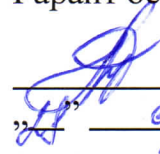
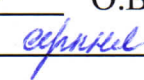


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра 301 – Систем управління літальних апаратів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

 О.В. Гавриленко
„» _____ 2021р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ
ОБ'ЄКТАМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

(назва навчальної дисципліни)

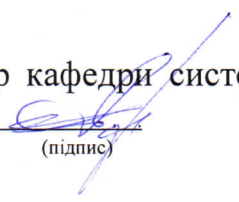
Галузь знань: 15 – «Автоматизація та приладобудування»
(шифр і назва галузі)

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(шифр і назва)

Освітня програма: «Інженерія мобільних додатків»
(шифр і назва)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків
2021

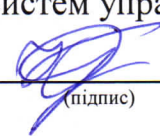
Розробник програми: к.т.н., професор кафедри систем управління літальних апаратів Субота А.М. 
(прізвище та ініціали) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №301 «Систем управління літальних апаратів»

Протокол № 1 від « 27 .» 08 2021 р.

Завідувач кафедри 301 «Систем управління літальних апаратів»

К. Т. Н. , доцент


(підпис)

К.Ю. Дергачов
(прізвище та ініціали)

1.Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки (спеціальність, освітні програми), рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: 15 – «Автоматизація та приладобудування» (шифр і назва галузі)	Цикл професійної підготовки
Модулів – 5		Навчальний рік
Змістових модулів – 5	Спеціальність: 151 – «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» (шифр і назва спеціальності))	2021 / 2022
Загальна кількість годин Денна: кількість годин аудиторних занять / загальна кількість годин – 56/120		Семестр 2
Кількість тижневих годин: Денна форма навчання: аудиторних / самостійна робота студентів: – 3.5/4	Освітня програма: – «Інженерія мобільних додатків».	Лекції ¹⁾ – 32
		Практичні ¹⁾
Кількість тижневих годин: Денна форма навчання: аудиторних / самостійна робота студентів: – 3.5/4	Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Лабораторні ¹⁾ – 24
		Сам. роб. – 64
		Вид контролю залік

Примітка: Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної становить – 56/64.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять..

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Системи управління складними об'єктами автоматизації» є вивчення принципів побудови енергетичних установок за різною фізичною природою та їх систем автоматичного управління.

Необхідна навчальна база перед вивченням даної дисципліни:
вища математика, диференціальне та інтегральне обчислення, дослідження функції та побудови їх графіків, векторна алгебра, основи теоретичної фізики та теоретичної механіки, аналіз і синтез систем управління.

Основним завданням вивчення дисципліни «Проектування систем управління енергетичними об'єктами» є вивчення методів здобуття математичного опису процесів, що протікають при функціонуванні об'єктів перетворення енергії вітру, атому, пару, сонця і іншої в електричну та дослідження їх систем управління.

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

• Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК3 Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК4 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК5 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК6 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК7 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК8 Здатність приймати

ЗК9 Здатність працювати в команді.

ЗК10 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань).

ЗК11 Здатність працювати автономно.

ЗК12 Навики здійснення безпечної діяльності.

ЗК13 Здатність виявляти ініціативу та підприємливість. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків

• Фахові компетенції (ФК):

ФК1. Здатність використовувати базові знання основних національних, європейських та міжнародних нормативно-правових актів в галузі автоматизації з метою постійного вдосконалювання своєї професійної діяльності.

ФК2. Здатність і вміння використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності, аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань з аналізу та синтезу систем автоматизації.

ФК3. Здатність планувати, оцінювати й реалізовувати апаратні та програмно-алгоритмічні засоби стосовно збільшення точності, надійності, живучості, ресурсів функціонування систем управління та інших якостей складних систем автоматизації.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Застосовувати різні форми представлення систем управління складних об'єктів автоматизації та описувати різними методами (вербально, графічно, формально)..

ПРН2. Використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності, аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань з аналізу та синтезу систем автоматизації.

ПРН3. Застосовувати сучасні технології автоматизації проектування та конструювання інформаційно – управляючих систем у галузі автоматизації та вміти створювати апаратні та програмно-алгоритмічні засоби стосовно збільшення точності, надійності, живучості, ресурсів функціонування систем управління та інших якостей складних об'єктів..

ПРН7 Аналізувати та створювати архітектуру систем автоматичного управління об'єктів різної складності, виділяти підсистеми та об'єкти, що є складовими системами, та взаємозв'язки поміж ними.

Пререквізити

вища математика, диференціальне та інтегральне обчислення, дослідження функцій та побудови їх графіків, векторна алгебра, основи теоретичної фізики та теоретичної механіки, аналіз і синтез систем управління, програмні засоби Matlab / Simulink.

Кореквізити : системи керування ЛА, сучасна ТАУ, сучасні методи навігації.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Загальна характеристика енергетичних установок.

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

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Проектування систем управління енергетичними об'єктами».

Предмет навчання і задачі дисципліни «Проектування систем управління енергетичними об'єктами». Основні етапи розвитку перетворювачів енергії за різною фізичною природою в електричну енергію.

Тема 2. Загальна характеристика енергетичних установок.

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

Тема 3. Устрій та особливості теплових електростанцій та 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.

Модуль 2. Атомна енергетика

Змістовий модуль 2. Атомна енергетика.

Тема 4. Особливості побудови систем управління АЕС.

Характеристики ядерного палива. Устрій і принцип дії ядерних реакторів на теплових нейтронах. Класифікація реакторів. Особливості устрою вододводяного реактора (ВВЕР). Устрій реактора на швидких нейтронах. Система автоматичного регулювання потужністю ядерного реактора на теплових нейтронах:

- функціональна схема стабілізації потужності, розробка математичної моделі об'єкта управління, її лінеаризація;
- математичні моделі складових системи управління і структурна схема ядерного реактора, як об'єкта регулювання, схема моделювання у середовищі SIMULINK;
- приклад побудови атомного реактивного двигуна.

Модуль 3. Парові турбіни

Змістовий модуль 3. Парові турбіни.

Тема 5. Парові турбіни та їх системи управління.

Парові турбіни і їх особливості. Історичний розвиток парових турбін. Устрій і принцип дії турбін Лавалю і Парсонса. Спрощена схема регулювання парової турбіни. Класифікація турбін. Особливості устрою турбін з протитиском. Диференціальні рівняння руху основних ланок та структурні схеми. Рівняння ротора турбогенератора. Математична модель турбіни з одним відбором пара. Турбіна з ємністю. Турбокомпресор. Рівняння постійної ємності, змінної ємності, регулятора. Регулювання конденсаційних турбоагрегатів, з протитиском. Структурна схема цифро-аналогової системи регулювання..

Приклад устрою системи регулювання швидкості обертання вихідного валу та потужності промислової парової турбіни ПТ-35.

Модуль 4. Гідроенергетичні станції

Змістовий модуль 4. Гідроенергетичні станції.

Тема 6. Устрій та особливості системи управління гідротурбіною.

Устрій та принцип функціонування гідроелектричної станції. функціональна схема системи автоматичного регулювання швидкості обертання гідротурбіни (САР ШОГТ). Розробка диференціальних рівнянь, структурних схем та передавальних функцій САР ШОГТ (ротора гідротурбіни, чутливого елемента, допоміжного сервопривода, головного гідралічного сервопривода, ізодрома тощо). Структурні схеми САР ШОГТ з регулятором положення поворотних лопатей направляючого апарата, з додатково допоміжним регулятором повороту лопатей робочого колеса.

Модуль 5. Енергетичні установки на базі поновлювальних джерел енергії

Змістовий модуль 5. Енергетичні установки на базі поновлювальних джерел енергії

Тема 7. Вітроенергетичні установки.

Історія розвитку, область використання. Типи вітроенергетичних установок, устрій, принцип дії та системи регулювання швидкості обертання вітроколесом. Математична модель вітроенергетичної установки з горизонтальною віссю обертання. Структурна схема об'єкта регулювання та його машинна модель. Вітрогідроенергетична установка, її устрій, принцип функціонування, функціональна та структурна схеми. Машинна модель проведення дослідження якісних характеристик в середовищі SIMULINK.

Тема 8. Перспективні енергетичні установки.

Устрій та конструктивна схема енергоустановки перетворення енергії хвиль в електричну енергію.

Устрій 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.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	У тому числі				
		Л	П	ЛАБ	ІНД	С.Р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Загальна характеристика та перспективи розвитку енергетичних установок						
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Системи управління складними об'єктами автоматизації»	1	1	-	-	-	-
Тема 2. Загальна характеристика енергетичних установок	1	1	-	-	-	-
Тема 3. Устрій та особливості теплових електростанцій та установок	10	2	-	-	-	8
Модульний контроль	2					2

Разом за змістовим модулем 1	14	4	-	-	-	10
Модуль 2						
Змістовий модуль 2. Атомна енергетика						
Тема 4. Особливості побудови систем управління АЕС	26	6	-	6	-	14
Модульний контроль	2					2
Разом за змістовим модулем 2	28	6	-	6	-	16
Модуль 3						
Змістовий модуль 3. Парові турбіни						
Тема 5. Парові турбіни та їх системи управління	26	8	-	8	-	10
Модульний контроль	2					2
Разом за змістовим модулем 3	28	8	-	8	-	12
Модуль 4						
Змістовий модуль 4. Гідроенергетичні станції						
Тема 6. Устрій та особливості системи управління гідротурбіною	20	6	-	4	-	10
Модульний контроль	2					2
Разом за змістовим модулем 4	22	6	-	4	-	12
Модуль 5						
Змістовий модуль 5. Вітроенергетичні установки						
Тема 7. Устрій та особливості побудови систем управління вітроенергетичних установок	22	6		6		10
Тема 8. Перспективні енергетичні установки	4	2	-	-	-	2
Модульний контроль	2					2
Разом за змістовим модулем 5	28	8	-	6	-	14
Усього годин	120	32	-	24	-	64

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість
-------	------------	-----------

		годин
1	Дослідження якісних характеристик системи управління промислової парової турбіни	4
2	Дослідження якісних характеристик системи регулювання потужністю АЕС	6
3	Дослідження якісних характеристик системи управління швидкістю обертання гідротурбіни	4
4	Дослідження якісних характеристик системи управління вітротурбіни з горизонтальною віссю обертання	4
5	Дослідження якісних характеристик системи управління вітрогідроенергетичної установки	6
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Устрій, принципи побудови, перспективи розвитку енергетичних установок на базі блискавок	4
2	Устрій, принципи побудови, перспективи розвитку енергетичних установок на базі використання енергії хвиль та приливів і відливів	6
3	Устрій, принципи побудови, перспективи розвитку автономних мобільних сонячних енергоустановок	6
4	Устрій, принципи побудови атомних енергоустановок ЛА	6
5	Методи математичного опису енергетичних установок на базі поновлювальної енергії	6
6	Принципи побудови, математичного опису динаміки та статички систем управління парових турбін з протитиском	6
7	Методи математичного опису вітроенергетичних установок	8
8	Методи математичного опису динаміки та статички систем регулювання потужністю ядерних установок на швидких нейтронах	8
9	Методи дослідження систем управління парових турбін з декількома відборами пару (теплофікаційних парових турбін)	6
10	Устрій, принципи дії, методи математичного опису енергетичних установок ЛА	8
	Разом	64

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

--	--	--

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, індивідуальних консультацій, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою, участь в конференціях та конкурсах.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне завдання (завдання)	Кількість завдань (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	2	0...2
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	0	0...0
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	3	0...18
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	4	0...24
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	2	0...12
Модульний контроль	0...3	1	0...3
Змістовний модуль 5			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	3	0...18
Модульний контроль	0...3	1	0...3
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з теоретичного (50 балів) і практичного (50 балів). Наприклад.

Білет № 1.

1. **Теоретичне питання.** Особливості і умови побудови різного типу вітроенергетичних установок та їх систем управління

2. **Практичне питання.** Побудувати узагальнену функціональну схему системи регулювання парової турбіни.

Білет № 2 .

1. **Теоретичне питання.** Особливості і умови побудови різного типу гідроенергетичних установок та їх систем управління

2. **Практичне питання.** Побудувати узагальнену функціональну схему системи регулювання атомного реактора АЕС.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

принципи побудови різного типу складних енергетичних установок; математичний опис динаміки функціонування парових турбін, гідротурбін, АЕС. енергетичних установок ЛА, вітроенергетичних установок з різною віссю розташування вітрогенераторів та іншого типу складних автоматизованих систем.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки: вміти ставити задачі вибору і обґрунтування структури систем управління складних систем для різних режимів функціонування; вирішувати задачі оцінки ефективності якісних показників, отримувати моделі об'єктів управління та САУ; формувати та вирішувати задачі удосконалення окремих функціональних елементів САУ.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

1. Відмінно (90÷100 балів) виставляється студенту:

1.1 Який твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни. Захистив всі практичні завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», вміє самостійно працювати без допомоги викладача. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне завдання.

1.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

2. Добре (75÷89 балів) виставляється студенту:

2.1 Який має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні завдання, виконав усі модульні завдання з оці-

ною «добре», може працювати з деякими підказками викладача. Правильно розв'язує теоретичні і практичні завдання, його відповіді не є чіткими.

2.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

3. Задовільно (60÷74 бали) виставляється студенту:

3.1 Який слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні завдань. Захистив всі практичні, виконав усі модульні завдання, але має не впевнені навички при самостійній роботі з практичним матеріалом.

3.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	Залік
90 – 100	Відмінно	зараховано
75 – 89	Добре	
60 -74	Задовільно	
0 – 59	незадовільно	незараховано

13. Методичне забезпечення

Все методичне забезпечення в електронному вигляді розміщене на сервері каф. 301.

Автор всіх розробок – кафедри каф. 301 Субота А.М.

<https://drive.google.com/drive/folders/1okK3Mu9vgKR9wzfn94LumJfVMMAD9cls>

Розміщення НКМД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2999>

1. Конспект лекцій «Системи керування енергетичними об'єктами» .
2. Субота А.М. Системи керування енергетичними об'єктами: навч. посіб. до лаб. практ. / А.М. Субота, В.Г. Джулгаков.- Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін.-т», 2017.-64 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Малярєнко В.А. Енергетичні установки. Загальний курс: навч. посібн. -2-е видання / В.А. Малярєнко.-Х: «Видавництво САГА», 2008.-320 с.
2. Енергетична стратегія України на період до 2030 року // Інформаційно-аналітичний бюлетень // Відомості міністерства палива та енергетики України. Спеціальний випуск.-2006.-113 с.

3. Варламов Г.Б. Теплоэнергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії: підручник / Г.Б. Варламов, Г.М. Любчик, В.А. Маляренко.-К.: "Політехніка", 2003.-232 с.
4. Кривцов, В.С. Неисчерпаемая энергия. Кн.1 Ветроэнергогенераторы: Учебник. [Текст] / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Х.: Нац. аэрокосмич. ун-т «ХАИ» Севастополь. Севаст. нац. полит. ун-т. 2003 – 400с.
5. Кривцов, В.С. Неисчерпаемая энергия. Кн.3 Альтернативная энергетика [Текст]: Учебник. [Текст] / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Х.: Нац. аэрокосмич. ун-т «ХАИ.» Севастополь. Севаст. нац. полит. ун-т. 2006 – 643с.
6. Субота А.М. Системы керування енергетичними об'єктами. Навч. посіб. з лабораторних робіт. [Текст] / А.М. Субота, В.Г. Джулгаков: – Х.: Нац. аэрокосмич. ун-т «ХАИ», 2017, 64с.

Допоміжна

1. Суббота, А.М., Дыбская, И.Ю., Заболотный А.В. Система управления ветроэнергетической установкой. [Текст] / А.М. Суббота, И.Ю. Дыбская. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ» /Радиоелектронні і комп'ютерні системи/ №3(37), 2009, 61–67с.
2. Суббота, А.М., Гаевая, Д.А. Будущее энергетики – альтернативные источники энергии. [Текст] / А.М. Суббота, Д.А. Гаевая – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ» /Радиоелектронні і комп'ютерні системи/ №4(45) 2010, 125–132с.
3. Суббота А.М., Радчук А.М. Система управления ветрогидроэнергетической установкой. [Текст] / – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ» /Радиоелектронні і комп'ютерні системи / №1(53), 2012, 22– 30с.
4. Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования. Книга 1. Математическое описание, анализ устойчивости и качества систем автоматического регулирования. [Текст] / Кол. авторов. под ред. д.т.н, проф.
5. В.В. Солодовникова. – М.: Транспорт, 1967. – 770с.

16. Інформаційні ресурси

2. Сайт кафедри 301: **k301.khai.edu.**