

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра «Електричні та електронні апарати»

(назва кафедри, яка відповідає за дисципліну)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор (перший проректор)

“ _____ ” _____ 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**Теорія планування експерименту електромеханічних пристроїв та систем**

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність **141 –Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

(код і назва спеціальності)

освітні програми (спеціалізації): **Електричні та електронні апарати;****Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв**

(назва спеціалізації)

інститут, факультет: **фізико-технічний, електротехнічний**

(назва інституту, факультету)

мова навчання: **українська**

Робоча програма навчальної дисципліни: «Теорія планування експерименту електромеханічних пристроїв та систем» для студентів спеціальності 141 –Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітні програми (спеціалізації) Електричні та електронні апарати; Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв

„__20__” __08__, 2018 року- __11__ с.

Розробник: Коцур Михайло Ігорович, доцент кафедри ЕЕА, к.т.н., доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Електричні та електронні апарати»

Протокол від “ __21__ ” ____-серпня ____ 2018 року № __1__

Завідувач кафедри електричних та електронних апаратів

“ ____ ” _____ 20__ року _____ (П.Д. Андрієнко)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією Електротехнічного факультету

Протокол від. “ __23__ ” __-серпня ____ 20__18__ року № __1__

“ ____ ” _____ 2018 року Голова _____ (М.Л. Антонов)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми* __

“ ____ ” _____ 20__ року Керівник групи _____
(_____) (підпис) (прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 14 – Електрична інженерія (шифр і назва)	обов'язкова (вибіркова) за вибором ЗНТУ	
Модулів – 2	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) 141 –Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (Електричні та електронні апарати; Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв) (код і назва)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 7		5-й	5-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ - _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 180		10-й	10-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 10	Освітній ступінь: магістр	Лекції	
		28 год.	8 год.
		Інші	
		4	-
		Лабораторні	
		28 год.	6 год.
		Самостійна робота	
		120 год.	166 год.
Індивідуальні завдання: -			
Вид контролю: екзамен			

Примітка.

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

для денної форми навчання – 60/120

для заочної форми навчання – 14/166

1. Мета навчальної дисципліни

Мета. Метою навчальної дисципліни є придбання студентами теоретичних знань та практичних навичок по оптимальному проведенню експериментальних досліджень електромеханічних систем та об'єктів, виявленню властивостей досліджених об'єктів та їх оптимізації.

Завдання – формування у магістрів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки теоретичних знань, умінь та практичних навичок відповідно до поставленої мети.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати **загальні компетентності:**

- здатність до узагальнення, аналізу, сприйняття інформації, постановці мети і вибору шляхів її досягнення;
- здатність здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел;
- здатність здійснювати постановку системних задач досліджень з використанням технології структурного передбачення і методології інноваційного синтезу для довільних класів електромеханічних об'єктів.

фахові компетентності:

- здатність планувати, проектувати та виконувати наукові дослідження зі стадії постановки задачі до критичного оцінювання та розгляду результатів та отриманих даних, що включає вміння вибрати потрібну техніку та методику досліджень;
- здатність розробляти фізичні, математичні та інформаційні моделі досліджуваних електричних машин та апаратів, електромеханічних об'єктів, систем, фізичних процесів і явищ у професійній сфері, розробляти методики та організовувати проведення експериментів з аналізом результатів;
- здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для створення нових та при обслуговуванні існуючих електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем та їх складових;
- готовність застосовувати навички, що необхідні для проведення експерименту в наукових дослідженнях з використанням спеціального лабораторного обладнання та приладів в аналітичній та синтетичній роботі.

Очікувані програмні результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни студент має оволодіти основними сучасними методами аналізу та проведенню досліджень електромеханічних систем та об'єктів, виявленню властивостей досліджених об'єктів та їх оптимізації.

Пререквізити: "Основи теорії електричних апаратів", Дослідження та випробування електричних та електронних апаратів", "Електричні апарати керування", "Моделювання електромеханічних систем", "Основи силової електроніки"

Кореквізити: "Науково - дослідний курсовий проект", "Оптимізація інженерних та проектних рішень електричних та електронних апаратів",

"Оптимізація інженерних та проектних рішень обладнання енергоємних виробництв".

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Первинна обробка даних пасивного експерименту.

Тема 1. Вступ. Основні поняття, визначення та методологія теорії експерименту. *(Пасивний та активний експеримент. Сфери їх використання в науково-технічній діяльності. Вимоги до факторів та функцій.)*

Тема 2. Аналітичні методи досліджень даних пасивного експерименту. *(Імовірно-статистичні методи. Поняття генеральної сукупності та вибірки. Основні види розподілу випадкових величин. Нормальний закон розподілу Лапласа-Гауса. Первинна статистична обробка експериментальних даних.)*

Змістовий модуль 2. Кореляційно-регресійний аналіз результатів експерименту.

Тема 3. Види зв'язку між двома випадковими величинами. Коефіцієнт лінійної кореляції між двома дослідними величинами. *(Перевірка значущості парних коефіцієнтів кореляції: критерій Стьюдента. Метод найменших квадратів.)*

Тема 4. Множинна лінійна кореляція. *(Множинний коефіцієнт кореляції і його визначення за допомогою ПК. Перевірка значущості множинного коефіцієнта кореляції. Нелінійна множинна кореляція. Кореляційне співвідношення. Стандартні програми кореляційно-регресійного аналізу.)*

Змістовий модуль 3. Основи теорії планування повно факторного експерименту.

Тема 5. Основні поняття теорії активного планування експерименту. *(Визначення та поняття про активний експеримент. Область визначення експерименту, вимоги до факторів та функції відгуку.)*

Тема 6. Побудова повного факторного експерименту (ПФЕ). *(Принцип побудови моделі об'єкту дослідження. Побудова емпіричних моделей по даним активного експерименту. Визначення кодованих коефіцієнтів регресії ПФЕ. Перевірка адекватності рівняння регресії ПФЕ.)*

Змістовий модуль 4. Ортогональні центральні композиційні плани й обробка їх результатів.

Тема 7. Ортогональні центральні композиційні плани другого порядку. *(Правила побудови ОЦК-планів. Визначення кодованих коефіцієнтів регресії ОЦКП. Визначення величин «зіркового плеча» α и S ОЦКП. Визначення кодованих коефіцієнтів регресії ОЦКП.)*

Тема 8. Статистичний аналіз квадратичної моделі ОЦКП. *(Визначення значимості кодованих коефіцієнтів регресії ОЦКП. Перевірка адекватності рівняння регресії ОЦКП. Визначення екстремуму функції відгуку для ОЦКП.)*

Змістовий модуль 5. Основи теорії планування дрібного факторного експерименту.

Тема. 9 Побудова плану ДФЕ. (Методи побудови дрібних реплік. Генеруюче співвідношення та визначальний контраст дрібних реплік. Насичення плану ДФЕ першого порядку. Напрями застосування планів ДФЕ. Шляхи підвищення точності поліномів регресії планів ДФЕ. Побудова моделі планів ДФЕ при більшій кількості факторів.)

Тема 10. Статистичний аналіз квадратичної моделі ДФЕ. (Правила обчислення та користування таблицями критеріїв Фішера, Стьюдента, Кохрена, Бартлета. Оцінка відтворення дослідів, статистичний аналіз коефіцієнтів моделі, оцінка адекватності математичного описання).

Змістовий модуль 6. Проведення експерименту та обробка його результату.

Тема 11. Обробка результатів різнопланових експериментів (Обробка результатів при рівному дублюванні факторів. Обробка результатів експерименту при не рівному дублюванні факторів. Обробка результатів експерименту при відсутності дублюванні факторів.)

Тема 12. Згладжування даних експерименту. (Апроксимаційні методи обробки результатів експерименту. Використання екстраполяційних функцій прогнозування результатів експерименту.)

Змістовий модуль 7. Проведення активного експерименту в електромеханічних системах з метою оптимізації технологічних процесів.

Тема 13. Методи експериментальної оптимізації. (Планування екстремальних експериментів. Метод Гауса-Зейделя. Градієнтні методи. Крокова стратегія експерименту. Круте сходження по поверхні відгуку. Планування екстремальних наукових експериментів при обмеженнях. Планування промислових експериментів. Методи еволюційного планування. Експериментальні методи визначення динамічних характеристик об'єктів керування.)

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												
Змістовий модуль 1. Первинна обробка даних пасивного експерименту.												
Тема 1. Вступ. Основні поняття, визначення та методологія теорії експерименту.	12	2	-	-	-	10	12	2	-	-	-	10

Тема 2. Аналітичні методи досліджень даних пасивного експерименту.	12	2	-	-	10	12	2	-	-	-	10
Разом за змістовим модулем 1	24	4	-	-	20	24	4	-	-	-	20
Змістовий модуль 2. Кореляційно-регресійний аналіз результатів експерименту.											
Тема 3. Види зв'язку між двома випадковими величинами. Коефіцієнт лінійної кореляції між двома дослідними величинами.	12	2	-	-	10	12	-	-	-	-	12
Тема 4. Множинна лінійна кореляція.	12	2	-	-	10	12	-	-	-	-	12
Разом за змістовим модулем 2	24	4	-	-	20	24	-	-	-	-	24
Змістовий модуль 3. Основи теорії планування повно факторного експерименту.											
Тема 5. Основні поняття теорії активного планування експерименту.	14	2	-	-	12	14	2	-	-	-	12
Тема 6. Побудова повного факторного експерименту (ПФЕ).	20	4	-	4	12	20	2	-	6	-	12
Разом за змістовим модулем 3	34	6	-	4	24	34	4	-	6	-	24
Разом за модулем 1	82	14	-	4	64	82	8	-	6	-	68
Модуль 2											
Змістовий модуль 4. Ортогональні центральні композиційні плани й обробка їх результатів.											
Тема 7. Ортогональні центральні композиційні плани другого порядку.	16	2	-	4	10	16	-	-	-	-	16
Тема 8. Статистичний аналіз квадратичної моделі ОЦКП.	14	2	-	2	10	14	-	-	-	-	14
Разом за змістовим модулем 4	30	4	-	6	20	30	-	-	-	-	30
Змістовий модуль 5. Основи теорії планування дрібного факторного експерименту.											
Тема. 9 Побудова плану ДФЕ.	15	4	-	6	5	15	-	-	-	-	15
Тема 10.	17	4	-	8	5	17	-	-	-	-	17

Статистичний аналіз квадратичної моделі ДФЕ.												
Разом за змістовим модулем 5	32	8	-	14	-	10	32	-	-	-	-	32
Змістовий модуль 6. Проведення експерименту та обробка його результату.												
Тема 11. Обробка результатів різнопланових експериментів	11	2	-	4	-	5	11	-	-	-	-	11
Тема 12. Згладжування даних експерименту.	5	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-	5
Разом за змістовим модулем 6	16	2	-	4		10	16	-	-	-	-	16
Змістовий модуль 7. Проведення активного експерименту в електромеханічних системах з метою оптимізації технологічних процесів.												
Тема 13. Методи експериментальної оптимізації	20	-	-	-	4	16	20	-	-	-	-	20
Разом за змістовим модулем 7	20	-	-	-	-	20	20	-	-	-	-	20
Разом за модулем 2	98	14	-	24	4	56	98	-	-	-	-	98
Усього годин	180	28	-	28	4	120	180	8	-	6		166

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття навчальним планом не передбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математичні моделі першого порядку багатofакторного експерименту	4
2	Математичні моделі першого порядку з нелінійностями	4
3	Математичні моделі на основі дробових планів	4
4	Математичні моделі другого порядку	6
5	Математичні моделі другого порядку на основі дробових планів	4
6	Статистичні методи обробки даних	6
	Разом	28

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Згладжування даних експерименту	10
2	Аналітичні методи досліджень даних пасивного експерименту.	10
3	Види зв'язку між двома випадковими величинами. Коефіцієнт лінійної кореляції між двома дослідними величинами.	10
4	Множинна лінійна кореляція.	10
5	Основні поняття теорії активного планування експерименту.	12
6	Побудова повного факторного експерименту (ПФЕ).	12
7	Ортогональні центральні композиційні плани другого порядку.	10
8	Статистичний аналіз квадратичної моделі ОЦКП.	10
9	Побудова плану ДФЕ.	5
10	Статистичний аналіз квадратичної моделі ДФЕ.	5
11	Обробка результатів різнопланових експериментів	5
12	Згладжування даних експерименту.	5
13	Методи експериментальної оптимізації	16
	Разом	120

9. Індивідуальні завдання

Підготовка рефератів з самостійної роботи для студентів денної форми навчання та контрольної роботи для заочної форми навчання.

10. Методи навчання

Робочою програмою передбачені такі форми організації навчального процесу як лекції, лабораторні роботи, самостійна робота студентів, консультації та контрольні заходи.

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання: аналітичний, синтетичний, індуктивний, дедуктивний, методи самостійної розумової діяльності: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

11. Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: математичний апарат для побудови моделей планів експерименту; критерії оптимізації при дослідженні та проектуванні електричних апаратів та

електротехнічного обладнання енергоємних виробництв. Вміти: самостійно складати плани експериментальних досліджень і проводити експерименти у дослідженні електричних апаратів та електромеханічного обладнання енергоємних виробництв, багатофакторних електромеханічних та технологічних систем та об'єктів; будувати і досліджувати математичні моделі багатофакторних систем, проводити їх статистичну оцінку; володіти методами оптимізації багатофакторних систем; проводити обробку експериментальних даних.

12. Засоби оцінювання

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт;
- тестування на кожних практичних заняттях;
- двох рубіжних модульних контролів;
- екзамену.

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт;
- захисту контрольної роботи;
- екзамену.

13. Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3		Змістовий модуль 4		100	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
5	5	5	5	10	10	10	10		
Змістовий модуль 5		Змістовий модуль 6		Змістовий модуль 7					
T9	T10	T11	T12	T13	-	-	-		
10	10	10	5	5	-	-	-		

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
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з	не зараховано з

		можливістю повторного складання	можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Методичне забезпечення

1. Програма, методичні вказівки та контрольні завдання до самостійної роботи з дисципліни “Теорія планування експерименту електромеханічних пристроїв та систем” для студентів спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” денної та заочної форм навчання / Укл.: М. І. Коцур, П.Д. Андрієнко, Ю.С. Безверхня. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. 27 с.

2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Теорія планування експерименту електромеханічних пристроїв та систем” для студентів спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” денної та заочної форм навчання / Укл.: М. І. Коцур, П. Д. Андрієнко, Ю.С. Безверхня. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. 46 с.

15. Рекомендована література

Базова

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский - М.:”Наука”, 1976,-279с.

2. Налимов В.В. Теория эксперимента. [Текст] / В.В. Налимов - М.:”Наука” 1971, 207с.

Допоміжна

3. Грушко И. М. Основы научных исследований [Текст] / И. М. Грушко, В. М. Сиденко. Харьков: Вища школа,1983.-224 с.

4. Бородюк В. П. Статистические методы в инженерных исследованиях [Текст] / В. П. Бородюк, А. П. Вошинин, А. З Иванов. и др. – М: Высш. школа, 1983,-216с.

5. Математическая теория планирования эксперимента [Текст] / Под ред. С. М. Ермакова. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983, 392 с.

6. Дьяконов В. П. MATLAB 6/6. 1/6. 5 +Simulink 4/5 в математике и моделировании [Текст] / В. П. Дьяконов. - М.: СОЛОН-Пресс, 2003. 576 с.

6. Інформаційні ресурси

1. Цифровий репозиторій ЗНТУ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://eir.zntu.edu.ua>.

Коцур М.І. , 2018 рік