

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Заступник директора  
з наукової роботи



2018 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Оптимізація та ідентифікація параметрів і характеристик енергоустановок  
при їх проектуванні та доводці**  
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

спеціалізація Турбомашини та турбоустановки

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою інституту

“18” жовтня 2018 року, протокол № 10

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Аннопольська І.Є., к.т.н, с.н.с

Програму схвалено на засіданні відділу  
Оптимізація процесів та конструкцій турбомашин

Протокол від 10 вересня 2018 року № 2


Завідувач відділу Оптимізація процесів та конструкцій турбомашин

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Шубенко О. Л.  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-технічною проблемною радою  
Енергомашинобудування. Теплова та відновлювальна енергетика. Екологія

Протокол від 13 вересня 2018 року № 13

Голова НТПР \_\_\_\_\_  
  
(підпис)

Русанов А.В.  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Оптимізація та ідентифікація параметрів і характеристик енергоустановок при їх проектуванні та доводці» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти доктора філософії (назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

спеціалізація Турбомашини та турбоустановки

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Оптимізація та ідентифікація параметрів і характеристик енергоустановок при їх проектуванні та доведенні» є дослідження сучасних технологій проектування та доведення енергоустановок різноманітного призначення з використанням систем багаторівневої та багатокритеріальної оптимізації.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Оптимізація та ідентифікація параметрів і характеристик енергоустановок при їх проектуванні та доводці» є реалізація підходів до проектування та доведення енергетичних установок з системним і погодженим використанням теоретичних основ, методів математичного моделювання, експериментальних засобів дослідження і методів ідентифікації математичних моделей фізичних процесів, що відбуваються в досліджуваних об'єктах, у поєднанні з високоефективними методами оптимізації.

#### 1.3. Кількість кредитів 3

#### 1.4. Загальна кількість годин 90

#### 1.5. Характеристика навчальної дисципліни

Вибіркова	
Вид підсумкового контролю - залік	
Рік підготовки	1-й
Семестр	1-й
Лекції	30 год.
Практичні, семінарські заняття	__ год.
Лабораторні заняття	__ год.
Самостійна робота	60 год.
Індивідуальні завдання	__ год.

#### 1.6. Заплановані результати навчання

##### *знати :*

методи оптимального проектування парових турбін і газотурбінних двигунів, а також методи та підходи до ідентифікації математичних моделей фізичних процесів, що в них відбуваються, за експериментальними даними.

##### *вміти :*

застосовувати отримані знання на практиці при проектуванні та доводці парових і газових турбін, авіаційних та енергетичних газотурбінних двигунів.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

*Розділ 1. Сучасні технології проектування енергетичних установок.*

*Тема 1. Системний підхід до проектування енергетичних установок.*

Основні положення ефективного проектування енергетичних установок. Декомпозиція загальної оптимізаційної задачі, формування багаторівневої структури моделей.

*Тема 2. Постановка задачі оптимізації параметрів та характеристик енергетичних установок.*

Критерії якості, домінуючий критерій, параметри, що варіюються, обмеження на характеристики, діапазони їх змін на кожному конкретно рівні оптимізаційного проектування.

*Розділ 2. Методи і способи ідентифікації параметрів математичних моделей фізичних процесів енергетичних машин*

*Тема 3. Підвищення якості математичних моделей фізичних процесів енергетичних машин.*

Структурна та параметрична ідентифікація. Методи ідентифікації, їх переваги та недоліки.

*Тема 4. Постановка задачі параметричної ідентифікації.*

Вибір критеріїв якості, ідентифікації, параметрів, що варіюються, обмежень на характеристики та діапазонів їх змін.

*Розділ 3. Системи та модельно-програмні комплекси для вирішення задач оптимізації та ідентифікації.*

*Тема 5. Системи та програмні комплекси, що існують. Їх переваги та недоліки.*

Аналіз роботи систем, що існують в Україні та за кордоном.

*Тема 6. Система багаторівневої та багатокритеріальної оптимізації Optimum.*

Структура системи. Компоненти. Інтерфейс. Бібліотека методів пошуку оптимальних рішень.

*Тема 7. Методологія вирішення задач оптимізації та ідентифікації за допомогою системи Optimum.*

Вирішення тестових задач за допомогою системи Optimum.

*Розділ 4. Чисельні дослідження щодо вирішення задач оптимізації та ідентифікації.*

*Тема 8. Оптимізація термодгазодинамічних та конструктивних характеристик останнього ступеня парової турбіни.*

Підвищення ефективності роботи останнього ступеня з урахування обмежень на газодинамічні, вібраційні характеристики та міцність. Аналіз результатів.

*Тема 9. Оптимізація термодгазодинамічних та конструктивних характеристик газової 5- ступеневої турбіни.*

Підвищення ККД турбіни з урахування обмежень на габаритні показники, міцність та потужність. Аналіз результатів.

*Тема 10. Ідентифікація параметрів математичної моделі авіаційного газотурбінного двигуна за експериментальними даними.*

Отримання адекватної математичної моделі двигуна з діапазоном відхилення розрахункових характеристик від експериментальних даних в межах 1 відсотку. Аналіз результатів.

*Тема 11. Ідентифікація параметрів математичної моделі енергетичного газотурбінного двигуна за експериментальними даними.*

Отримання адекватної математичної моделі двигуна з діапазоном відхилення розрахункових характеристик від експериментальних даних в межах 1-2 відсотків. Аналіз результатів.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин						
	усього	у тому числі					
		лекції	практ.	лаб.	сем.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	
<b>Розділ 1. Сучасні технології проектування енергетичних установок</b>							
Тема 1. Системний підхід до проектування енергетичних установок	8	2					6
Тема 2. Постановка задачі оптимізації параметрів та характеристик енергетичних установок.	8	4					4
Разом за розділом 1	16	6					10
<b>Розділ 2. Методи і способи ідентифікації параметрів математичних моделей фізичних процесів енергетичних машин</b>							
Тема 3. Підвищення якості математичних моделей фізичних процесів енергетичних машин.	12	2					10
Тема 4. Постановка задачі параметричної ідентифікації.	6	2					4
Разом за розділом 2	18	4					14
<b>Розділ 3. Системи та модельно-програмні комплекси для вирішення задач оптимізації та ідентифікації</b>							
Тема 5. Системи та програмні комплекси, що існують. Їх переваги та недоліки.	10	4					6
Тема 6. Система багаторівневої та багатокритерійної оптимізації Optimum.	12	4					8
Тема 7. Методологія вирішення задач оптимізації та ідентифікації за допомогою системи Optimum.	10	4					6
Разом за розділом 3	32	12					20
<b>Розділ 4. Чисельні дослідження щодо вирішення задач оптимізації та ідентифікації</b>							
Тема 8. Оптимізація термодгазодинамічних та конструктивних характеристик останнього ступеня парової турбіни.	6	2					4
Тема 9. Оптимізація термодгазодинамічних та конструктивних характеристик газової 5- ступеневої турбіни.	6	2					4
Тема 10. Ідентифікація параметрів математичної моделі авіаційного газотурбінного двигуна за експериментальними даними.	6	2					4
Тема 11. Ідентифікація параметрів математичної моделі енергетичного газотурбінного двигуна за експериментальними даними.	6	2					4
Разом за розділом 4	24	8					16
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>30</b>					<b>60</b>

#### 4. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математичні моделі, що використовуються при проектуванні енергетичних установок	8
2	Підвищення ефективності роботи останнього ступеня парової турбіни з урахування обмежень на газодинамічні, вібраційні характеристики та міцність.	10
3	Багатокритерійна ідентифікація. Підходи до ідентифікації газотурбінних двигунів.	8
4	Математичні методи пошуку оптимальних рішень для вирішення задач багатокритерійної оптимізації	8
5	Отримання адекватної математичної моделі авіаційного двигуна з діапазоном відхилення від експериментальних даних в межах 1 відсотку.	10
6	Отримання адекватної математичної моделі енергетичного газотурбінного двигуна з діапазоном відхилення від експериментальних даних в межах 1-2 відсотків.	8
7	Аналіз результатів чисельних досліджень.	8
	Разом	60

#### 5. Методи контролю

На заняттях – опитування. По закінченні розділу – усний контроль. Форма підсумкового контролю знань — залік.

#### 6. Схема нарахування балів

Поточне тестування та самостійна робота											Залік	Сума	
Розділ 1					Розділ 2		Розділ 3			Розділ 4			Разом
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11			
5	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	80	20	100

T1, T2 ... – теми розділів.

#### 7. Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для заліку
50-100	Зараховано
0-49	Не зараховано

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. *Тарелин А. А.* Основы теории и методы создания оптимальной последней ступени паровых турбин / А.А.Тарелин, Ю.П.Антипцев, И.Е.Аннопольская. – Харьков: Контраст, 2001. – 224с.
2. *Тунаков А.П.* Методы оптимизации при доводке и проектировании газотурбинных двигателей. – М.: Машиностроение, 1979. – 184с.

### Допоміжна література

1. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М: Мир, 1976. – 165с.
2. *Епифанов С.В.* Синтез систем управления и диагностирования газотурбинных двигателей / С.В.Епифанов, Б.И.Кузнецов, И.Н.Богаенко и др. – К.: Техніка, 1998. – 312с.
3. *Епифанов С.В.* Анализ современных подходов к идентификации математических моделей ГТД // Авиационно-космическая техника и технология: Сб.Научн. тр. – Харьков: ХАИ, 2001 – Вып.23 – с.169 - 174
4. *Ротштейн А.П.* Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества; генетические алгоритмы; нейронные сети. – Винница: Изд-во Винницкого национально-технического университета. – 1999. – 320 с.
5. *Севастьянов П.В.* Многокритериальная оптимизация и идентификация технологических процессов/ П.В. Севастьянов, Н.В. Туманов. – Минск: Наука и техника, 1990. – 224 с.
6. *Химмельблау Д.* Прикладное нелинейное программирование. – М.:Мир,1975. – 534с.