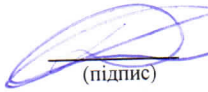


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК-2


(підпис) Д. М. Крицький
(ініціали та прізвище)

«___» _____ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**СУЧАСНІ МЕТОДИ ПОБУДОВИ І МОДЕЛЮВАННЯ
СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ**
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Спеціальність: 173 «Авіоніка»

Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітні програми: «Інженерія мобільних додатків»,
«Комп'ютерні системи технічного зору»

Галузь знань 27 «Транспорт»

Спеціальність: ~~272~~ «Авіаційний транспорт»

Освітня програма «Інтелектуальні транспортні системи»

Форма навчання: денна

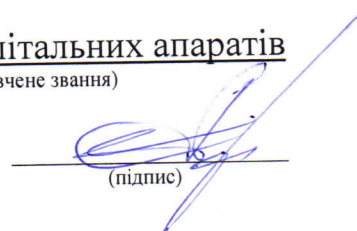
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Розробник:

Субота А.М. професор кафедри систем управління літальних апаратів

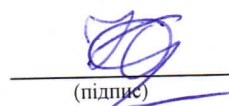
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів (№ 301)
Протокол № 1 від “ 27 ” серпня 2021 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент



(підпис)

К. Ю. Дергачов
(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	<p>Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»,</p> <p>Спеціальність: 173 «Авіоніка»</p> <p>Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»</p> <p>Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»</p> <p>Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</p> <p>Освітні програми: «Інженерія мобільних додатків», «Комп'ютерні системи технічного зору»</p> <p>Галузь знань: 27 «Транспорт»</p> <p>Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»</p> <p>Освітня програма: «Інтелектуальні транспортні системи»</p> <p>Рівень вищої освіти: другий (магістерський)</p>	Дисципліна за вибором
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання: –		Семестр
Загальна кількість годин кількість годин аудиторних занять* / загальна кількість годин 72 / 150		1-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		Лекції*
Семестр 1		32 години
Аудиторних – 4.5 год.		Практичні, семінарські*
Самост.. роботи – 5,4 год.		8
		Лабораторні*
	32 години	
	Самостійна робота	
	78 година	
	Вид контролю	
	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

72 / 78.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – формування у студентів знань, навичок і умінь, необхідних для виконання дослідницьких і розрахункових робіт по створенню спеціальних (оптимальних, адаптивних та інтелектуальних) систем управління різноманітних об'єктів і процесів на базі засобів обчислювальної техніки.

Завдання – отримання навичок і умінь, необхідних для виконання дослідницьких і розрахункових робіт по створенню спеціальних (оптимальних, адаптивних та інтелектуальних) систем управління і технологічних процесів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких компетентностей:

- **Загальні компетентності (ЗК):**

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК6. Здатність працювати в команді.
- ЗК7. Навички здійснення безпечної діяльності.
- ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК9. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК10. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

- **Фахові компетентності (ФК):**

- ФК1. Здатність формулювати мету і завдання дослідження, виявляти пріоритети розв'язку завдань, вибирати й створювати критерії оцінки.
- ФК2. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, оцінювати й представляти результати виконаної роботи.
- ФК3. Здатність використовувати закони й методи математики, природних, гуманітарних і економічних наук при розв'язку професійних завдань, у тому числі при розв'язку нестандартних завдань, що вимагають глибокого аналізу їх сутності з природничо-наукових позицій.
- ФК4. Готовність до постійного вдосконалювання професійної діяльності, прийнятих рішень і розробок у напрямку підвищення безпеки авіації.
- ФК5. Здатність володіти повним комплексом правових і нормативних актів у сфері безпеки авіації, що відносяться до об'єкту професійної діяльності.
- ФК6. Знання і вміння використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності.
- ФК7. Здатність готувати огляди, публікації за результатами виконаних досліджень.
- ФК8. Здатність до виконання патентного пошуку та підготовки матеріалів заявок на отримання документів інтелектуальної власності.
- ФК9. Здатність до підготовки, планування й проведенню навчальних занять в освітніх організаціях.
- ФК10. Здатність брати участь у модернізації та експлуатації автоматизованих систем управління повітряним рухом, новітніх радіоелектронних систем зв'язку, навігації та спостереження.
- ФК11. Здатність впроваджувати досягнення новітніх технологій у практику аеронавігаційного обслуговування.
- ФК12. Здатність до проведення робіт з дослідження та розробки компонентів аерокосмічних технологій, пов'язаних з організацією повітряного простору.
- ФК13. Здатність виконувати моделювання роботи компонентів перспективних та інтегрованих аеронавігаційних систем для вдосконалення їх функціонування.

ФК14Розуміння принципів імплементації безпілотних авіаційних систем та комплексів у контрольований повітряний простір.

- Програмні результати навчання

- ПРН1. Формулювати мету і завдання дослідження, виявляти пріоритети розв'язку завдань, вибирати й створювати критерії оцінки.
- ПРН2. Застосовувати сучасні методи дослідження, оцінювати й представляти результати виконаної роботи.
- ПРН3. Використовувати закони й методи математики, природніх, гуманітарних і економічних наук при розв'язку професійних завдань, у тому числі при розв'язку нестандартних завдань, що вимагають глибокого аналізу їх сутності з природничо-наукових позицій.
- ПРН4. Вдосконалювати професійну діяльність, методологію прийняття рішень і розробок у напрямку підвищення безпеки авіації.
- ПРН5. Володіти повним комплексом правових і нормативних актів у сфері безпеки авіації, що відносяться до об'єкту професійної діяльності.
- ПРН6. Використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності.
- ПРН7. Готувати огляди, публікації за результатами виконаних досліджень.
- ПРН8. Виконувати патентний пошук та готувати матеріали заявок на отримання документів інтелектуальної власності.
- ПРН9. Готувати, планувати та проводити навчальні заняття в освітніх організаціях.
- ПРН10. Брати участь у модернізації, експлуатації автоматизованих систем управління повітряним рухом, модернізації та експлуатації новітніх систем зв'язку, навігації та спостереження.
- ПРН11. Впроваджувати досягнення новітніх технологій у практику аеронавігаційного обслуговування.
- ПРН12. Проводити роботи з дослідження та розробки компонентів аерокосмічних технологій, пов'язаних з організацією повітряного простору.
- ПРН13. Моделювати роботу компонентів перспективних та інтегрованих аеронавігаційних систем для вдосконалення їх функціонування.
- ПРН14. Приймати участь в імплементації безпілотних авіаційних систем та комплексів у контрольований повітряний простір.

Пререквізити:

Вища математика: диференційне та інтегральне обчислювання; дослідження функцій та побудова їх графіків; матриці; дії з комплексними числами в алгебраїчній та показовій формі; векторна алгебра.

Мікроконтролери в системах управління. Проектування систем управління. Цифрові системи управління. Інформаційно-вимірювальні пристрої. Приводи систем управління.

Кореквізити:

Пілотажно-навігаційні комплекси, науково-дослідницька робота магістрів.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Оптимальні та адаптивні системи.

Змістовий модуль 1. Оптимальні системи автоматичного управління

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Сучасні методи побудови і моделювання систем управління».

Місце дисципліни у загальній системі підготовки інженерів у галузі систем управління літальними апаратами та комплексами. Предмет вивчення, задачі дисципліни, зміст курсу. Загальні поняття оптимального управління. Критерії оптимальності. Постановка задачі оптимального управління. Основні види обмежень. Критерії ефективності. Типи задач оптимізації. Приклади оптимальних систем. Рекомендована література.

Тема 2. Синтез оптимального управління за допомогою метода класичного варіаційного зчислення.

Елементи класичного варіаційного зчислення. Основні поняття варіаційного зчислення. Необхідні умови мінімуму функціоналу. Приклад синтезу оптимального управління за допомогою метода класичного варіаційного зчислення.

Тема 3. Принцип максимуму Понтрягіна.

Принцип максимуму Понтрягіна. Принцип максимуму для автономних та неавтономних систем. Умови трансверсальності. Інтерпретація принципу максимуму. Оптимальне управління лінійним автономним об'єктом. Принцип максимуму для систем програмного управління, оптимального за швидкодією.

Тема 4. Динамічне програмування Р.Беллмана.

Диференційне рівняння Беллмана. Приклад синтезу оптимального управління за методом динамічного програмування. Рекурентне співвідношення Беллмана. Зв'язок принципу максимуму Понтрягіна та динамічного програмування Беллмана.

Тема 5. Аналітичне конструювання регуляторів.

Постановка задачі аналітичного конструювання. Критерій якості керування. Матричне нелінійне рівняння Ріккати. Особливості вирішення задачі оптимізації. Приклад синтезу лінійно-квадратичного регулятора.

Модульний контроль: захист лабораторних робіт, модульна контрольна робота.

Змістовий модуль 2. Адаптивні системи автоматичного управління.

Тема 6. Класифікація адаптивних САУ.

Поняття адаптивного управління. Формування задачі адаптивного управління. Вимоги до адаптивних систем. Тенденції розвитку адаптивних систем. Структура АСАУ. Принципи побудови адаптивних САУ. Загальна класифікація АСАУ.

Тема 7. Екстремальні системи управління.

Властивості екстремальних САУ. Методи пошуку екстремуму. Приклади екстремальних систем: з обчисленням похідної, із синхронним детектуванням.

Тема 8. Загальні принципи побудови АСАУ з пасивною адаптацією. САУ з еталонною моделлю (ЕМ). Вимоги до ЕМ. Системи з ЕМ у зворотному зв'язку. САУ з ЕМ в прямому ланцюзі. САУ з ЕМ, паралельною до основного контуру.

Тема 9. АСАУ зі змінною структурою.

САУ зі змінною структурою. Параметрично інваріантні компенсаційні системи управління. САУ з компенсацією еквівалентних збурень. Приклад синтезу АСАУ.

Тема 10. Компенсаційно-інваріантні безошукові системи.

Задачі повної інваріантності. Неповна інваріантність в компенсаційних САУ. Реалізація компенсаційного управління в АСАУ.

Тема 11. АСАУ із самоналагоджуванням.

Безошукові САУ із самоналагоджуванням. Безошукові САУ з еталонною моделлю. АСАУ з оптимізацією якості.

Модульний контроль: захист лабораторних робіт, модульна контрольна робота.

Модуль 2. Інтелектуальні системи управління

Змістовий модуль 3. Системи автоматичного управління з нечіткими та нейронними регуляторами.

Тема 12. Методологія проектування інтелектуальних систем.

Еволюція задач та методів теорії управління. Стан проблеми інтелектуалізації систем управління. Проблематика теорії та практики інтелектуального управління. Принципи інтелектуалізації систем управління. Ієрархія задач та рівні інтелектуального управління. Особливості систем управління як об'єкта інтелектуалізації. Аналіз методів інтелектуалізації систем управління. Генетичні алгоритми та їх використання у сучасних СУ.

Тема 13. САУ з нечіткими регуляторами. Основні терміни та визначення нечіткої логіки.

Архітектура та основні складові частини експертних регуляторів. Особливості проектування та реалізації допоміжних систем (верхнього) нижнього рівня: фазифікація, дефазифікація, побудова правил, алгоритми логічного виводу. Обмеження використання. Основні поняття теорії нечіткої логіки: нечіткі множини, функції належності, лінгвистична змінна, лінгвистичний терм, кумуляція, активація, агрегування. Функції належності. Дефазифікація вихідних змінних. Метод центру тяжіння. Метод центру площі.

Тема 14. Нечіткі логічні висновки.

Розробка нечітких правил. Застосування функції Ляпунова для побудови правил. Алгоритм нечіткого висновку Мамдані. Алгоритм нечіткого висновку Сугено-Тагакі. Приклади побудови П-, ПІ-, ПД- і ПІД-регуляторів на базі нечіткої логіки.

Тема 15. Основи теорії нейронних штучних мереж (НШМ) і регуляторів.

Перцептрони. Нейронні мережі: модель нейронної мережі, нейронні мережі – навчання без вчителя, нейронні сіті Хопфілда та Лемінга. Практичне застосування НШМ.

Тема 16. САУ з нейронними регуляторами.

Архітектура та основні складові частини нейронних регуляторів. Особливості проектування та реалізації допоміжних систем (верхнього) нижнього рівня. Обмеження використання. Навчання нейронних мереж Алгоритм зворотного поширення помилки. Перенавчання та узагальнення нейронних мереж. Навчання без вчителя. Багатошарові нейронні мережі.

Модульний контроль: захист лабораторних робіт, модульна контрольна робота

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Оптимальні та адаптивні системи автоматичного управління					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Сучасні методи побудови і моделювання систем управління».	4	2	4	2	1
Тема 2. Синтез оптимального управління за допомогою метода класичного варіаційного зчислення.	16	2	--	4	4
Тема 3. Принцип максимуму Понтрягіна.	16	2	--	4	4
Тема 4. Динамічне програмування Р.Беллмана.	14	2	--	--	4
Тема 5. Аналітичне конструювання регуляторів.	14	2	--	2	4
Модульний контроль	2				2
Разом за змістовним модулем 1	88	10	4	12	19
Змістовний модуль 2. Адаптивні системи автоматичного управління					
Тема 6. Класифікація адаптивних САУ.	16	2	--	--	5
Тема 7. Екстремальні САУ.	16	2		4	5
Тема 8. Загальні принципи побудови АСАУ з пасивною адаптацією.	12	2	--	4	5

Тема 9. АСАУ зі змінною структурою.	12	2	--	--	5
Тема 10. Компенсаційно-інваріантні безпошукові системи.	12	2	4	--	5
Тема 11. Адаптивні САУ із самоналагоджуванням.	12	2	--	4	5
Модульний контроль	2				2
Разом за змістовним модулем 2	92	12	4	12	32
Усього годин за модулем 1	180	32	16	16	116
Модуль 2. Інтелектуальні системи управління					
Змістовий модуль 3. Системи автоматичного управління з нечіткими та нейронними регуляторами.					
Тема 12. Методологія проектування інтелектуальних систем.	12	2	--	--	1
Тема 13. САУ з нечіткими регуляторами. Основні терміни та визначення нечіткої логіки.	13	2	--	4	6
Тема 14. Нечіткі логічні висновки.	9	2		-4	6
Тема 15. Основи теорії нейронних штучних мереж (НШМ) і регуляторів.	14	2	--	--	6
Тема 16. САУ з нейронними регуляторами.	16	2	--	--	6
Модульний контроль	2				2
Разом за змістовним модулем 3	66	10		8	27
Усього годин	150	32	8	32	78

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не заплановано	

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1.	Оцінка стійкості САУ і визначення запасів стійкості	4
2.	Дослідження динамічних властивостей модального управління	4
3.	Дослідження варіаційного числення методом прямої підстановки	4
4.	Вибір алгоритму оптимального управління космічного літального апарата (КЛА) для режиму програмного розвороту.	4

5.	Синтез оптимальних систем згідно з принципом максимуму Понт-рягіна	4
6.	Аналітичне конструювання регуляторів	4
7.	Дослідження адаптивної системи синтезованої методом пасивної адаптації	4
8.	Створення і налаштування нечіткого регулятора в середовищі MATLAB / SIMULINK. Дослідження системи з нечітким регулятором	4
Разом		32

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк.год.
1	Опис САУ у часовій області. Отримання рівнянь стану та виходу за передавальною функцією.	4
2	Розрахунок передавальних функцій системи з еталонною моделлю при різних варіантах її розташування у системі.	4
Разом		8

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Розрахунок витрати робочого тіла при оптимальних розворотах КЛА.	5
2	Оптимальне управління витратою палива.	5
3	Синтез лінійно-квадратичного регулятора за допомогою MATLAB. Вирішення рівняння Ріккати.	5
4	Загальні критерії класифікації адаптивних систем.	5
5	Системи із запам'ятовуванням екстремуму.	5
6	Параметрично-інваріантні системи.	5
7	Адаптивні САУ з ідентифікатором параметрів.	5
8	Виконання розрахункової роботи на тему «Синтез оптимальної, системи автоматичного управління згідно з варіантом»	5
9	Розрахунок витрати робочого тіла при оптимальних розворотах КЛА.	5
Разом за модулем 1		45
Модуль 2		
10	Нейронні мережі Хопфілда та Лемінга	5
11	Правило навчання Гейба (корелятивне, співвідносне навчання). Градієнтні методи навчання. Навчання з підкріпленням	7
12	Кластерний аналіз.	8
13	Генетичні алгоритми пошуку екстремумів функцій.	7
14	Підходи до проектування складних ПД-контролерів. Застосування ПД у сучасних системах управління.	6
Разом за модулем 2		33

Разом	78
-------	----

9. Індивідуальне завдання

-

10. Методи навчання

Проведення аудиторних занять - лекцій, лабораторних і практичних робіт, індивідуальних консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Поточний контроль – відповідно до змістових модулів і тем у вигляді письмового опитування; усного опитування; тестування, виконання модульних контрольних робіт.

Семестровий контроль – у вигляді письмового іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	0...7	4	0...28
Виконання і захист практичних робіт	0...5	1	0...5
Модульний контроль	0...3	1	0...3
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...7	3	0...21
Виконання і захист практичних робіт	0...5	1	0...5
Модульний контроль	0...3	1	0...3
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5

Виконання і захист лабораторних робіт	0...7	2	0...14
Виконання і захист практичних робіт	0...4	-	0...0
Модульний контроль	0...4	1	0...4
Усього за семестр		0...100	

Білет для екзамену складається з теоретичних та практичних запитань.

Наприклад.

Теоретичні питання:

1. Принцип максимуму Понтрягіна.
2. Принципи побудови адаптивних САУ.
3. Системи з ЕМ у зворотньому зв'язку .
4. Застосування інтелектуальних САУ.

Практичні питання:

1. Для КЛА із моментом інерції $I_x = 1980 \text{ кг м}^2$, керуючим моментом $M_z = 15 \text{ Нм}$ та збурюючому моменті $M_3 = 5 \text{ Нм}$ визначити керування, яке мінімізує енергетичні витрати при плоскому розвороті по куту тангажа з початкового нульового на 180 град за 50 сек .

Динаміка КЛА описується системою диференціальних рівнянь,

$$\begin{cases} \frac{d\vartheta}{dt} = \omega_Z; \\ \frac{d\omega_Z}{dt} = m_Z, \end{cases}$$

де где ϑ – кут тангажа, ω_Z – проекція кутової швидкості,

m_Z – приведений момент, $m_Z = \frac{M_Z}{J}$,

J – момент інерції КЛА відносно вісі Z .

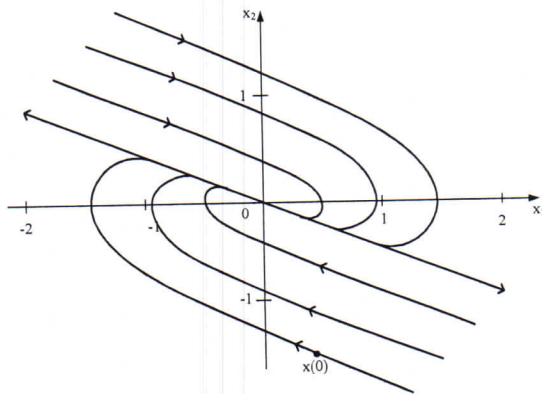
Треба розвернути КЛА з початкового стану

$\vartheta(0) = 0 \text{ град}, \omega_z(0) = 0 \text{ град} / \text{с}$ за час $t_f = 50 \text{ с}$ в кінцевий стан

$\vartheta(t_f) = 180 \text{ град}, \omega_z(t_f) = 0 \text{ град} / \text{с}$ при мінімумі функціонала

$$J = \int_0^{t_f} u^2(t) dt.$$

2. За наданим фазовим портретом та начальним положенням системи по-



будувати траєкторії зміни вхідного та вихідного сигналів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

методи побудови оптимальних САУ; методи побудови адаптивних САУ; методи побудови інтелектуальних САУ; методи пошуку оптимального управління та оптимальних параметрів управляючих пристроїв; методи отримання еталонних та номінальних математичних моделей; методи синтезу адаптивних управляючих пристроїв; методи пошуку екстремуму; методи проектування систем з нечіткими регуляторами; методи проектування систем з нейронно-мережевими регуляторами; генетичні алгоритми пошуку екстремуму функції.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки: вміти ставити задачі оптимального управління; вирішувати задачі синтезу оптимальних систем управління; отримувати еталонні та номінальні моделі об'єктів управління та САУ; формувати та вирішувати задачі синтезу адаптивних управляючих пристроїв; формувати задачі синтезу САУ з нечіткими регуляторами; формувати та вирішувати задачі синтезу систем з нейро-мережевими регуляторами.

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 лабораторні завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», вміє працювати з лабораторним обладнанням без допомоги викладача. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати лабораторне 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 дисци-

пліни. Захистив всі лабораторні завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», працювати з лабораторним обладнанням з деякими підказками викладача. Правильно розв'язує лабораторні 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 лабораторні завдання, виконав усі модульні завдання, має не впевнені навички в роботі з лабораторним обладнанням.

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 – професор каф. 301 Субота А.М.. Шлях для ознайомлення і скачування: R:\materials\Микропроцессорные регуляторы\ПП МП СУ

або

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

Розміщення НКМД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:
<https://mentor.khai.edu/course/view?id=2999>

1. Конспект лекцій з дисципліни «Сучасні методи побудови і моделювання систем управління». 2021 р.
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт. 2021р.
3. Субота А.М., Джулгаков В.Г. Науково-дослідна робота. Навчальний посібник до практичних занять. Харків: Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського «ХАІ», 2019.-96с.
4. Субота А.М. та інші. Використання нечіткого регулятора для підвищення якості системи управління космічного літального апарата на базі двигунів-маховиків включених за диференційною схемою./» Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии». Выпуск №75,2017.-149-157с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Ковриго Ю.М. Сучасна теорія управління. Частина 2.: Прикладні аспекти сучасної теорії управління/ Ю.М.Ковриго, О.В.Степанець, Т.Г.Баган, О.С.Бунке.-Київ, КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2018-155с.
2. Євстіфєєв В.О. Теорія автоматичного управління. Частина 2.: Спеціальні системи автоматичного керування. Навчальний посібник.-Кременчуг. 2005-185с.
3. . Руденко О.Г., Бодянський Э.В. Штучні нейроні мережі. Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.–Х: Компанія СМІТ, 2006.– 404 с.
4. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування.: Підручник.-Київ.;Львів, 2007-656с.

Допоміжна

1. Симонов В.Ф., Дибська І.Ю. Оптимальні й адаптивні системи автоматичного керування. Навчальний посібник до лабораторного практикуму. – Х.: Харків. авіац.ін-т, 2007. – 50 с.
2. Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB 6.5 SP/7 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта.– М.: С – Пресс. 2006. – 456 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 301: k301.khai.edu.