Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

"ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

_____ 2020 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Математичні методи моделювання та оптимізації процесів

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 12 «Інформаційні технології»

спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

освітня програма Комп'ютерна інженерія

вид дисципліни за вибором

факультет комп'ютерних наук

2020 / 2021 навчальний рік

Програму обговорено та рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

"31" серпня 2020 року, протокол №12

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки **Стрілець Вікторія Євгенівна**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

Протокол від "31" серпня 2020 року, протокол №1

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

_____ Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено з гарантом освітньої програми 123 «Комп'ютерна інженерія»

Гарант освітньої програми 123 «Комп'ютерна інженерія»

_____ Олена ТОЛСТОЛУЗЬКА

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від "31 " серпня 2020 року, протокол №1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

_____ Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Математичні методи моделювання та оптимізації процесів» розроблена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки другого (магістерського) рівня спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування професійних та інформативних компетентностей, які базуються на основних положеннях, знаннях та навичках, що до теорії математичного моделювання технічних систем та процесів, оптимізації їх параметрів та організаційно-технічних систем і їх застосування в практичній і науковій роботі.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Завданням вивчення навчальної дисципліни є формування комплексу знань, вмінь та уявлень з питань застосування сучасного математичного апарату в поєднанні з комп'ютерною технікою для математичного моделювання і оптимізації технічних систем і процесів при проектуванні і дослідженні.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі компетентності.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і проблеми в галузі комп'ютерної інженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК01. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми за професійним спрямуванням.

ЗК02. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК05. Здатність до творчого, креативного і абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК06.Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК09. Здатність працювати як індивідуально, так і в команді.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

ФК01 Здатність обґрунтовано обирати та застосовувати фундаментальні знання і моделі, а також технології створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення для розв'язування складних професійних задач і проблем комп'ютерної інженерії.

ФК03. Здатність до дослідження, системного аналізу та забезпечення безперервності бізнес/операційних процесів, концепцій, теорій, принципів і методів нових технологій, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень.

ФК04. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань комп'ютерної інженерії.

ФК05. Здатність досліджувати, розв'язувати складні професійні завдання і проблеми на основі розуміння технічних аспектів забезпечення контролю якості продукції.

ФК06. Здатність досліджувати, розробляти та впроваджувати засоби і системи автоматизації проектування до розробки компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

ФК07. Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

ФК10. Здатність проводити та організовувати, планувати науково-дослідницьку діяльність в сфері комп'ютерної інженерії, відповідно вітчизняним та світовим стандартам і вимогам.

ФК11. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування складних спеціалізованих задач і проблем, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

ФК13. Здатність перетворювати формальні моделі в напрямку отримання практично необхідної комп'ютерної моделі та ставити задачі збереження і обробки даних.

ФК14. Здатність здійснювати наукові та/або прикладні дослідження у галузі комп'ютерної інженерії із застосуванням сучасних експериментальних і теоретичних методів моделювання процесів, критично оцінювати результати досліджень та інновацій, презентувати результати досліджень та формувати науково-технічну звітність.

1.3. Кількість кредитів 3

1.4. Загальна кількість годин 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Вибіркова	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
1-й	
Семестр	
2-й	1-й, 2-й
Лекції	
16 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	год.
Самостійна робота	
58 год.	90 год.
Індивідуальні завдання	
- год.	

1.6. Заплановані результати навчання

знати:

- наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж;
- основні положення та визначення математичного моделювання, критерії оцінки моделей та їх класифікацію;
- методи лінійної, нелінійної, умовної, динамічної оптимізації;
- методи прогнозування динаміки розвитку процесів різної природи;
- методи ідентифікації параметрів математичних моделей систем та процесів в реальному масштабі часу в умовах зміни їх динаміки і дії випадкових збурень;
- вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті.

мати здатність:

- з до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення;
- створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж;

- проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп’ютерні системи та мережі різного виду та призначення;
- використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп’ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності;
- ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп’ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання;
- аргументувати вибір методів розв’язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

вміти:

- здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв’язання задач комп’ютерної інженерії;
- поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціальності з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів;
- оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення;
- аналізувати предметну область і давати формальний опис реальних систем;
- розробляти математичні моделі об’єктів і процесів, використовуючи процедури формального уявлення про систему та результати дослідження реальних природничих або технічних систем;
- будувати математичні моделі динамічних систем по польовим спостереженням на основі законів збереження та в умовах неповних даних;
- будувати математичні моделі складних динамічних керованих взаємодіючих систем і процесів;
- аналітично досліджувати математичні моделі об’єктів і процесів на предмет існування та єдності її розв'язку;
- ідентифікувати параметри математичної моделі, аналізувати адекватність моделі реальному об’єкту чи процесу;
- виконувати структурну декомпозицію системи за допомогою математичних залежностей, евристичного підходу, операційних досліджень.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі *програмні результати навчання* (ПРН).

ПРН01. Знати і розуміти сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, збирання даних та моделювання в комп’ютерних системах.

ПРН02. Знати і розуміти наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування програмних і програмно-технічних комп’ютерних засобів, систем та мереж, Інтернету речей, систем для оброблення великих даних.

ПРН03. Знати та розуміти вплив науково-технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті.

ПРН04. Знати і розуміти принципи системного аналізу та забезпечення безперервності бізнес/операційних процесів, концепцій, теорій, принципів і методів нових технологій, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень.

ПРН06. Мати фундаментальні знання і розуміння моделей, а також технологій створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення розв’язування професійних задач і проблем комп’ютерної інженерії.

ПРН07. Знати засоби автоматизації проектування до розробки компонентів комп’ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

ПРН08. Знати методи організації, планування науково-дослідницької діяльності в сфері комп'ютерної інженерії, відповідно вітчизняним та світовим стандартам і вимогам.

ПРН09. Вміти застосовувати знання для аналізу інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, ідентифікації, формулювання і розв'язування науково-технічних задач комп'ютерної інженерії, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

ПРН11. Мати навички автономного і самостійного навчання у сфері комп'ютерної інженерії і дотичних галузей знань, аналізувати власні освітні потреби та об'єктивно оцінювати результати навчання.

ПРН15. Мати навички планування та виконання експериментальних і теоретичних досліджень та випробувань, вибору для цього придатних методи та інструменти, здійснювання статистичної обробки даних, оцінки адекватності отриманих результатів.

ПРН16. Вміти досліджувати, розробляти та впроваджувати засоби і системи автоматизації проектування до розробки компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

ПРН17. Застосовувати, інтегрувати, розробляти, впроваджувати та удосконалювати сучасні інформаційні технології, науково-технічні методи і моделі, фізичні та математичні фундаментальні знання в галузі комп'ютерної інженерії.

ПРН20. Вільно користуватися державною та іноземною мовами, усно і письмово для представлення і обговорення результатів досліджень та інновацій, забезпечення бізнес/операційних процесів та питань професійної діяльності в галузі комп'ютерної інженерії.

ПРН22. Використовувати інформаційні технології для ефективного спілкування на професійному та соціальному рівнях.

ПРН23. Здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення.

ПРН24. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Математичні методи моделювання.

Тема 1. Основні поняття теорії математичного моделювання та оптимізації. Сутність математичного моделювання. Систематичний підхід до моделювання.

Тема 2. Класифікація математичних моделей. Моделі статики і динаміки, моделі процесів перетворень і систем.

Тема 3. Методи статистичного та імітаційного моделювання. Методи моделювання динамічних систем.

Розділ 2. Математичні методи оптимізації процесів.

Тема 1. Постановка задачі оптимізації процесів. Критерії оптимізації. Основні етапи формулювання задач оптимізації. Класифікація методів оптимізації.

Тема 2. Методи нелінійної оптимізації. Градієнтні методи оптимізації. Методи умовної оптимізації. Використання методів оптимізації для розв'язання технічних задач.

Тема 3. Динамічна оптимізація. Постановка задачі динамічного програмування. Формулювання принципу оптимальності. Принцип оптимальності Белмана.

Тема 4. Моделювання при оптимізації процесів у техніці. Застосування моделей для аналізу й оптимізації систем. Модель, як складова частина оптимізації.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
Розділ 1. Математичні методи моделювання.						
Тема 1. Вступ до теорії математичного моделювання та оптимізації	13	2	2			9
Тема 2. Класифікація математичних моделей	13	2	2			9
Тема 3. Методи моделювання динамічних процесів	14	2	2			10
Разом за розділом 1	**40**	**6**	**6**			28
Розділ 2. Математичні методи оптимізації процесів.						
Тема 1. Задача оптимізації процесів і систем	11	2	2			7
Тема 2. Методи нелінійної оптимізації	17	4	4			9
Тема 3. Методи динамічної оптимізації	11	2	2			7
Тема 4. Оптимізація процесів в техніці	11	2	2			7
Разом за розділом 2	**50**	**10**	**10**			30
Усього годин	**90**	**16**	**16**			**58**

4. Теми практичних занять

№ з/п	**Назва теми**	**Кількість годин**
Розділ 1. Математичні методи моделювання.		
1	Моделі статики і динаміки, моделі процесів перетворень і систем	2
2	Застосування математичного апарату для моделювання технічних систем та процесів	2
3	Ідентифікація об’єктів моделювання. Ідентифікаційний експеримент. Методи ідентифікації.	4
Розділ 2. Математичні методи оптимізації процесів.		
1	Моделювання при оптимізації робочих процесів в техніці	2
2	Оптимізація в умовах лінійних обмежень	2
3	Розробка моделей для оптимального прогнозування	2
4	Моделювання в задачах прийняття оптимальних рішень	2
	Разом	16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Елементарні математичні моделі. Фундаментальні закони природи. Ієрархічний підхід до побудови моделей. Приклади моделей, отриманих на основі фундаментальних законів природи.	5
2	Універсальність математичних моделей.	4
3	Моделі найпростіших нелінійних об’єктів. Приклади аналогії між механічними, термодинамічними і економічними об’єктами.	9
4	Динамічні моделі технічних систем.	6
5	Дослідження стійкості і керованості динамічних систем	4
6	Основні етапи розвитку теорії оптимізації .Ізопериметрична задача. Задачі Кеплера. Варіаційне числення.	7

7	Методи моделювання і оптимізації. Визначення показників якості за допомогою еталонної моделі та критеріїв оптимізації.	9
8	Математичне формулювання принципу максимуму. Основне співвідношення принципу максимуму. Основна теорема принципу максимуму. Приклади використовування співвідношень принципу максимуму.	7
9	Приклади технічних задач оптимізації. Оптимальне по швидкості керування рівнем, оптимальний розподіл навантаженням відстійників, задача оптимального синтезу систем управління.	7
	Разом	58

6. Індивідуальні завдання
(не має)

7. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- поточного контролю під час проведення лекцій та практичних занять;
- проведення контрольних робіт за розділами курсу;
- проведення письмового підсумкового контролю знань (залік).

При дистанційному навчанні лекції проводяться із використанням сервісу відео-конференцій Google Meet, видача практичних завдань та контроль їх виконання здійснюється за допомогою сервісу дистанційного навчання Google Classroom. Підсумковий контроль у вигляді заліку проводиться шляхом виконання практичного завдання та он-лайн опитування (сервіси відео-конференцій Google Meet, Google Classroom).

Студенти, які не виконали всі види робіт, що включені до навчального плану, до заліку або екзамену не допускаються.

8. Схема нарахування балів

Підсумковий контроль в формі заліку

Поточне оцінювання та самостійна робота						Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Разом	Залік	Сума
Розділ 1			Розділ 2						
Т1	Т2	Т3	Т1, 2	Т3	Т4	1	60	40	100
4	6	6	6	6	4	20			

Т1, Т2 ... – теми розділів.

За темою Т1 розділу 1 студент отримує 4 бали за виконання практичної роботи 1.
За темою Т2 розділу 1 студент отримує 6 балів за виконання практичної роботи 2.
За темою Т3 розділу 1 студент отримує 6 балів за виконання практичної роботи 3.
За темами Т1, 2 розділу 2 студент отримує 6 балів за виконання практичної роботи 4.
За темою Т3 розділу 2 студент отримує 6 балів за виконання практичної роботи 5.
За темою Т4 розділу 2 студент отримує 4 бали за виконання практичної роботи 6.

Критерії оцінювання знань студентів за практичні роботи

Вимоги	Кількість балів
.▪ Завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача. ▪ Визначає рівень поінформованості, потрібний для прийняття рішень. Вибирає інформаційні джерела,.	9-10

▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності.	
▪ Завдання – повні, з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача. ▪ Планує інформаційний пошук; володіє способами систематизації інформації; ▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності.	7-8
▪ Завдання відзначається неповнотою виконання без допомоги викладача. ▪ Студент може зіставити, узагальнити, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях.	5-6
▪ Завдання відзначається неповнотою виконання за консультацією викладача. ▪ Застосовує запропонований вчителем спосіб отримання інформації, має фрагментарні навички в роботі з підручником, науковими джерелами; ▪ Вибирає відомі способи дій для виконання фахових методичних завдань.	3-4
Завдання відзначається фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом.	1-2

Критерії оцінювання знань студентів за контрольну роботу

Вимоги	Кількість балів
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати закони та закономірності, структурувати судження, умовиводи, доводи, описи.	15-20
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати операції, правила, алгоритми, правила визначення понять.	10-14
Повнота виконання завдання елементарна, студент здатен вибирати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	5-9
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-4

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти предмет.	1-5

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

1. Дубовой В.М. Моделювання та оптимізація системи: підручник / Дубовой В.М., Квєтний Р.Н., Михальов О.І., Усова А.В. – Вінниця: ПП «ТД Едельвейс», 2017. – 804с.
2. Reklaitis G.V. Engineering Optimization. Methods and Applications / G.V. Reklaitis, A. Radindran, K.M. Ragsdell. – John Wiley and Sons, 1983. - 320 с.
3. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Квєтний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софина О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Квєтного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.
4. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.
5. 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.
6. Волощук Ю.Т. Сигнали та процеси у радіотехніці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Том 1–3. – Харків: «Компанія СМІТ». – 2003. – 444с.
7. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. / П. М. Павленко. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2013. − 201 с.
8. Rao R. V. Advanced Modeling and Optimization of Manufacturing Processes / R. Venkata Rao. – Springer, 2013. – 391 p.
9. Mikles J. Process Modelling, Identification and Control / Jan Mikles, Miroslav Fikar. – Springer, 2007.
10. Handbook of Research on Manufacturing Process Modeling and Optimization Strategies / Raja Das, Mohan Pradhan. – 2017. – 530 p. doi: 10.4018/978-1-5225-2440-3.