

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки

Кафедра прикладної математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О. А. Лагоднюк

“ ___ ” _____ 2019 р.

04-01-61

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

«Математичне та комп'ютерне моделювання»
«Mathematical and Computer Modeling»

Спеціальність 113 «Прикладна математика»,
Specialty – 113 «Applied Mathematics»

Рівне-2019

Робоча програма «Математичне та комп'ютерне моделювання» для студентів спеціальності 113 «Прикладна математика». – Рівне: НУВГП, 2019. – 12 с.

Розробник:

Мартинюк Петро Миколайович, д.т.н., доцент, професор кафедри прикладної математики.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики

Протокол від “28” серпня 2019 року № 16

Завідувач кафедри прикладної математики _____ (П. М. Мартинюк)

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 113 «Прикладна математика»

Протокол від “30” серпня 2019 року № 8

Голова науково-методичної комісії _____ (П. М. Мартинюк)

© Мартинюк П. М., 2019 рік
© НУВГП, 2019 рік

Вступ

Навчальна дисципліна «Математичне та комп'ютерне моделювання» відноситься до циклу дисциплін професійної підготовки бакалаврів спеціальності 113 «Прикладна математика». Програма дисципліни «Математичне та комп'ютерне моделювання» складена відповідно до освітньо-професійної програми спеціальності 113 «Прикладна математика» та стандарту вищої освіти за вказаною спеціальністю для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (затверджений наказом МОН України №1242 від 13.11.2018). Дисципліни, що передують вивченню «Математичного та комп'ютерного моделювання»: «Програмування», «Математичний аналіз», «Алгебра та геометрія», «Звичайні диференціальні рівняння», «Функціональний аналіз», «Рівняння математичної фізики», «Числові методи математичної фізики». Зміст дисципліни відповідає науковому напрямку та профілю Національного університету водного господарства та природокористування.

Анотація

Суть навчальної дисципліни «Математичне та комп'ютерне моделювання» - математичні моделі процесів, явищ та систем, які описуються крайовими задачами для диференціальних рівнянь. Зважаючи на наукову тематику та профільність Національного університету водного господарства та природокористування в зміст дисципліни включено теми стосовно математичного та комп'ютерного моделювання процесів фільтрації, вологоперенесення, тепло-солеперенесення в пористих середовищах. Розглянуто класифікацію математичних моделей, їх властивості та вимоги до них (математичних моделей). З метою охоплення широкого кола явищ та процесів додатково розглянуто дискретні математичні моделі, моделі конфліктних ситуацій, моделі поширення інформації.

Ключові слова: фізичний процес, математична модель, диференціальні рівняння в частинних похідних, крайова задача, класифікація математичних моделей, вимоги до математичних моделей, властивості математичних моделей, соціальні процеси, моделювання конфліктів.

Abstract

The essence of the discipline "Mathematical and computer modeling" - mathematical models of processes, phenomena and systems, which are described by the boundary value problems for differential equations. Taking into account the scientific themes and profile of the National University of Water and Environmental Engineering, topics related to the mathematical and computer modeling of filtration, moisture transfer, heat and salt transfer in porous environments are included in the content of discipline. The classification of mathematical models, their properties and requirements to them (mathematical models) is considered. In order to reach a wide range of phenomena and processes, discrete mathematical models, models of conflict situations, models of information dissemination are additionally considered.

Key words: physical process, mathematical model, differential equations in partial derivatives, boundary value problem, classification of mathematical models, requirements to mathematical models, properties of mathematical models, social processes, conflict modeling.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4,5	Галузь знань 11 Математика та статистика	Цикл навчальних дисциплін професійної підготовки
Модулів – 2	Спеціальність 113 Прикладна математика	Рік підготовки: 4-й
Змістових модулів – 4		Семестр 7-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		Лекції 28 год.
Загальна кількість годин – 135		Практичні, семінарські -
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,6 Самостійної роботи студента – 5,4	Рівень вищої освіти: бакалавр	Лабораторні 26 год.
		Самостійна робота 81 год.
		Індивідуальні завдання: –
		Вид контролю: іспит

Примітка.

Співвідношення кількості аудиторних занять, самостійної та індивідуальної роботи студентів в процентах до загальної кількості годин складає відповідно:
для денної форми навчання – 40% до 60%.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

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 розвитку процесів, керування ними та недопущення критичних ситуацій в майбутньому.

Завдання: Формування системного підходу до математичного та комп'ютерного моделювання процесів різноманітної природи. Розвиток творчого підходу до математичного та комп'ютерного моделювання економічних, 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.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

1. Класифікацію математичних моделей систем.
2. Вимоги та властивості математичних моделей.
3. Принципи виведення основних математичних моделей.
4. Закони, на основі яких виводяться математичні моделі природних процесів.
5. Методи моделювання важкоформалізованих процесів на прикладах конфліктних ситуацій.
6. Принцип аналогії та його застосування в математичному моделюванні на прикладі процесів поширення інформації.

вміти:

1. Складати математичні моделі конкретних процесів та систем.
2. Знаходити розв'язки задач, якими описуються побудовані математичні моделі, використовуючи можливості ЕОМ.
3. Інтерпретувати знайдені розв'язки стосовно конкретних процесів та систем, для яких складалась математична модель, та робити прогнози.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Математичні моделі систем

Тема 1. Цикл побудови математичних моделей.

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

Тема 2. Класична та прикладна математика.

Два основних джерела математики: прикладний та теоретичний напрямки. Про відмінності деяких підходів в класичній та прикладній математиці. Розширена схема процедури математичного моделювання.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Математичні моделі руху рідин в пористих середовищах

Тема 3. Пористі природні середовища та їх характеристики.

Пористість та коефіцієнт пористості пористого середовища. Напруження в суцільних середовищах. Напруження в пористих середовищах. Компресійні залежності для ґрунтів. Класифікація ґрунтів.

Тема 4. Математичні моделі фільтрації рідини в пористих середовищах.

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

Тема 5. Математичні моделі вологоперенесення в пористих середовищах.

Параметри процесу вологоперенесення. Явище гістерезису в ґрунтах. Закон вологоперенесення (закон Дарсі-Клюта). Рівняння Клюта. Рівняння Річардса. Граничні та початкові умови, їх фізична інтерпретація.

Тема 6. Спеціальні математичні моделі фільтрації.

Профільна та планова схеми фільтрації. Рівняння планової фільтрації. Рівняння Буссінеска. Математична модель фільтрації в деформівному пористому середовищі. Узагальнення закону Дарсі: залежність коефіцієнта фільтрації від температури та концентрації солей. Анізотропні та ортотропні пористі середовища. Ламінарний та турбулентний режими фільтрації. Число Рейнольдса.

МОДУЛЬ 2

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3

Математичні моделі тепло-солеперенесення

Тема 7. Математичні моделі тепло-солеперенесення в пористих середовищах.

Теплоперенесення в твердих тілах. Перенесення тепла та хімічних речовин в недеформівних насичених пористих середовищах. Початкові та граничні умови для температури. Початкові та граничні умови для концентрації хімічних речовин.

Тема 8. Спеціальні математичні моделі теплоперенесення.

Гіперболічне рівняння теплоперенесення. Двофазна задача Стефана. Однофазна задача Стефана.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4

Спеціальні математичні моделі деяких систем

Тема 9. Математичні моделі суперництва.

Модель популяцій Мальтуса. Система “хижак-жертва”. Гонка озброєнь між двома країнами. Бойові дії двох регулярних армій. Бойові дії між армією та партизанськими загонами. Числове розв'язання задач Коші, якими описуються математичні моделі вищевказаних систем.

Тема 10. Дискретні математичні моделі.

Потокові моделі та графи. Транспортні сітки. Задача відшукування найкоротшого маршруту (шляху). Алгоритм Беллмана-Шимбела. Алгоритм методу Мінті. Задача відшукування максимального потоку. Алгоритм Форда-Фалкерсона.

Тема 11. Математичні моделі поширення інформації.

Модель рекламної кампанії (базова модель поширення інформації). Узагальнення базової моделі поширення інформації. Модель інформаційної боротьби. Дифузійна модель поширення інформації в соціальних мережах.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	денна форма				
		у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Математичні моделі систем						
<i>Тема 1. Цикл побудови математичних моделей.</i>	12	2		2		8
<i>Тема 2. Класична та прикладна математика.</i>	12	2		2		8
Разом за змістовим модулем 1	24	4		4		16
Змістовий модуль 2. Математичні моделі руху рідин в пористих середовищах						
<i>Тема 3. Пористі природні середовища та їх характеристики.</i>	6	2				4
<i>Тема 4. Математичні моделі фільтрації рідини в пористих середовищах.</i>	13	4		4		5
<i>Тема 5. Математичні моделі вологоперенесення в пористих середовищах.</i>	13	4		4		5
<i>Тема 6. Спеціальні математичні моделі фільтрації.</i>	10	2				8
Разом за змістовим модулем 2	42	12		8		22
Разом за модулем 1	66	16		12		38
Модуль 2						
Змістовий модуль 3. Математичні моделі тепло-солеперенесення						
<i>Тема 7. Математичні моделі тепло-солеперенесення в пористих середовищах.</i>	14	2		4		8
<i>Тема 8. Спеціальні математичні моделі теплоперенесення.</i>	8	2				6
Разом за змістовим модулем 3	22	4		4		14
Змістовий модуль 4. Спеціальні математичні моделі деяких систем						
<i>Тема 9. Математичні моделі суперництва.</i>	16	2		4		10

Тема 10. Дискретні математичні моделі.	18	4		4		10
Тема 11. Математичні моделі поширення інформації.	13	2		2		9
Разом за змістовим модулем 4	47	8		10		29
Разом за модулем 2	69	12		14		43
Усього годин	135	28		26		81

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Математичні моделі, які описуються задачею Коші для звичайних диференціальних рівнянь.	2
2.	Математичні моделі, які описуються задачами лінійного програмування.	2
3.	Математичні моделі фільтрації рідини в пористих середовищах.	4
4.	Математичні моделі вологоперенесення в пористих середовищах.	4
5.	Математичне моделювання процесів солеперенесення в насичених пористих середовищах.	4
6.	Математичні моделі суперництва.	4
7.	Потокові дискретні математичні моделі.	4
8.	Математичні моделі поширення інформації	2
	Всього за курс	26

6. Самостійна робота

Розподіл навчального часу на вивчення дисципліни „Математичне та комп’ютерне моделювання”

Число кредитів ЕСТС	Загальний обсяг дисципліни	Розподіл часу		Частка самостійної роботи, в %
		Аудиторні заняття	Самостійна робота	
4,5	135	54	81	60

Розподіл самостійної роботи студента

Опрацювання лекційного матеріалу	$0,5 \cdot 28 =$	14 годин
Підготовка до практичних та лабораторних занять	$0,5 \cdot 26 =$	13 годин
Підготовка до екзамену	$6 \cdot 4,5 =$	27 години
Всього		54 години
Резерв		27 годин

Завдання для самостійної роботи

№з/п	Назва теми	К-ть год. Сам. Роботи
1	Математичні моделі процесів, що описуються задачею Коші для звичайних диференціальних рівнянь	6
2	Математичні моделі економічних задач, що описуються задачами лінійного програмування	6
3	Математичні моделі фільтрації в деформівних пористих середовищах	5
4	Метод скінченних різниць в крайових задачах для параболічних рівнянь	5
5	Монотонні різницеві схеми. Монотонна різницева схема Самарського.	5
Загальна кількість годин		27

7. Методи навчання

1. Проведення лекційних занять.
2. Лабораторні заняття з використанням різних методик їх проведення.
3. Проведення контрольних тестувань.

Підсумком самостійної роботи над вивченням дисципліни „Математичне та комп’ютерне моделювання” є складання конспекту за темами, вказаними у завданнях для самостійної роботи. Загальний обсяг конспекту визначається з умови повноти та якості викладеного матеріалу.

Конспект оформлюється на стандартному папері формату А4 або в зошиті. Конспект може бути рукописним або друкованим і виконується українською мовою.

Перевірка конспекту з самостійної роботи відбувається у терміни, спільно обумовлені студентом і викладачем.

8. Методи контролю

Оцінювання навчальних досягнень студентів за усіма видами навчальних робіт проводиться за *поточним* та *підсумковим* контролюми. Поточний контроль знань студентів з навчальної дисципліни проводиться у вигляді модульного комп’ютерного незалежного тестування. Контрольні завдання за змістовим модулем включають тестові питання трьох рівнів складності.

Контроль самостійної роботи проводиться:

з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;

з лабораторних занять – з допомогою перевірки виконаних завдань, шляхом проведення письмових тестів та захистів лабораторних робіт.

Усі контрольні заходи включено до 100-бальної шкали оцінювання.

Підсумковий семестровий контроль знань відбувається на екзамені у вигляді незалежного комп’ютерного тестування.

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного та підсумкового контролів з навчальної дисципліни «Математичне та комп'ютерне моделювання» є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);
- обґрунтування вибору методу для розв'язання тих чи інших задач;
- рівень вміння аналізувати та захищати одержані результати.

Критерії оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на лабораторних заняттях, результати самостійної роботи студентів) проводиться у % від кількості балів, виділених на завдання, із заокругленням до цілого числа:

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1. Поточне тестування та СРС					
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2			
10		20			
T1	T2	T3	T4	T5	T6
5	5	5	5	5	5

Модуль 2. Поточне тестування та СРС					Підсумк ов. контроль	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 3		Змістовий модуль 4				
10		20			40	100
T7	T8	T9	T10	T11		
5	5	6	7	7		

T1, T12...T11 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання

У екзаменаційній відомості результати навчання проставляються за двома шкалами – 100-бальною та національною. Позитивні оцінки виставляються тільки тим студентам, які виконали всі види навчальної роботи, передбачені робочою

програмою навчальної дисципліни, і набрали сумарно за результатами поточного та підсумкового контролів не менше 60 балів.

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	
35–59	незадовільно з можливістю повторного складання
0–34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Методичне забезпечення

1. Мартинюк П. М., Федорчук Н. А. Теорія систем та математичне моделювання: навч. посібник. Рівне: Вид-во НУВГП, 2010. 225 с. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2166/>

11. Рекомендована література

Базова

1. Samarskii A.A., Mikhailov A.P. Principles of Mathematical Modeling: Ideas, Methods, Examples. Taylor & Francis, 2001. 352 p.
2. Томашевський В. М. Моделювання систем. Київ: ВНУ, 2005. 352 с.
3. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Механика и прикладная математика: логика и особенности приложений математики. Москва: Наука, 1990. 360 с.
4. Roberts Fred S. Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems. Pearson, 1976. 560 p.

Допоміжна

1. Ляшенко І.М., Коробова М.В., Столяр А.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2006. 304 с.
2. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. Минск: ДизайнПРО, 2004. 640 с.
3. Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. Киев: Наук. думка, 1985. 384 с.
4. Samarskii A. A., Vabishchevich P. N. Computational Heat Transfer, Mathematical Modelling. Vol. 1. Wiley & Sons, 1996. 418 p.

5. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища. Київ: Либідь, 2003. 208 с.
6. Nail H. Ibragimov. A Practical Course in Differential equations and Mathematical Modelling. ALGA Publications, Sweden, 2005. 107 p.

Інформаційні ресурси

1. Стандарт вищої освіти України. Ступінь вищої освіти: бакалавр. Спеціальність 113 «Прикладна математика»: затв. Наказом М-ва освіти і науки України від 13.11.2018 р. №1242. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti>
2. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
3. Цифровий репозиторій НУВГП. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/>.
4. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.libr.rv.ua/>
5. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cbs.rv.ua/>
6. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
7. Пошукова система Google / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.google.com.ua>