

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Математичного моделювання та штучного інтелекту (№ 304)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК


(підпис)

Д.М. Крицкий
(ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Сучасна теорія геометричного проектування»

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 11 «Математика та статистика»
(шифр і назва галузі)

Спеціальність: 113 «Прикладна математика»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Обчислювальний інтелект»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Робоча програма «Сучасна теорія геометричного проектування»
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 113 «Прикладна математика»
освітньої програми
«Обчислювальний інтелект»

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Яковлев С. В., професор каф. 304, д.ф.-м.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри
математичного моделювання та штучного інтелекту
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

А.Г. Чухрай
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5,5	Галузь знань 11 «Математика та статистика» (шифр та найменування) Спеціальність 113 «Прикладна математика» (код та найменування) Освітня програма «Обчислювальний інтелект» (найменування) Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Обов’язкова	
Кількість модулів – 2		Навчальний рік	
Кількість змістових модулів – 2		2021/ 2022	
Індивідуальне завдання розрахункова робота (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 165 денна – 64/165 заочна – 0		2-й	
		Лекції	
		32 годин	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5,5		Практичні, семінарські	
		Лабораторні	
	32 годин		
	Самостійна робота		
101 годин			
Вид контролю			
іспит			

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 64/165.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Сучасна теорія геометричного проектування» є формування системи знань щодо застосування методів оптимізації систем геометричного проектування, навчання роботі із сучасними програмними системами оптимізації систем.

Завданнями вивчення дисципліни «Сучасна теорія геометричного проектування» є формування навичок аналізу та синтезу систем геометричного проектування, реалізація фундаментальних принципів побудови оптимальних систем, засвоєння основних методів оптимізації структури та параметрів систем геометричного проектування.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

ЗК1 – здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв’язання.

ЗК2 – здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань).

ЗК3 – навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4 – здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності.

ЗК5 – здатність досліджувати проблеми з використанням системного аналізу, синтезу, комп’ютерного моделювання та методів оптимізації.

ЗК6 – здатність генерувати нові ідеї (креативність), виявляти, ставити та вирішувати проблеми, знаходити оптимальні шляхи щодо їх вирішення.

ЗК7 – здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.

ЗК8 – здатність вести професійну, у тому числі науково-дослідну діяльність, у міжнародному середовищі.

ЗК9 – здатність керувати проектами, організовувати командну роботу, проявляти ініціативу з удосконалення діяльності.

ЗК10 – здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК11 – знання іншої мови(мов).

ФК2 – здатність продемонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки освітніх програм з прикладної математики.

ФК7 – здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми

ФК16 – здатність до розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної інформації та суперечливих вимог

Програмні результати навчання:

ПРН14 – уміння представляти та обговорювати наукові результати іноземною мовою (англійською або іншою, відповідно до специфіки спеціальності) в усній та письмовій формах, приймати участь у наукових дискусіях і конференціях.

ПРН17 – використовувати методи статичної обробки номінальних вибірок;

Міждисциплінарні зв'язки:

Для вивчення дисципліни необхідно володіти знаннями таких дисциплін, як
Для вивчення дисципліни необхідно володіти знаннями таких дисциплін, як
«Методи оптимізації та дослідження операцій», «Математичне та комп'ютерне моделювання», «Системи та методи прийняття рішень» «Обробка зображень і мультімедіа».

3. Програма навчальної дисципліни «Сучасна теорія геометричного проектування»

Модуль 1. Математичне моделювання геометричних об'єктів .

Тема 1. Складний геометричний об'єкт і його аналітичний опис. Предикатні завдання складних геометричних об'єктів

Тема 2. Основна теорема теорії R-функцій. Побудова рівнянь границь геометричних об'єктів. Ділянки границь геометричних об'єктів і їх рівняння. Рівняння області. Рівняння геометричних об'єктів, що складаються з елементів різної розмірності. Побудова симетричних функцій для симетричних геометричних об'єктів.

Тема 3. Нормальні і нормалізовані рівняння геометричних об'єктів. Рішення оберненої задачі аналітичної геометрії в 3D. Автоматизація побудови рівнянь геометричних об'єктів в методі R-функцій

Тема 4. Поняття геометричної інформації. Моделі деяких класів точкових множин. ϕ – об'єкти та їх властивості. Форма, метричні параметри, параметри розміщення. Поняття канонічної інформації. Простір канонічних інформацій. Простір геометричних інформацій.

Тема 5. Конфігураційний простір геометричних об'єктів. Узагальнені змінні. Просторові конфігурації геометричних об'єктів. Конфігурації розміщення, упаковки, компоновки, покриття та розбиття. Основна задача геометричного проектування. Загальна характеристика і формальна постановка E-задач.

Модуль 2. Методи розв'язання задач геометричного програмування

Тема 6. Методи формалізації взаємовідношень геометричних об'єктів. Φ -функції і їх властивості. Формалізація за допомогою Φ -функцій відносин неперетинання, розміщення в області та покриття.

Тема 7. Методи формалізації взаємовідношень геометричних об'єктів. ω - функції і їх властивості. Формалізація за допомогою ω -функцій відносин неперетинання, розміщення в області та покриття.

Тема 8. Структури нерівностей і їх властивості. Використання структур лінійних нерівностей при формалізації обмежень в задачах розміщення та покриття.

Тема 9. Методи дискретної оптимізації в геометричному проектуванні. Метод послідовного аналізу варіантів.

Тема 10. Комбінаторні моделі задач геометричного проектування. Відображення комбінаторних множин в Евклідов простір. Евклідові комбінаторні конфігурації.

Тема 11. Ймовірнісні методи геометричного проектування. Рандомізація задачі. Загальна схема методів послідовної статистичної оптимізації.

Тема 12. Прикладні задачі геометричного проектування. Розміщення багатокутників в напівскінченій смузі заданої ширини. Задача розміщення в смузі з урахуванням орієнтації. Розміщення об'єктів з урахуванням довжини мережі, що їх зв'язує. Розміщення об'єктів з урахуванням врівноваження. Задача компоновки вузлів радіоелектронної апаратури.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	У тому числі				Усього	У тому числі			
		л	лаб	п.	с. р.		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Математичне моделювання геометричних об'єктів.										
Тема 1.	10	2	2		6	-	-	-	-	-
Тема 2.	10	2	2		6	-	-	-	-	-
Тема 3.	14	4	4		6	-	-	-	-	-
Тема 4.	14	4	4		6	-	-	-	-	-
Тема 5.	14	4	4		6					
Разом за ЗМ 1	62	16	16		30	-	-	-	-	-
Модуль 2										
Змістовий модуль 2. Методи розв'язання задач геометричного програмування										
Тема 6.	10	2	2		6					
Тема 7	10	2	2		6					
Тема 8	10	2	2		6					
Тема 9	10	2	2		6					
Тема 10	11	2	2		7					
Тема 11	11	2	2		7					
Тема 12	15	4	4		7					
Разом за ЗМ 2	77	16	16		45	-	-	-	-	-
Розрахункова робота	26				26					
Усього годин	165	32	32		101	-	-	-	-	-

5. Теми семінарських занять

Не передбачено

6. Теми практичних занять

Не передбачено

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Предикатні завдання складних геометричних об'єктів	2
2.	Побудова рівнянь границь геометричних об'єктів. Рівняння геометричних об'єктів, що складаються з елементів різної розмірності.	2
3.	Нормальні і нормалізовані рівняння геометричних об'єктів. Рішення оберненої задачі аналітичної геометрії в 3D.	2
4.	Моделі точкових множин. Форма, метричні параметри, параметри розміщення. Канонічна інформація.	2
5.	Просторові конфігурації геометричних об'єктів.	2
6.	Конфігурації розміщення, упаковки, компоновки, покриття та розбиття.	2
7.	Основна задача геометричного проектування. Моделі та постановки основних E-задач.	2
8.	Методи формалізації взаємовідношень геометричних об'єктів.	
9.	Формалізація за допомогою Φ -функцій відносин неперетинання, розміщення в області та покриття.	2
10.	Формалізація за допомогою ω -функцій відносин неперетинання, розміщення в області та покриття.	2
11.	Структури нерівностей і їх властивості.	2
12.	Використання структур лінійних нерівностей при формалізації обмежень в задачах розміщення та покриття.	2
13.	Відображення комбінаторних множин в Евклідов простір. Евклідові комбінаторні конфігурації.	2
14.	Методи послідовної статистичної оптимізації.	2
15.	Задача розміщення багатокутників в напівскінченій смузі заданої ширини. Задача розміщення в смузі з урахуванням орієнтації.	2
16.	Задача розміщення об'єктів з урахуванням довжини мережі, що їх зв'язує. Розміщення об'єктів з урахуванням врівноваження. Задача компоновки вузлів радіоелектронної апаратури.	2
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Складний геометричний об'єкт і його аналітичний опис.	5
2.	Побудова рівнянь границь геометричних об'єктів. Ділянки границь геометричних об'єктів і їх рівняння. Рівняння області. Рівняння геометричних об'єктів, що складаються з елементів різної розмірності.	5
3.	Автоматизація побудови рівнянь геометричних об'єктів в методі R-функцій	5
4.	Геометрична інформація. Параметри форми, метричні параметри, параметри розміщення. Канонічної інформації. Простір канонічних інформацій. Простір геометричних інформацій.	6
5.	Конфігураційний простір геометричних об'єктів. Просторові конфігурації геометричних об'єктів. Конфігурації розміщення, упаковки, компоновки, покриття та розбиття.	6
6.	Моделі та постановки основних E-задач.	6
7.	Методи формалізації взаємовідношень геометричних об'єктів. Формалізація за допомогою Ф-функцій відносин неперетинання, розміщення в області та покриття.	6
8.	Методи формалізації взаємовідношень геометричних об'єктів. ω -функції і їх властивості. Формалізація за допомогою ω -функцій відносин неперетинання, розміщення в області та покриття.	6
9	Використання структур лінійних нерівностей при формалізації обмежень в задачах розміщення та покриття.	6
10.	Методи дискретної оптимізації в геометричному проектуванні.	6
10.	Евклідові комбінаторні конфігурації в задачах геометричного проектування.	6
11.	Ймовірнісні методи геометричного проектування. Методи послідовної статистичної оптимізації.	6
12.	Прикладні задачі геометричного проектування.	6
13	Індивідуальне науково- дослідне завдання – розрахункова робота «Розробка оптимізаційних методів, алгоритмів та програмного забезпечення систем геометричного проектування» за затвердженою на кафедрі тематикою.	26
Разом		101

9. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота

10. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні; синтетичні; продуктивні (проблемні; частково-пошукові), репродуктивні (пояснювально-ілюстративні).

Рішення задач, конспектування лекцій, самостійна робота.

11. Методи контролю

Поточний контроль: фронтальне усне опитування; тестування; практична перевірка умінь і навичок. Модульний контроль: комп'ютерне тестування, практична перевірка умінь і навичок. Форма підсумкового контролю – іспит.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування і самостійна робота											Сума	Підсумковий тест (іспит) у разі відмови від балів поточного тестування та за наявності допуску до заліку/іспиту
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					Індивідуальне завдання		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	12	100

T1 ... T10 – теми змістовних модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
83-89	добре	
75-82		
68-74	задовільно	
60-67		
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Сучасна теорія геометричного проектування» упорядкувач Яковлев С.В., сервер каф. 304, 2018.

14. Рекомендована література

Базова

1. Рвачев В.Л. Теория R – функций и некоторые ее приложения. Киев: Наук. думка, 1982. 552 с.
2. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. Киев: Наук. думка, 2020. 272 с.
3. Стоян Ю.Г., Яськов Г.М, Романова Т.Є., Яковлев С.В Пакування сферичних об'єктів: моделі, методи, застосування Київ: Наук. думка, 2020. 272 с.
4. Киселева Е. М., Коряшкина Л. С. Модели и методы решения непрерывных задач оптимального разбиения множеств: линейные, нелинейные, динамические задачи. К.: Наук. думка, 2013. 604 с.
5. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В., Пичугина О.С. Евклидовы комбинаторные конфигурации. Харьков: Константа, 2017. 404 с.

Допоміжна

1. Wascher G., Hausner H., Schumann H. An improved typology of cutting and packing problems // European Journal of Operational Research, 2007. Vol. 183. P. 1109–1130.
2. Stoyan Yu., Pankratov A., Romanova T. Placement problems for irregular objects: Mathematical modeling, optimization and applications // Optimization Methods and Applications. 2017. P. 521-558.
3. Drira A., Pierreval H., Hajri-Gabouj S. Facility layout problems: a survey // Annual Reviews in Control. 2007. Vol. 31. № 2. P. 255-267.
4. Bortfeldt A., Wascher G. Constraints in container loading: a state-of-the-art review // European Journal of Operational Research. 2013. Vol. 229. №1. P. 1–20.
5. Stoyan Yu.G., Semkin V.V., Chugay A.M. Optimization of 3D objects layout into

- a multiply connected domain with account for shortest distances // Cybernetics and Systems Analysis. 2014. Vol. 150. №3. P. 374–385.
6. Stoyan Yu.G., Patsuk V.M. Covering a convex 3D polytope by a minimal number of congruent spheres // International Journal of Computer Mathematics. 2014. Vol. 91. №9. P. 2010-2020.
 7. Stoyan Y.G., Yakovlev S.V. Configuration space of geometric objects // Cybernetics and Systems Analysis. 2018. Vol. 54. №5. P. 716-726.
 8. Yakovlev S.V. On some classes of spatial configurations of geometric objects and their formalization // Journal of Automation and Information Sciences. 2018. Vol. 50. №9. P. 38-50.
 9. Stoyan Yu., Scheithauer G., Romanova T. Mathematical Modeling of Interaction of Primary Geometric 3D Objects // Cybernetics and system analysis. 2005. Vol. 41. № 3. P. 332-342.
 10. Stoyan Y., Romanova T., Pankratov A., Kovalenko A., Stetsyuk P. Balance layout problems: mathematical modeling and nonlinear optimization // Springer Optimization and its Applications. 2016. Vol. 114. P. 369-400.
 11. Яковлев С.В. О комбинаторной структуре задач оптимального размещения геометрических объектов // Доклады НАН Украины. 2017. №9. С. 63– 68.
 12. Yakovlev S.V. The method of artificial dilation in problems of optimal packing of geometric objects // Cybernetics and Systems Analysis. 2017. Vol. 53. №5. P. 725-731.
 13. Yakovlev S. Convex extensions in combinatorial optimization and their applications // Springer Optimization and its Applications. 2017. Vol. 130. P. 567-584.
 14. Yakovlev S.V., Pichugina O.S. Properties of combinatorial optimization problems over polyhedral-spherical sets // Cybernetics and Systems Analysis. 2018. Vol. 54. №1. P. 111-123.