

ПРОЕКТ

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

Кафедра технічного сервісу

«Затверджую»

**Завідувач кафедри
«Технічний сервіс»**

« ____ » _____ 2021 р.

_____ (В.Б.Тарельник)

Теоретичні основи синтезу раціональних технологічних рішень

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

Факультет: *Інженерно-технологічний факультет*

2021 – 2022 навчальний рік

Робоча програма з дисципліни *«Теоретичні основи синтезу раціональних технологічних рішень»* для аспірантів спеціальності 133 *«Галузеве машинобудування»*.

Розробники: Тарельник В.Б., д.т.н., професор, Кирик Г.В., д.т.н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри *технічного сервісу*.

Протокол від «___» _____ 2021 року № ___

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: _____

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»	Вибіркова
Модулів –	Напрямок підготовки: Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»	Рік підготовки: 2021-2022
Змістових модулів:		Курс 2
Індивідуальне науково-дослідне завдання:		Семестр
Загальна кількість годин - 150		4-й
		Лекції 20 год.
		Практичні 30 год.
		Лабораторні -
	Самостійна робота 100 год.	
	Індивідуальні завдання: -	
	Вид контролю: <i>іспит</i>	
	Освітньо-науковий рівень доктор філософії	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 10		

Примітка.

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

для денної форми навчання - 33/67 (50/100)

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 машинобудівному виробництві.

Завданням дисципліни є ознайомлення аспірантів з методами постановки і формулюванням 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.

Результати навчання з дисципліни (РНД)

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент буде здатен продемонструвати:

знання основних етапи розвитку системних уявлень, суть основних напрямків системних досліджень;

- знання суттєвих рис системного підходу, зміст принципів системного підходу;
- уміння пов'язувати технологічну систему зовнішнім середовищем;
- уміння проведення структурного аналізу технологічних систем;
- володіння принципами системного підходу стосовно конкретних систем;
- уміння здійснювати топологічний аналіз структури системи за її графом;
- володіння навичками дослідження систем з точки зору керування та свободи реалізації своїх функцій;
- уміння застосовувати сучасні автоматизовані технології пошуку раціональних рішень;
- здатність науково обґрунтованого синтезу раціональних технологічних рішень.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Історія розвитку системних уявлень.

Історія розвитку системних уявлень. Предмет системного аналізу. Принципи системного аналізу. Технічна кібернетика, її предмет та методи.

Поняття про функцію мети і проектні обмеження. Пошукове конструювання технічної системи. Підготовка виробництва і виготовлення нових конструкцій. Автоматизація проектування і виготовлення технічних систем. Використання та експлуатація технічних систем.

Тема 2. Вимоги до сучасної інженерної діяльності. Системи та їх класифікація.

Інженерна діяльність. Вимоги до сучасної інженерної діяльності. Поняття системи, середовища. Узагальнена модель системи. Загальна класифікація систем. Властивості систем.

Категорії особливостей технічних систем. Співвідношення між особливостями технічних систем. Необхідні властивості технічних систем. Вимоги по вибору і опису критеріїв технічних систем. Функціональні і технологічні критерії розвитку технічних систем.

Тема 3. Моделювання технологічних процесів галузі.

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

Тема 4. 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 5. 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 6. Методологічні основи структурної оптимізації.

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

Тема 7. Морфологічний аналіз та синтез технічних розв'язків

Морфологічна комбінаторика. Послідовність реалізації методу морфологічного аналізу та синтезу технічних розв'язків. Приклад виконання морфологічного аналізу та синтезу технічних розв'язків. Автоматизований синтез технічних розв'язків

Тема 8. Багаторівневі морфологічні таблиці

Послідовність реалізації методу автоматизованого синтезу варіантів технічних розв'язків. Послідовність розв'язання задач автоматизованого синтезу ефективних технічних розв'язків.

Тема 9. Алгоритм розв'язання винахідницьких задач (АРВЗ)

Переваги АРВЗ перед іншими методами інженерної творчості. Основні поняття АРВЗ. Послідовність розв'язання творчих задач за допомогою АРВЗ

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
Тема 1. Історія розвитку системних уявлень.	12	2					10					
Тема 2. Вимоги до сучасної інженерної діяльності. Системи та їх класифікація.	17	2					15					
Тема 3. Моделювання технологічних процесів галузі.	16	2	4				10					
Тема 4. Системний аналіз технологічних процесів.	19	2	2				15					
Тема 5. Вимоги та порядок вибору вихідних даних для оптимізації технологічних процесів.	12	2					10					
Тема 6. Методологічні основи структурної оптимізації.	22	2	10				10					
Тема 7. Морфологічний аналіз та синтез технічних розв'язків	16	2	4				10					
Тема 8. Багаторівневі морфологічні таблиці	16	2	4				10					
Тема 9. Алгоритм розв'язання винахідницьких задач (АРВЗ)	20	4	6				10					
Усього годин	150	20	30	-	-		100					

5. Теми та план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Історія розвитку системних уявлень. Історія розвитку системних уявлень. Предмет системного аналізу. Принципи системного аналізу. Технічна кібернетика, її предмет та методи.	2
2	Тема 2. Вимоги до сучасної інженерної діяльності. Системи та їх класифікація. Інженерна діяльність. Вимоги до сучасної інженерної діяльності. Поняття системи, середовища. Узагальнена модель системи. Загальна класифікація систем. Властивості систем.	2
3	Тема 3. Моделювання технологічних процесів галузі. Характеристика основних процесів сучасної промисловості. Основи моделювання технологічних процесів.	2
4	Тема 4. 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).	2
5	Тема 5. Вимоги та порядок вибору вихідних даних для оптимізації технологічних процесів. Підготовка до проведення досліджень. Види експериментів. Порядок вибору параметру оптимізації.	2
6	Тема 6. Методологічні основи структурної оптимізації. Загальні поняття структурної оптимізації технологічних процесів: необхідні умови використання методів оптимізації, вибір критерію оптимізації та вимоги щодо критерію оптимізації технологічних процесів.	2
7	Тема 7. Морфологічний аналіз та синтез технічних розв'язків Морфологічна комбінаторика. Послідовність реалізації методу морфологічного аналізу та синтезу технічних розв'язків.	2
8	Тема 8. Багаторівневі морфологічні таблиці Послідовність реалізації методу автоматизованого синтезу варіантів технічних розв'язків.	2
9	Тема 9. Алгоритм розв'язання винахідницьких задач (АРВЗ) Переваги АРВЗ перед іншими методами інженерної творчості. Основні поняття АРВЗ.	4
	Разом	20

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова моделей технічних систем	4
2	Методика системного аналізу технологічних процесів	2
3	Застосування MathCAD для структурної оптимізації технологічних рішень	10
4	Застосування системного підходу при топологічному аналізі складних систем	4
5	Дослідження особливостей побудови моделей складних систем	10
	Разом	30

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Історія розвитку системних уявлень. Поняття про функцію мети і проектні обмеження. Пошукове конструювання технічної системи. Підготовка виробництва і виготовлення нових конструкцій. Автоматизація проектування і виготовлення технічних систем. Використання та експлуатація технічних систем.	10
2	Тема 2. Вимоги до сучасної інженерної діяльності. Системи та їх класифікація. Категорії особливостей технічних систем. Співвідношення між особливостями технічних систем. Необхідні властивості технічних систем. Вимоги по вибору і опису критеріїв технічних систем. Функціональні і технологічні критерії розвитку технічних систем.	15
3	Тема 3. Моделювання технологічних процесів галузі. Класифікація методів моделювання. Види моделей.	10
4	Тема 4. 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.	15
5	Тема 5. Вимоги та порядок вибору вихідних даних для оптимізації технологічних процесів. Методи вибору факторів, що визначають функціонування об'єкту. Порядок вибору математичної	10

	моделі.	
6	Тема 6. Методологічні основи структурної оптимізації. Види оптимізаційних задач.	10
7	Тема 7. Морфологічний аналіз та синтез технічних розв'язків Приклад виконання морфологічного аналізу та синтезу технічних розв'язків. Автоматизований синтез технічних розв'язків.	10
8	Тема 8. Багаторівневі морфологічні таблиці Послідовність розв'язання задач автоматизованого синтезу ефективних технічних розв'язків.	10
9	Тема 9. Алгоритм розв'язання винахідницьких задач (АРВЗ) Послідовність розв'язання творчих задач за допомогою АРВЗ	10
	Разом	100

8. Методи викладання та навчання, що використовуються у дисципліні

Лекції-дискусії, демонстрація, лабораторна робота, виробничо-практичні дослідження, імітаційні методи навчання (побудовані на імітації майбутньої професійної діяльності).

9. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС
2. Полікритеріальна оцінка поточної роботи зобувача:
 - 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;
3. 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	Атестація	Сума
Змістовий модуль 1 - 40 балів												
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	30	70	30	100
4	4	4	4	4	6	4	4	6		(40+30)		

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

- Теорія технічних систем / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: ЦП „КОМПРИНТ”, 2017. – 291 с.
- Kothari C.R. Research Methodology: Methods and Techniques (3 edition) , New Delhi, New Age International (P) Ltd., 2012. – 416p.
- Nicholas Walliman Research Methods: The Basics, London, Routledge, 2011 - 190p.
- Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки: Навч. посібник / За ред. Ю.Г.Леги. -К.: Либідь, 2004. -288с.
- Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації: Навч. посібник .-Львів: „Новий світ-2000”, 2003.-424с.

9. Кононюк А.Е. Основы теории оптимизации. Начала. К.1. Киев: "Освіта України", 2011. - 692 с.
10. Кононюк А.Е. Основы теории оптимизации. Безусловная оптимизация Кн.2.Ч.1. Киев: "Освіта України", 2011. - 544 с.
11. Жалдак М.І. Основы теорії і методів оптимізації: Навчальний посібник/ Жалдак М.І., Триус Ю.В. -Черкаси: Брама-Україна, 2005. - 608 с.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Бурдо О.Г., Калинин Л.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах: Учебник. – Одесса: Друк, 2008. – 348с.
16. Івченко І.Ю. Математичне програмування: навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007 – 232с.

Допоміжна

1. Опимальный параметрический синтез: Электротехнические устройства и системы. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 128 с.
2. Боровиков В.П., Івченко 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>

ДОДАТОК

до робочої програми вибіркової навчальної дисципліни
 «Теоретичні основи синтезу раціональних технологічних рішень»
 Таблиця – Узгодження результатів навчання з дисципліни (ДРН) з програмними
 результатами навчання (ПРН) ОНП Галузеве машинобудування,
 спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Результати навчання з дисципліни	Програмні результати навчання												
	ПРН2	ПРН3	ПРН4	ПРН7	ПРН8	ПРН9	ПРН10	ПРН11	ПРН12	ПРН17	ПРН18	ПРН19	ПРН21
ДРН 1. Знання суттєвих рис системного підходу, зміст принципів системного підходу	X												
ДРН 2. Уміння пов'язувати технологічну систему зовнішнім середовищем							X						
ДРН 3. Уміння проведення структурного аналізу технологічних систем					X			X			X		
ДРН 4. Володіння принципами системного підходу стосовно конкретних систем	X						X						
ДРН 5. Уміння здійснювати топологічний аналіз структури системи за її графом					X					X			
ДРН 6. Володіння навичками дослідження систем з точки зору					X			X				X	

керування та свободи реалізації своїх функцій													
ДРН 7. Уміння застосовувати сучасні автоматизовані технології пошуку раціональних рішень			X						X		X		
ДРН 8. Здатність науково обгрунтованого синтезу раціональних технологічних рішень		X		X		X				X			X