаційної роботи; приймати участь у науково-практичних конференціях, наукових конкурсах.

Здобувачі вищої освіти можуть долучатися до виконання кафедральних науково-дослідної тем, а також тем, що фінансуються з державного бюджету; готувати доповіді на щорічні університетські та Міжнародні наукові конференції; статті для збірників наукових праць, що видаються в НУВГП (Студентський науковий Вісник, Вісник навчально-наукового інституту, Вісник НУВГП); брати участь у Всеукраїнських студентських олімпіадах, Всеукраїнських конкурсах студентських наукових робіт та виставках.

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

Здатність до навчання. Комплексне вирішення проблеми. Критичне мислення. Комунікативні навички. Креативні навички. Уміння працювати з інформацією. Соціальна відповідальність. Глобальне навчання. Розв'язання проблем. Управління часом. Самоорганізація. Працелюбність. Саморозвиток. Творчі здібності

Дедлайни та перескладання

Студенти повинні вчасно виконувати завдання лабораторних робіт. Якщо завдання виконано невчасно, то бали за нього можуть зніматися. Студент може здати завдання на лабораторних заняттях та консультаціях.

Ліквідація академічної заборгованості здійснюється згідно «Порядок ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП», <https://ep3.nuwm.edu.ua/25072/>. Згідно цього документу і реалізується право студента на повторне вивчення дисципліни чи повторне навчання на курсі.

Оголошення стосовно дедлайнів задачі та перездачі оприлюднюються на сторінці MOODLE даної освітньої компоненти.

Неформальна та інформальна освіта

Студенти мають право на перезарахування результатів навчання набутих у неформальній та інформальній освіті згідно відповідного положення: <https://ep3.nuwm.edu.ua/28363/>. Також студенти можуть самостійно опановувати матеріал на платформах Prometheus, Coursera, edEx, edEra, FutureLearn та інших для перезарахування результатів навчання. При цьому важливо, щоб знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мали зв'язок з очікуваними навчальними результатами даної навчальної дисципліни та перевірялись в підсумковому оцінюванні.

Правила академічної доброчесності

Дотримання академічної доброчесності регламентується «Положення про академічну доброчесність в Національному університеті водного господарства та природокористування» <https://ep3.nuwm.edu.ua/25004/>

У разі виявлення академічної недоброчесності зі сторони студента у представлених для оцінювання результатах виконання індивідуальних завдань бали не нараховуються, а студенту видається нове завдання.

При виявленні елементів академічної недоброчесності під час модульного контролю студент позбавляється права у продовженні відповідного контролюючого заходу і результати оцінювання відповідного модуля анулюються.

За списування під час проведення модульного контролю чи підсумкового контролю, студент позбавляється подальшого права здавати тестування і отримує академічну заборгованість.

Вимоги до відвідування

Студенту не дозволяється пропускати заняття без поважних причин.

У випадку пропуску заняття з поважних причин (індивідуальний план, лікарняний листок, мобільність тощо) студент зобов'язаний самостійно вивчити пропущений теоретичний матеріал, розміщений на платформі MOODLE даної навчальної дисципліни та здати виконані індивідуальні завдання викладачу на консультації, які стосуються пропущених тем. Індивідуальні завдання студенти отримують на лабораторній роботі, у випадку відсутності студента на занятті – шляхом листування з викладачем.

Студент має право оформити індивідуальний графік навчання згідно відповідних положень <https://ep3.nuwm.edu.ua/6226/> та <http://ep3.nuwm.edu.ua/20050/>.

Студенти можуть без обмежень використовувати на заняттях мобільні телефони та ноутбуки, дотримуючись правил академічної доброчесності.

Автор
Директор ННІ КІТІ

Петро МАРТИНЮК

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №515
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП):
Сертифікат 58E2D9E7F900307B04000000807E2D0054327D00