


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра технічного сервісу

«Затверджую»

**Завідувач кафедри
«Технічний сервіс»**

« 21 » 08 2020 р.


(В.Б.Тарельник)

Теорія оптимізації комплексів та систем машин

**Спеціальність: для аспірантів спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»**


Факультет: *Інженерно-технологічний факультет*

2020 – 2021 навчальний рік


Робоча програма з дисципліни «*Теорія оптимізації комплексів та систем машин*» для аспірантів спеціальності 133 «*Галузеве машинобудування*».

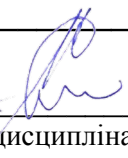
Розробники: Кирик Г.В., д.т.н., доцент Коноплянченко Є.В., к.т.н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри *технічного сервісу*.
Протокол від «15» червня 2020 року № 14


Завідувач кафедри технічного сервісу  (Тарельник В.Б.)

Погоджено:

Гарант освітньої програми  (Є.В. Коноплянченко)

Декан факультету  (М.Я. Довжик)
на якому викладається дисципліна

Декан факультету  (М.Я. Довжик)
до якого належить кафедра

Методист відділу якості освіти, ліцензування та акредитації 

Зареєстровано в електронній базі: дата: 21.08.2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»	Вибіркова
Модулів – 2	Напрямок підготовки: Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»	Рік підготовки: 2020-2021
Змістових модулів: 2		Курс 2
Індивідуальне науково-дослідне завдання:		Семестр
Загальна кількість годин - 120		4-й
		Лекції
		44 год.
		Практичні
	44 год.	
	Лабораторні	
	-	
	Самостійна робота	
	32 год.	
	Індивідуальні завдання:	
	-	
	Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6,77 самостійної роботи студента – 2,46	Вид контролю: залік

Примітка.

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

для денної форми навчання - 73/27 (88/32)

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни є вивчення основ теорії оптимального проектування та здобуття навичок формулювання оптимізаційних задач при раціональному синтезі технічних об'єктів, технологічних комплексів та систем машин в сучасному виробництві.

Завданням дисципліни є ознайомлення аспірантів з методами постановки і формулювання оптимізаційних задач, використання їх в інженерній діяльності для вдосконалення та оптимізації технологічних комплексів та технічних систем, за для здобуття навичок створення інноваційних об'єктів та управління ними протягом їх життєвого циклу.

Компетентності:

СК2. Фундаментальне наукове пізнання класичного та сучасного інструментарію дослідження явищ та процесів у галузевому машинобудуванні.

СК3. Здатність інтегрувати знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід та враховувати природничі і високотехнологічні процеси при розв'язанні інженерних задач та проведенні досліджень.

СК5. Здатність аналізувати, систематизувати та узагальнювати результати наукових досліджень, порівнювати їх з результатами інших вітчизняних і зарубіжних науковців зі спеціальності «Галузеве машинобудування», робити обґрунтовані та достовірні висновки, створювати бази даних і використовувати інтернет-ресурси.

СК7. Здатність виявляти та розуміти причинно-наслідкові зв'язки між досліджуваними процесами та вихідними характеристиками об'єкту дослідження, ідентифікувати та оцінювати фактори впливу

СК 14. Здатність висвітлювати результати наукових досліджень з галузевого машинобудування у вітчизняних та зарубіжних наукових виданнях.

Результати навчання:

ПРН 2. Володіти методологічним інструментарієм проведення наукових досліджень у галузі «Механічна інженерія» зі спеціальності «Галузеве машинобудування», керуючись принципами академічної доброчесності та наукової етики.

ПРН 3. Генерувати власні ідеї, приймати обґрунтовані рішення, розуміти та визначати мету власного наукового дослідження.

ПРН 4. Володіти методами статистичного оброблення отриманих результатів наукових досліджень з використанням сучасних інформаційних технологій.

ПРН 7. Кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях, опублікованих як у фахових вітчизняних виданнях, так і у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз.

ПРН 8. Уміти проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових наукових положень та ідей щодо галузевого машинобудування.

ПРН 9. Бути здатним приймати обґрунтовані рішення, саморозвиватися і самовдосконалюватися, нести відповідальність за достовірність і новизну власних наукових досліджень та прийняття рішень, вміти мотивувати співробітників рухатися до спільної мети.

ПРН 10. Формулювати наукову проблему з огляду на ціннісні орієнтири сучасного суспільства та стан її наукової розробки, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, які мають розширювати і поглиблювати стан наукових досліджень за спеціальністю «Галузеве машинобудування».

ПРН 11. Аналізувати сучасні наукові праці, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання з галузевого машинобудування.

ПРН 12. Проводити професійну інтерпретацію отриманих результатів досліджень, в тому числі з використанням сучасного програмного забезпечення.

ПРН 17. Ініціювати, організовувати та проводити комплексні дослідження з галузевого машинобудування, які приводять до отримання нових знань.

ПРН 18. Планувати створення інноваційних об'єктів та управляти ними протягом їх життєвого циклу.

ПРН 19. Розуміти шляхи впровадження результатів наукових досліджень з галузевого машинобудування у виробництво, навчальний процес та науку.

ПРН 21. Презентувати результати досліджень у вигляді дисертаційної роботи, захищати результати проведених досліджень

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Структурна та параметрична оптимізація об'єктів галузі.

Тема 1. Структурно-математичне описання технологічних систем як основа їх оптимізації.

Основні задачі курсу, його взаємозв'язок з дисциплінами загальнонаукової та спеціальної підготовки. Застосування математичного та фізичного моделювання технологічних систем з метою їх структурної оптимізації.

Тема 2. Методологічні основи параметричної оптимізації.

Загальні поняття параметричної оптимізації технологічних процесів: необхідні умови використання методів оптимізації, вибір критерію оптимізації та вимоги щодо критерію оптимізації технологічних процесів. Види оптимізаційних задач.

Тема 3. Методи оптимізації техніко-технологічних об'єктів галузі.

Задачі з одним екстремумом і багатоекстремальні задачі. Одно- і багатокритеріальні задачі оптимізації. Алгоритм пошуку інтервалу невизначеності на якому знаходиться екстремум функції. Методи пошуку екстремуму функції відгуку однієї змінної. Оптимізація задач з функціями однієї змінної. Оптимізація задач з функціями кількох змінних. Динамічне програмування і принцип максимуму. Застосування методу Гауса-Зейделя та крутого сходження для пошуку оптимуму (екстремуму) технологічного процесу багатьох змінних. Розв'язання оптимізаційних задач за допомогою методів

лінійного програмування. Використання симплекс методу для вирішення задач оптимізації виробничих процесів.

Змістовний модуль 2. Оптимізаційні розрахунки типових технологічних процесів галузі.

Тема 4. Моделювання технологічних процесів галузі.

Характеристика основних процесів сучасної промисловості. Основи моделювання технологічних процесів. Класифікація методів моделювання. Види моделей.

Тема 5. Системний аналіз технологічних процесів.

Системний аналіз як науковий метод дослідження складних технологічних систем. Структуризація систем. Призначення та порядок побудови функціональної схеми. Структурні схеми технологічних процесів. Призначення та порядок побудови операторної схеми. Призначення та порядок побудови графа цілей і задач. Виділення основних (центральної підсистем). Призначення та порядок побудови параметричних схем технологічних процесів. Порівняльна характеристика параметричних та інших структурних схем. Вибір цільової функції процесу. Загальна методика отримання кількісних оцінок при аналізі та синтезі технологічних процесів.

Тема 6. Вимоги та порядок вибору вихідних даних для оптимізації технологічних процесів.

Підготовка до проведення досліджень. Види експериментів. Порядок вибору параметру оптимізації. Методи вибору факторів, що визначають функціонування об'єкту. Порядок вибору математичної моделі.

Тема 7. Кваліметрична оцінка якості продукції.

Науковий підхід до оцінки якості продуктів, характеристика основних показників в кваліметрії. Основні принципи кваліметрії. Порядок побудови дерева властивостей. Модель комплексного показника якості продукту.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. Структурна та параметрична оптимізація об'єктів галузі												
Змістовий модуль 1. Структурна та параметрична оптимізація об'єктів галузі												
Тема 1. Структурно-математичне описання технологічних систем як основа їх оптимізації.	16	6	6			4						
Тема 2. Методологічні основи параметричної оптимізації.	16	6	6			4						

Тема 3. Методи оптимізації техніко-технологічних об'єктів галузі.	18	8	6			4					
Разом за змістовим модулем 1	50	20	18			12					
Модуль 2. Оптимізаційні розрахунки типових технологічних процесів галузі											
Змістовий модуль 2. Оптимізаційні розрахунки типових технологічних процесів галузі											
Тема 4. Моделювання технологічних процесів галузі.	19	6	8			5					
Тема 5. Системний аналіз технологічних процесів.	17	6	6			5					
Тема 6. Вимоги та порядок вибору вихідних даних для оптимізації технологічних процесів.	17	6	6			5					
Тема 7. Кваліметрична оцінка якості продукції.	17	6	6			5					
Разом за змістовим модулем 2	70	24	26			20					
Усього годин	120	44	44	-	-	32					

5. Теми та план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Структурно-математичне описання технологічних систем як основа їх оптимізації. 1. Основні задачі курсу. 2. Взаємозв'язок з дисциплінами загальнонаукової та спеціальної підготовки.	6
2	Тема 2. Методологічні основи параметричної оптимізації. 1. Загальні поняття параметричної оптимізації технологічних процесів. 2. Необхідні умови використання методів оптимізації. 3. Вибір критерію оптимізації та вимоги щодо критерію оптимізації технологічних процесів.	6
3	Тема 3. Методи оптимізації техніко-технологічних об'єктів галузі. 1. Задачі з одним екстремумом і багатоекстремальні задачі. Одно- і	8

	багатокритеріальні задачі оптимізації. 2. Алгоритм пошуку інтервалу невизначеності на якому знаходиться екстремум функції. Методи пошуку екстремуму функції відгуку однієї змінної. 3. Оптимізація задач з функціями однієї змінної. 4. Оптимізація задач з функціями кількох змінних. 5. Динамічне програмування і принцип максимуму. 6. Застосування методу Гауса-Зейделя та крутого сходження для пошуку оптимуму (екстремуму) технологічного процесу багатьох змінних.	
4	Тема 4. Моделювання технологічних процесів галузі. 1. Характеристика основних процесів машинобудівної промисловості. 2. Основи моделювання технологічних процесів.	6
5	Тема 5. Системний аналіз технологічних процесів. 1. Системний аналіз як науковий метод дослідження складних технологічних систем. Структуризація систем. 2. Призначення та порядок побудови функціональної схеми. Структурні схеми технологічних процесів. Призначення та порядок побудови операторної схеми. 3. Призначення та порядок побудови графа цілей і задач. Виділення основних (центральної підсистем).	6
6	Тема 6. Вимоги та порядок вибору вихідних даних для оптимізації технологічних процесів. 1. Підготовка до проведення досліджень. 2. Види експериментів. 3. Порядок вибору параметру оптимізації.	6
7	Тема 7. Кваліметрична оцінка якості продукції. 1. Науковий підхід до оцінки якості продуктів, характеристика основних показників в кваліметрії. 2. Основні принципи кваліметрії.	6
	Разом	44

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи роботи з MathCAD	8
2	Розв'язання екстремальних задач	8
3	Оптимізація однопараметричної задачі нелінійного програмування на прикладі технічного об'єкту	6
4	Оптимізація технологічного режиму з використанням багатокритеріальної цільової функції	8
5	Застосування методів лінійного програмування в оптимізаційних задачах	8
6	Розв'язання транспортної задачі	6
	Разом	44

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Структурно-математичне описання технологічних систем як основа їх оптимізації. Застосування математичного та фізичного моделювання технологічних систем з метою їх структурної оптимізації.	4
2	Тема 2. Методологічні основи параметричної оптимізації. Види оптимізаційних задач.	4
3	Тема 3. Методи оптимізації техніко-технологічних об'єктів галузі. Розв'язання оптимізаційних задач за допомогою методів лінійного програмування. Використання симплекс методу для вирішення задач оптимізації виробничих процесів.	4
4	Тема 4. Моделювання технологічних процесів галузі. Класифікація методів моделювання. Види моделей.	5
5	Тема 5. Системний аналіз технологічних процесів. Призначення та порядок побудови параметричних схем технологічних процесів. Порівняльна характеристика параметричних та інших структурних схем. Вибір цільової функції процесу. Загальна методика отримання кількісних оцінок при аналізі та синтезі технологічних процесів.	5
6	Тема 6. Вимоги та порядок вибору вихідних даних для оптимізації технологічних процесів. Методи вибору факторів, що визначають функціонування об'єкту. Порядок вибору математичної моделі.	5
7	Тема 7. Кваліметрична оцінка якості продукції. Порядок побудови дерева властивостей. Модель комплексного показника якості продукту.	5
	Разом	32

8. Методи навчання

1. Методи навчання за джерелом знань:

1.1. **Словесні:** розповідь, пояснення, бесіда (евристична і репродуктивна), лекція, інструктаж.

1.2. **Наочні:** демонстрація, ілюстрація, спостереження.

1.3. **Практичні:** лабораторний метод, практична робота, вправа, виробничо-практичні методи.

2. Методи навчання за характером логіки пізнання.

2.1. **Аналітичний**

2.2. **Методи синтезу**

2.3. **Індуктивний метод**

3. Методи навчання за характером та рівнем самостійної розумової діяльності студентів.

3.1. **Частково-пошуковий (евристичний)**

3.2. **Репродуктивний**

3.3. **Пояснювально-демонстративний**

4. Активні методи навчання - використання технічних засобів навчання, диспути, використання проблемних ситуацій, самооцінка знань, імітаційні методи

навчання (побудовані на імітації майбутньої професійної діяльності), використання навчальних та контролюючих тестів, використання опорних конспектів лекцій.

5. Інтерактивні технології навчання - використання мультимедійних технологій.

9. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС
2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)
3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи здобувача:
 - рівень знань, продемонстрований на практичних, лабораторних та семінарських заняттях;
 - активність під час обговорення питань, що винесені на заняття;
 - результати виконання та захисту лабораторних робіт;
 - експрес-контроль під час аудиторних занять;
 - самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;
 - виконання аналітично-розрахункових завдань;
 - написання рефератів, есе, звітів;
 - результати тестування;
 - письмові завдання при проведенні контрольних робіт;
4. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання здобувачем певного індивідуального завдання : - навчально-дослідна робота

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота							СРС	Разом за модулі та СРС	Тестування	Сума
Змістовий модуль 1 - 30 балів			Змістовий модуль 2 - 40 балів							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	15	85 (70+ 15)	15	100
10	10	10	10	10	10	10				

T1, T2 ... T7 – теми змістових модулів, див. стор. 5.

11. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		

69-74	D	задовільно	
60-68	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12. Рекомендована література

Базова

1. Кононюк А.Е. Основы теории оптимизации. Начала. К.1. Киев: "Освіта України", 2011. - 692 с.
2. Кононюк А.Е. Основы теории оптимизации. Безусловная оптимизация Кн.2.Ч.1. Киев: "Освіта України", 2011. - 544 с.
3. Жалдак М.І. Основи теорії і методів оптимізації: Навчальний посібник/ Жалдак М.І., Триус Ю.В. -Черкаси: Брама-Україна, 2005. - 608 с.
4. Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации: Учеб. для вузов/ Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003. – 440 с.
5. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – 2-е изд., исправл. – М.: Высш. шк., 2005. – 544 с.: ил.
6. Гартман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : Учеб. пособие для вузов / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 416 с.
7. Бурдо О.Г., Калинин Л.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах: Учебник. – Одесса: Друк, 2008. – 348с.
8. Івченко І.Ю. Математичне програмування: навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007 – 232с.
9. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств . – М: Высшая школа, 1991 – 400 с.
- 10.Плис А.И., Сливина Н.А. Mathcad 2000. Лабораторный практикум по высшей математике. - М.: Высш. шк., 2000. - 716 с.: ил.
- 11.Кирьянов Д.В. Самоучитель MathCad 2001. – СПб.: БХВ – Петербург, 2002. – 544с.
- 12.Марков Е.Г. Mathcad: Учебный курс(+CD). – СПб.: Питер, 2009. – 384 с.: ил.

Допоміжна

1. Опимальный параметрический синтез: Электротехнические устройства и системы. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 128 с.

2. Боровиков В.П., Ивченко Г.И. Прогнозирование в системе STATISTICA® в среде Windows. Основы теории и интенсивная практика на компьютере: Учеб. пособие. - М.: Финансы и статистика, 1999. - 384 с.
3. Belegundu, A. D., & Chandrupatla, T. R. (2019). Optimization Concepts and Applications in Engineering (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108347976>
4. Calafiore, G., & El Ghaoui, L. (2014). Optimization Models. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107279667>
5. Baldick, R. (2006). Applied Optimization: Formulation and Algorithms for Engineering Systems. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511610868>
6. Levi, A. F. J., & Haas, S. (Eds.). (2009). Optimal Device Design. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511691881>
7. Levi, A. F. J., & Haas, S. (Eds.). (2009). Optimal Device Design. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511691881>
8. Guenin, B., Könemann, J., & Tunçel, L. (2014). A Gentle Introduction to Optimization. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107282094>
9. Ponstein, J. P. (1980). Approaches to the Theory of Optimization. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511526527>
10. Messac, A. (2015). Optimization in Practice with MATLAB®: For Engineering Students and Professionals. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316271391>
11. Sundaram, R. K. (1996). A First Course in Optimization Theory. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511804526>
12. Lau, L. C., Ravi, R., & Singh, M. (2011). Iterative Methods in Combinatorial Optimization. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511977152>
13. Jurdjevic, V. (2016). Optimal Control and Geometry: Integrable Systems. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316286852>