

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут кібернетики, інформаційних технологій та інженерії

04-01-151s

СИЛАБУС	Алгоритми та обчислювальні методи математичної фізики	
SYLLABUS	Algorithms and Computational Methods of Mathematical Physics	
Шифр за ОП Code in Degree Programme	OK32	
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	

Силабус навчальної дисципліни «Алгоритми та обчислювальні методи математичної фізики» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні науки, спеціальність 122 Комп'ютерні науки. Рівне. НУВГП. 2024. 12 стор.

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

Розробник силабусу: *Остапчук Оксана Петрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики*

Силабус схвалений на засіданні кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики
Протокол №1 від 27 серпня 2024 року

Завідувач кафедри: *Турбал Юрій Васильович, доктор технічних наук, професор*

Керівник (гарант) освітньої програми: *Каштан Сергій Степанович, кандидат технічних наук, доцент, доц., доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики*

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ кібернетики, інформаційних технологій та інженерії
Протокол №9 від 30 серпня 2024 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: *Мартинюк Петро Миколайович, доктор технічних наук, професор, директор ННІ кібернетики, інформаційних технологій та інженерії*


ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Алгоритми та обчислювальні методи математичної фізики»

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Ступінь вищої освіти	<i>бакалавр</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерні науки</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
Рік навчання, семестр	<i>3-й рік навчання, 5-й семестр</i>
Кількість кредитів	<i>4</i>
Лекції:	<i>30 год.</i>
Лабораторні заняття:	<i>18 год.</i>
Самостійна робота:	<i>72 год.</i>
Курсова робота:	<i>-</i>
Форма навчання	<i>денна, заочна</i>
Форма підсумкового контролю	<i>екзамен</i>
Мова викладання	<i>державна</i>

ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА

<p>Лектор</p> 	<p>Оксана Остапчук, к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики</p>
<p>Вікіситет</p>	<p>http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Остапчук_Оксана_Петрівна</p>
<p>ORCID</p>	<p>https://orcid.org/0000-0003-0543-2884</p>
<p>Канали комунікації</p>	<p>o.p.ostapchuk@nuwm.edu.ua Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=5575</p>
<p>ІНФОРМАЦІЯ ПРО НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ</p>	
<p>Мета та завдання</p>	
<p>Мета – формування у студентів теоретичних і практичних навиків розв'язування крайових задач математичної фізики чисельними методами з використанням сучасних систем програмування.</p> <p>Завдання: вивчити основні алгоритми, методи та прийоми побудови різницевих схем для основних типів крайових задач математичної фізики; оволодіти методикою різницевих методів розв'язання крайових задач математичної фізики та методу скінченних елементів; вміти застосовувати сучасні пакети прикладних програм та системи програмування для розв'язування крайових задач математичної фізики; вміти адекватно інтерпретувати результати чисельних розв'язків крайових задач, підготувати студентів до можливості використання отриманих знань при написанні магістерських робіт.</p>	
<p>Посилання на розміщення навчальної дисципліни на навчальній платформі Moodle, на платформі освітніх програм та їхніх освітніх компонентів</p>	
<p>https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=5575</p>	
<p>Передумови вивчення* (місце навчальної дисципліни в структурно-логічній схемі)</p>	
<p>Програмування, диференціальні рівняння та комп'ютерна математика</p>	
<p>Компетентності</p>	

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

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.

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.

ФК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

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). Результати навчання (РН)*

ПРН5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

ПРН6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.

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 навчальної дисципліни

Лекції 30 год.

Лаб. роботи 18 год.

Самостійна роб. 72 год.

Змістовий модуль № 1 Розв'язування крайових задач для рівнянь еліптичного та параболічного типів

Тема 1. Основи методу скінченних різниць (сіток) (2 год.)

Методи розв'язування крайових задач для рівнянь в частинних похідних. Ідея методу скінченних різниць (сіток). Елементарні поняття з теорії різницевих схем.

Тема 2. Постановки крайових задач для основних рівнянь математичної фізики еліптичного та параболічного типів (2 год.)

Канонічні рівняння еліптичного типу (Лапласа та Пуассона). Канонічні рівняння параболічного типу (рівняння теплопровідності, конвективної дифузії). Крайові умови та їх види. Постановки крайових задач для рівнянь еліптичного та параболічного типів.

Тема 3. Різницевий метод розв'язування крайових задач для рівняння еліптичного типу (2 год.)

Постановка крайової задачі для рівняння еліптичного типу. Апроксимація похідних (сіткова апроксимація). Різницева схема задачі Діріхле для рівнянь Лапласа та Пуассона. Чисельні методи розв'язування різницевої схеми (методи Лібмана, Гауса-Зейделя, послідовної верхньої релаксації).

Тема 4. Чисельне розв'язування змішаних крайових задач для рівнянь параболічного типу (4 год.)

Постановка задачі. Чисельне розв'язування змішаної крайової задачі для рівняння теплопровідності. Явна, неявна різницеві схеми. Стійкість різницевих схем, порядки апроксимації.

Тема 5. Різні сімейства різницевих схем для рівняння теплопровідності (2 год.)

Різницева схема з вагами. Різницева схема Кранка-Ніколсона. Різницеві схеми для рівняння теплопровідності із змінними коефіцієнтами. Різницеві схеми для нелінійного рівняння теплопровідності.

Тема 6. Монотонні різницеві схеми для рівнянь параболічного типу, що містять перші похідні (4 год.)

Поняття монотонної різницевої схеми. Монотонна різницева схема для звичайного диференціального рівняння другого порядку, що містить першу похідну. Монотонна різницева схема для одновимірного рівняння параболічного типу.

Змістовий модуль № 2

**Інтегро-інтерполяційний метод побудови різницевих схем.
Розв'язування крайових задач для рівнянь гіперболічного типу.
Розв'язування багатовимірних крайових задач**

Тема 7. Інтегро-інтерполяційний метод побудови різницевих схем (2 год.)

Методи побудови різницевих схем. Приклади побудови різницевих схем інтегро-інтерполяційним методом.

Тема 8. Різницевий метод розв'язування змішаних крайових задач для рівнянь гіперболічного типу (2 год.)

Постановка задачі. Апроксимація задачі коливання. Побудова явної різницевої схеми крайової задачі для рівняння гіперболічного типу. Стійкість різницевої схеми.

Тема 9. Різницеві методи чисельного розв'язання багатовимірних задач математичної фізики (2 год.)

Різницева апроксимація багатовимірної задачі для рівняння параболічного типу. Різницева схема з вагами для двовимірного рівняння теплопровідності. Явна та неявна різницеві схеми, їх стійкість.

Тема 10. Економічні методи розв'язання крайових задач математичної фізики (4 год.)

Економічні методи розв'язання першої крайової задачі для двовимірного рівняння теплопровідності. Канонічний вигляд двохшарових різницевоїх схем. Повздовжньо-поперечна різницева схема Письмена-Речфорда. Стійкість повздовжньо-поперечної різницевої схеми. Локально-одновимірна схема О. А. Самарського. Сумарна апроксимація схеми.

Тема 11. Основи методу скінченних елементів (4 год.)

Основна концепція методу скінченних елементів. Переваги і недоліки методу. Математичні основи методу скінченних елементів. Кусково-визначені базисні функції. Поняття скінченого елемента. Приклад розв'язування задачі Діріхле з використанням МСЕ.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Змістовий модуль № 1

1. Чисельне розв'язання задачі Діріхле для рівняння Пуассона.

2. Чисельне розв'язування змішаної крайової задачі для рівняння теплопровідності. Явна різницева схема.

3. Чисельне розв'язування змішаної крайової задачі для рівняння теплопровідності. Неявна різницева схема.

4. Числовий метод розв'язання крайових задач для рівняння теплопровідності зі змінними коефіцієнтами.

5. Монотонна різницева схема для рівняння параболічного типу.

Модульний контроль № 1.

Змістовий модуль № 2

5. Інтегро-інтерполяційний метод побудови різницевоїх схем.

6. Різницевий метод розв'язування крайових задач для рівняння гіперболічного типу.

7. Різницевий метод розв'язування багатовимірних нестационарних задач для рівняння теплопровідності. Явна різницева схема.

8. Розв'язування задачі Діріхле для рівняння Лапласа методом скінченних елементів.

Модульний контроль № 2

Форми та методи навчання

Лекції, демонстрація, навчальна дискусія, дебати, презентації, міні-лекції, ситуаційні дослідження, робота в малих групах та інше.

Інструменти, обладнання, програмне забезпечення

Комп'ютерний клас, навчальна платформа Moodle, Google Meet.

Порядок оцінювання програмних результатів навчання/ результатів навчання

Оцінювання знань студентів відбувається згідно положення «Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти (семестровий поточний та підсумковий контроль) зі змінами та доповненнями» (2021 р.) <http://ep3.nuwm.edu.ua/21123/>, яке передбачає перевірку знань студентів під час захисту лабораторних робіт та проведення проміжного контролю у вигляді тестування у навчальній системі Moodle.

Розподіл балів:

Змістовий модуль № 1

Лабораторні роботи – 29 балів

Модульний контроль – 20 балів

Змістовий модуль № 2

Лабораторні роботи – 31 бали

Модульний контроль – 20 балів

Всього: 100 балів

Таблиця формування білету тестового завдання проміжного модульного контролю № 1

Рівень складності	Загальна кількість завдань в базі	Кількість завдань в білеті	Макс. оцінка завдань (бали)	
			за одне	загальна
1	123	14	0,6	8,4
2	41	8	1,2	9,6
3	30	1	2	2
	194	23		20

Таблиця формування білету тестового завдання проміжного модульного контролю № 2

Рівень складності	Загальна кількість завдань в базі	Кількість завдань в білеті	Макс. оцінка завдань (бали)	
			за одне	загальна
1	101	14	0,6	8,4
2	29	8	1,2	9,6
3	14	1	2	2
	144	23		20

Додаткові бали (при умові, що загальна сума поточного оцінювання не перевищує 60 балів) студенти можуть отримати за виконання спеціальних завдань, що узгоджуються з викладачем (не більше, ніж 10 балів), зокрема, за підготовку тез на наукову конференцію за тематикою навчальної дисципліни; за участь з доповіддю на конференції; за наукову статтю, за участь в олімпіадах чи конкурсах.

Загальна оцінка курсу розраховується як арифметична сума набраних балів (не більше, ніж 100) за всі види навчальних та додаткових завдань.

Шкала загальної оцінки курсу

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90–100	відмінно
82–89	добре
74–81	
64–73	задовільно
60–63	
0–59	незадовільно

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Основна:

1. Samarskii A. A. *The Theory of Difference Schemes*. Marcel Dekker, 2001. 761 p.
2. Samarskii, A. A., Vabishchevich, Petr N. *Numerical Methods for Solving Inverse Problems of Mathematical Physics*, Berlin, New York: De Gruyter, 2007. 452 p.
3. Савула Я. Г. *Числовий аналіз задач математичної фізики варіаційними методами*. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2004. 221 с.
4. Шахно С. М., Дудикевич А. Т., Левицька С. М. *Практикум з чисельних методів: навч. посібник*. Л.: ЛНУ ім. І. Франка, 2013. 431 с.

Допоміжна:

1. Перестюк М. О., Маринець В. В. *Теорія рівнянь математичної фізики*. К.: Либідь, 2006. 424 с.
2. Фельдман. Л. П., Петренко А. І., Дмитрієва О. А. *Чисельні методи в інформатиці*. Київ, 2006. 480 с.
3. Цегелик Г. Г. *Чисельні методи: Підручник*. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2004. 408 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/>

Поєднання навчання та досліджень* (за потреби)

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

Здобувачі вищої освіти можуть долучатися до виконання кафедральних науково-дослідних тем, а також тем, що фінансуються з державного бюджету.

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

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

- Комунікативні навички (вміння спілкуватися, чітко доносити свою точку зору до співрозмовника і аргументовано відстоювати свою позицію) – під час роботи у команді над виконанням спільного завдання, захисту лабораторних робіт;
- Управління часом – вчасно виконувати лабораторні роботи і самотійні завдання;
- Самоорганізація – під час самотійної роботи;
- Креативні навички (вміння нестандартно мислити) – на лабораторних роботах;
- Уміння працювати з інформацією – під час лекцій, лабораторних робіт та самотійної роботи;
- Командна робота – під час лабораторних робіт.

Дедлайни та перескладання

Захист результатів виконаних завдань відбувається до початку виконання наступної лабораторної роботи. У разі невчасного виконання з неповажних причин бали за завдання зменшуються.

Ліквідація академічної заборгованості здійснюється згідно «Порядку ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП» <https://ep3.nuwm.edu.ua/25072/>. Студент має право на повторне вивчення дисципліни чи повторне навчання на курсі.

Дата проведення модульних контролів відображається у календарі сторінки дисципліни на платформі Moodle. Перездача модульних контролів, пропущених з поважних причин, здійснюється згідно графіку, розміщеному навчально-науковим центром незалежного оцінювання (ННЦНО) на головній сторінці системи Moodle.

Підсумковий модульний контроль проводиться ННЦНО згідно розкладу екзаменів.

Неформальна та інформальна освіта (за потреби)

Студенти мають можливість визнання (перезарахування) результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті згідно «Положення про неформальну та інформальну освіту НУВГП» <http://ep3.nuwm.edu.ua/18660/>. Також студенти можуть самостійно опанувати матеріал на платформах Prometheus, Coursera 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 освітньої компоненти та перевірялись в підсумковому оцінюванні.

Правила академічної доброчесності

Студент зобов'язаний дотримуватися «Кодексу честі студентів» <http://ep3.nuwm.edu.ua/4917/>, у свою чергу, викладач – «Етичного кодексу викладача НУВГП» <http://ep3.nuwm.edu.ua/4916/>.

Дотримання академічної доброчесності регламентується «Положення про академічну доброчесність» <https://ep3.nuwm.edu.ua/25004/>, «Положенням про виявлення та запобігання академічного плагіату в Національному університеті водного господарства та природокористування» (нова редакція) <http://ep3.nuwm.edu.ua/10325/>.

Додаткова інформація розміщена на головній сторінці НУВГП за посиланням Якість освіти ⇒ Академічна доброчесність <http://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-dobrochesnistj>.

У разі виявлення академічної недоброчесності зі сторони студента під час виконання лабораторних робіт, бали не зараховуються, а студенту видається нове завдання.

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

Вимоги до відвідування

Студент зобов'язаний відвідувати лабораторні роботи в комп'ютерному класі. Під час дистанційного навчання заняття проводяться онлайн з використанням додатку Google Meet згідно розкладу.

У разі пропуску занять студент самостійно опрацьовує теоретичний матеріал, розміщений у навчальній системі Moodle, і виконує лабораторні роботи. При потребі студент може звернутися за консультацією до викладача відповідно до графіку консультацій або за допомогою корпоративної електронної пошти. У разі пропуску занять з поважних причин бали за виконання лабораторних робіт не знижуються.

Студент має право оформити індивідуальний графік навчання згідно «Положення про індивідуальний графік навчання студентів денної форми навчання Національного університету водного господарства та природокористування»
<http://ep3.nuwm.edu.ua/6226/>

Автор
Доцент

Оксана ОСТАПЧУК

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №646
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП):
Сертифікат 3FAA9288358EC00304000009B6C3700C8C2C100