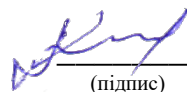


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Леонід КРАСНОВ
(ім'я та прізвище)

«26» серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Системи управління складними об'єктами автоматизації

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації».

Спеціальність: 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

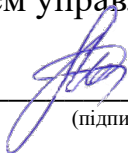
Освітня програма: Інженерія мобільних додатків

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2024 рік

Розробник: Мірошніченко Г.А., доцент кафедри Систем управління літальних апаратів (№ 301)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів (№ 301)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «26» серпня 2024 р.

Завідувач кафедри К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>Денна форма навчання</i>
Кількість кредитів – 3,5	Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»	Обов'язкова навчальна дисципліна
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		
Індивідуальне завдання: не передбачено	Спеціальність: <u>174 «Автоматизація, комп'ютерно інтегровані технології та робототехніка»</u> (код і найменування)	2024/2025
Загальна кількість годнн Денна: кількість годин аудиторних занять / загальна кількість годин — 40/105		Семестр
		2-й
		Лекції
		16 год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних/ самостійна робота здобувачів: — 2,5/4,0		Практичні
	-	
	Лабораторні	
Рівень вищої освіти: другий (магістерський).	Освітні програми: <u>Інженерія мобільних додатків</u>	24 год.
		Самостійна робота
		65 год.
		Вид контролю
		залік

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання – 40/65.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – є вивчення принципів побудови промислових енергетичних установок та систем автоматичного або автоматизованого управління ними.

Завдання – вивчення методів отримання математичного опису процесів, що протікають при функціонуванні об'єктів перетворення енергії вітру, атому, пару, сонця і інших в електричну та дослідження їх систем управління; методів аналізу і синтезу систем автоматичного управління складних енергетичних установок промислового призначення.

Згідно з вимогами вивчення освітньо-професійної програми студенти повинні набути наступні **компетентності**:

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахові компетентності:

ФК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функції управління та оцінювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення.

ФК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ФК4. Здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси, як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації.

ФК5. Здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень.

ФК6. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.

Програмні результати навчання:

ПРН2. Створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів.

ПРН3. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв, технологій розробки програмних систем для мобільних пристроїв.

ПРН4. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ПРН5. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ПРН7. Аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації.

Пререквізити:

Сучасні методи побудови і моделювання систем управління.

Проектування та програмування контролерів систем управління.

Кореквізити:

Технічний зір в системах управління (2-й семестр).

Випробування та сертифікація систем автоматизації.

Постреквізити:

Кваліфікаційна робота.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Загальна характеристика енергетичних установок.

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика та перспективи розвитку енергетичних установок.

Тема 1. Вступ до дисципліни «Системи управління складними об'єктами автоматизації».

Мета та завдання дисципліни. Критерії оцінювання знань. Енергетичні ресурси та їх запаси. Перспективи теплоенергетики.

Тема 2. Загальна характеристика енергетичних установок.

Принципи побудови енергетичних установок з використанням енергії прибою, морських приливів і відливів, вітру, сонця, геотермальної енергії.

Тема 3. Принципи побудови газотурбінних установок.

Теплові електростанції, їх устрій, принцип дії, особливості систем регулювання. Порівняльна характеристика ефективності ТЕС, ГЕС, АЕС. Устрій, принцип дії і регулювання газотурбінних установок, турбогвинтового та турбореактивного авіаційного двигунів, парогазової установки з парогенератором утилізаційного типу.

Тема 4. Атомна енергетика.

Пристрій реакторів на швидких нейтронах. Використання сонячної енергії в енергетиці. Атомна енергетика.

Тема 5. Система автоматичного регулювання швидкості гідротурбіни.

Складання диференціальних рівнянь, структурних схем і передавальних функцій САР швидкості обертання гідротурбіни. Отримання рівнянь динаміки елементів САР.

Тема 6. Парові турбіни і їх особливості.

Короткий історичний огляд розвитку турбін. Багатоступенева реактивна турбіна.

Тема 7. Вітроенергетика.

Типи ВЕУ, принципи побудови ВЕУ з горизонтальною віссю обертання турбіни. Основні функціональні елементи вітрових електроустановок. Класифікація вітрових двигунів. Аналіз динаміки ВЕУ. Побудова функціональної схеми системи керування ВЕУ.

Тема 8. Відцентровий регулятор (відцентровий маятник).

Рівняння регулятора. Принцип роботи. Застосування.

Модульний контроль.

Модуль 2.

Змістовний модуль 2. Системи автоматичного керування вітрогідроенергетичною, ядерною установками та гідротурбіною.

Тема 9. Парова турбіни атомної електростанції.

Опис об'єкта керування і його особливостей. Функціональна схема системи регулювання турбіни. Аналіз системи регулювання швидкості обертання турбіни

Тема 10. Система керування турбіни вітрогідроенергетичної установки.

Опис об'єкта керування і його особливостей. Вибір і обґрунтування функціональних схем системи. Аналіз властивостей об'єкта автоматичного керування.

Тема 11. Система автоматичного керування потужністю ядерної установки.

Загальна характеристика ядерних реакторів. Аналіз функціональної схеми. Формування передавальних функцій.

Тема 12. Система автоматичного керування швидкістю обертання гідротурбіни.

Історія розвитку гідроенергетики. Принцип дії, склад і математичний опис САР ШОГТ. Передавальні функції елементів САР ШОГТ. Структурна схема системи керування гідротурбіною. Алгоритмічна схема системи керування гідротурбіною.

Тема 13. Мікрогенерація.

Принцип роботи та застосування двигунів Стірлінга. Сучасний стан технології. Паливні елементи (ПЕ). Газотурбінні міні-ТЕЦ. Органічний цикл Ренкіна (ОЦР). Одноступенева турбіна, яка працює на парі органічних сполук. Радіальна турбіна, що працює на парі органічних сполук (Exergy).

Тема 14. Парові двигуни.

ТЕЦ на біомасі. Геотермальна енергія. Сонячна електростанція. Використання теплоти продуктів згоряння двигунів внутрішнього спалювання.

Тема 15. Перспективні енергетичні установки.

Устрій та конструктивна схема енергоустановки перетворення енергії хвиль в електричну енергію. Пристрій та конструктивна схема енергоустановки перетворення енергії сонця та блискавок в електричну енергію. Приклади конструктивних варіантів енергоустановок: вітроустановка з вертикальною віссю обертання та розвантаженням опорного підшипника, конструктивна схема перетворення кінетичної енергії транспортних засобів в енергію електричного струму заряджання акумуляторних батарей.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Оптимальні системи автоматичного Управління					
Тема 1. Вступ до дисципліни «Системи управління складними об'єктами автоматизації».	6	1	–	4	1
Тема 2. Загальна характеристика енергетичних установок.	6	1	–	–	5
Тема 3. Принципи побудови газотурбінних установок.	6	1	–	–	5
Тема 4. Атомна енергетика.	6	1	–	–	5
Тема 5. Система автоматичного регулювання швидкості гідротурбіни.	6	1	–	–	5
Тема 6. Парові турбіни і їх особливості.	6	1	–	–	5
Тема 7. Вітроенергетика.	10	1	–	4	5
Тема 8. Відцентровий регулятор (відцентровий маятник).	6	1	–	–	5
Модульний контроль.	1	–	–	–	1
Разом за модулем 1	53	8	–	8	37
Модуль 2.					
Змістовний модуль 2. Системи автоматичного керування вітрогідроенергетичною, ядерною установками та гідротурбіною.					
Тема 9. Парова турбіна атомної електростанції.	6	1	–	4	1
Тема 10. Система керування турбіни вітрогідроенергетичної установки.	12	1	–	6	5
Тема 11. Система автоматичного керування потужністю ядерної установки.	13	1	–	6	6
Тема 12. Система автоматичного керування швидкістю обертання гідротурбіни.	2	1	–	–	1
Тема 13. Мікрогенерація.	4	2	–	–	2
Тема 14. Парові двигуни.	7	1	–	–	6
Тема 15. Перспективні енергетичні установки.	7	1	–	–	6
Модульний контроль	1	–	–	–	1
Разом за модулем 2	52	8	–	16	28
Усього годин	105	16	–	24	65

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не заплановано	–

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не заплановано	–

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Синтез оптимальної двоканальної системи автоматичного управління з роздільним навантаженням	4
2	Дослідження динамічних характеристик вітроенергетичної установки	4
3	Дослідження динамічних характеристик парової турбіни атомної електростанції	4
4	Дослідження динамічних характеристик турбіни вітрогідроенергетичної установки	6
5	Дослідження динамічних характеристик системи автоматичного керування потужністю ядерної установки	6
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ до дисципліни «Системи управління складними об'єктами автоматизації» (Тема 1).	1
2.	Устрій, принципи побудови, перспективи розвитку енергетичних установок на базі блискавок. Устрій, принципи побудови атомних енергоустановок ЛА (Тема 2).	5
3	Устрій, принципи побудови, перспективи розвитку енергетичних установок на базі використання енергіїхвиль та приливів і відливів. Устрій, принципи побудови, перспективи розвитку автономних мобільних сонячних енергоустановок (Тема 3).	5
4	Методи математичного опису енергетичних установок на базі поновлювальної енергії (Тема 4).	5
5	Отримання рівняння ізодрома (Тема 5).	5
6	Принципи побудови, математичного опису динаміки та статички систем управління парових турбін з протитиском (Тема 6).	5
7	Методи математичного опису вітроенергетичних	5

	установок (Тема 7).	
8	Сили, діючі на муфту відцентрового регулятора швидкості. Дотичні і коріолісова сили інерції (Тема 8).	5
9	Парова турбіна атомної електростанції (Тема 9)	1
10	Адаптивна система керування турбіни вітрогідроенергетичної установки (Тема 10).	5
11	Методи математичного опису динаміки та статички систем регулювання потужності ядерних установок на швидких нейтронах (Тема 11).	6
12	Система автоматичного керування швидкістю обертання гідротурбіни (Тема 12)	1
13	Мікрогенерація (Тема 13)	2
14	Методи дослідження систем управління парових турбін з декілокома відборами пару (теплофікаційних парових турбін) (Тема 14).	6
15	Устрій, принципи дії, методи математичного опису енергетичних установок ЛА (Тема 15).	6
16	Модульний контроль 1.	1
17	Модульний контроль 2.	1
	Разом	65

9. Індивідуальне завдання

Не передбачено.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді захисту лабораторних робіт, фінальний контроль – у вигляді заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1 – Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	2	0...20
Модульний контроль	0... 12	1	0...12
Модуль 2 – Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	3	0...30
Модульний контроль	0... 12	1	0...12
Усього за семестр			0...100

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60–74 бали):

Здобувач слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи з пакетами моделювання. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Добре (75–89 балів):

Здобувач має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи із пакетами моделювання. Правильно складає програми, але його відповіді не є чіткими. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні і практичні запитання.

Відмінно (90–100 балів):

Здобувач твердо знає базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи з пакетами моделювання. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, виконати лабораторне завдання, правильно складає програми згідно за номером варіанта. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Незараховано

12. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Системи управління складними об'єктами автоматизації».
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт.

Розміщення НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=6957>

13. Рекомендована література

Базова

1. Інноваційне навчання в лабораторному практикумі з дисципліни «Системи управління складними об'єктами автоматизації» / Г. А. Мірошніченко // XXXIV Міжнародна науково-практична конференція «Current and youth ways of solving the problems of world science», Флоренція, Італія, С. 108-110.

2. Miroschnychenko H. Use of mathematical modeling for solving tasks of optimal control of an electric drive /Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2022. – № 4. – pp. 46–51. (кат. Б). doi:10.32620/akt.2022.4.05.
3. Субота А.М. Системи керування енергетичними об'єктами: навч. посіб. до лаб. робіт / А.М. Субота, В.Г. Джулгаков. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін.-т», 2017. – 64 с.
4. Лавріненко Ю.М. Основи електропривода: підручник / Ю.М. Лавріненко, П.І. Савченко, О.Ю. Синявський, Д.Г. Войтюк, В.В. Савченко, І.М. Голодний.– К.: Видавництво Ліра-К, 2017. — 524 с.
5. Басова, А. Є. Методи синтезу систем автоматичної стабілізації та позиціонування [Текст]: навч. посібник / А. Є. Басова, А. С. Кулік, С. М. Пасічник, Н. М. Харіна. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 192 с.

Допоміжна

Мірошниченко Г. А. Застосування математичного моделювання при розв'язанні задач оптимального управління / X Міжнародна науково-практична конференція «Priority directions of science and technology development», 13-15 червня 2021 р.: тези доп. – Київ, 2021.

14. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри 301: k301.khai.edu