

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”
кафедра Систем управління літальних апаратів (СУЛА - № 301)

ЗАТВЕРЖУЮ

Голова НМК-2

 Д. М. Крицький

« ____ » _____ 2022

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Проектування 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 27 «Транспорт»

Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»

Освітня програма: «Інтелектуальні транспортні системи»

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

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

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

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2022

Розробник: Жукевич А.Б., доцент кафедри Систем управління літальних апаратів, к.т.н., доцент


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів (№ 301)
Протокол № 1 від “ 27 ” серпня 2022 р.

Завідувач кафедри 301, к.т.н., доцент


(підпис)

К. Ю. Дергачов
(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників		Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни Денна форма навчання	
Кількість кредитів - 11,5		Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації», Спеціальність: 173 «Авіоніка» Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів» Галузь знань: 27 «Транспорт» Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт» Освітня програма: «Інтелектуальні транспортні системи» Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування» Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Освітні програми: «Інженерія мобільних додатків», «Комп'ютерні системи технічного зору»	Обов'язкова	
Модулів - 3			Цикл підготовки:	
Змістових модулів - 3			2022 / 2023	
Індивідуальне науково - дослідне завдання (назва)			Семестр	
			7-й	8-й
Загальна кількість годин денна - 152/345			Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання 10,3 / 15			32 год	24 год
Семестр 7			Практичні	
Аудиторних 5 год	Самост. роботи 5,3 год		32 год	24 год
			Лабораторні	
Семестр 8		16 год	24 год	
Аудиторних 6 год	Самост. роботи 9 год	Самостійна робота		
		85 год	108 год	
		Вид контролю		
		іспит	іспит, диф. залік	

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить - 152/193.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу: Формування у здобувачів знань і умінь необхідних для проектування систем автоматичного управління технічних засобів.

Мета курсового проектування: засвоєння здобувачами практичних методів проектування (аналізу і синтезу) систем автоматичного управління, їх математичне, напівнатурного та натурне моделювання.

Завдання курсу: вивчення інформаційної, організаційної, методичної, технічної, алгоритмічної та лінгвістичної баз проектування систем автоматичного управління.

Завдання курсового проектування: отримання навичок аналізу технічного завдання на розробку систем управління, формування математичних моделей, функціональних і структурних схем, аналітичне проектування законів управління, дослідження системи управління, напівнатурне моделювання систем управління

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

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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 обґрунтовані рішення.

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

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

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

ФК3. Здатність реалізовувати та використовувати апаратні та програмно-алгоритмічні засоби щодо збільшення точності та надійності систем управління та інших якостей ЛА.

ФК4. Здатність розробляти технічні завдання на проектування і виготовлення систем управління літальних апаратів та засобів технологічного оснащення, вибирати обладнання й технологічне оснащення.

ФК6. Вміння аналізувати системи авіоніки, формувати архітектуру систем навігації та автоматичного управління літальних апаратів, виділяти підсистеми, що є складовими загальної системи та взаємозв'язки поміж ними.

ФК7. Вміння визначати склад випробувального обладнання необхідного для проведення експериментів по визначенню характеристик і параметрів систем управління літальних апаратів.

ФК8. Вміння готувати заявки на винаходи.

ФК9. Вміння впроваджувати досягнення вітчизняної та закордонної науки та техніки, використовувати інноваційний досвід у галузі авіоніки.

ФК10. Вміння оцінювати техніко-економічну ефективність проектування систем управління літальних апаратів.

Програмні результати навчання

ПРН1. Використовувати різні форми представлення систем та описувати їх різними методами (вербально, графічно, формально), аналізувати ситуації, що можуть виникати, під час їх функціонування.

ПРН2. Використовувати базові знання основних національних, європейських та міжнародних нормативно-правових актів у галузі авіоніки з метою постійного вдосконалювання своєї професійної діяльності.

ПРН3. Використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності, аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань з аналізу та синтезу систем.

ПРН4. Застосовувати сучасні технології автоматизації проектування та конструювання інформаційно-управляючих систем, вміти створювати апаратно-програмні засоби стосовно збільшення точності, надійності функціонування систем управління.

ПРН5. Розробляти технічні завдання на проектування систем управління літальних апаратів та засобів технологічного оснащення, вибрати обладнання й технологічне оснащення.

ПРН7. Аналізувати та створювати архітектуру систем автоматичного управління літальних апаратів, виділяти підсистеми та об'єкти, що є складовими системи, та взаємозв'язки між ними.

ПРН8. Визначати структуру і параметри випробувального обладнання для проведення експериментів по визначенню характеристик приладів та систем управління літальних апаратів, параметрів їх вузлів та виробів.

ПРИ 13. Розробляти закони автоматичного управління рухом ЛА, складати диференціальні рівняння їх руху, розв'язувати задачі траєкторних вимірювань.

Міждисциплінарні зв'язки:

Передумови для вивчення даної дисципліни:

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

Основи моделювання СУ: підходи до математичного моделювання об'єктів, формування математичного опису ОАУ,

Теорія автоматичного управління: принципи управління, методи синтезу САУ, отримання характеристик САУ та ін..

Знання отримані під час вивчення даної дисципліни використовуються у наступних дисциплінах:

Цифрові системи управління.

Системи управління літальними апаратами.

Сучасна теорія автоматичного управління.

Під час виконання курсових та дипломних робіт.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Задачі, методи, засоби та результати попереднього проектування САУ.

Змістовий модуль 1. Задачі, методи, засоби та результати попереднього проектування САУ.

Тема 1. Вступ до дисципліни.

Предмет та мета вивчення дисципліни, основні положення та визначення з проектування систем управління.

Тема 2. Класифікація та основні характеристики об'єктів і САУ. Підходи до класифікації САУ з прикладами. Основні показники якості САУ та способи їх визначення.

Тема 3. Стадії життєвого циклу САУ.

Основні стадії життєвого циклу САУ та їх особливості: проектування САУ, експлуатація САУ, виробництво САУ, експлуатація САУ, модернізація, зняття з експлуатації та утилізація САУ.

Тема 4. Розробка, узгодження та затвердження ТЗ.

Аналіз потреб замовника. Аналіз існуючого технічного рівня. Зміст та етапи узгодження технічного завдання.

Тема 5. Дослідження та обґрунтування необхідності та можливості розробки САУ. Порівняння вимог замовника, кваліфікації виконавців та існуючого технічного рівня. Етапи розробки САУ.

Тема 6. Ескізне та технічне проектування.

Основні етапи та технічна документація при технічному та ескізному проектуванні. Алгоритми узгодження документації.

Тема 7. Випробування в процесі проектування САУ.

Типи випробувань. Мета проведення випробувань. Зв'язок між стадією життєвого циклу та типами випробувань. Побудова структури стендів для автоматичного випробування елементів САУ.

Тема 8. Моделювання об'єктів і систем управління.

Типи моделей САУ. Особливості напівнатурного моделювання. Приклад напівнатурного моделювання.

Тема 9. Організація процесу проектування САУ.

Документація при різних процесах проектування. Обов'язки виконавців при проектуванні.

Тема 10. Творчі і нетворчі складові процесу проектування САУ. Особливості творчих и нетворчих задач в процесі проектування.

Модуль 2. Задачі, методи, засоби та результати ескізного та технічного проектування САУ.

Тема 11. Вибір та узгодження елементів САУ.

Вибір датчиків та приводів для САУ, інформаційне та енергетичне узгодження елементів САУ.

Тема 12. Вибір раціональної конфігурації САУ.

Формування структур САУ. Парето-оптимальний метод вибору раціональної конфігурації САУ.

Тема 13. Багатокритеріальне проектування САУ.

Узгодження різних показників якості при проектуванні САУ. Оцінка точності САУ.

Тема 14. Оцінка складності САУ.

Складність виробництва та технічного обслуговування САУ.

Тема 15. Методи оптимізації САУ.

Основи оптимального управління системами. *■

Тема 16. Оцінка точності САУ.

Методи розрахунку точності САУ. Базові поняття астатичності систем керування.

Модуль 3. Виконання курсового проекту.

Тема 17. Розробка ТЗ на курсовий проект.

Формування структури технічного завдання. Узгодження ТЗ.

Тема 18. Оцінка стану проблеми проектування САУ.

Проведення патентного пошуку та аналізу літератури.

Тема 19. Вивчення об'єкта управління.

Математичний опис системи управління.

Тема 20. Розробка функціональної схеми САУ.

Вибір структури САУ. Визначення зв'язків та передавальних функцій.

Тема 21. Вибір закону управління.

Підходи до вибору принципів управління.

Тема 22. Дослідження САУ.

Отримання усіх характеристик САУ.

Тема 23. Корекція САУ.

Методи синтезу корегуючи пристроїв

Тема 24. Експериментальне дослідження САУ. Напівнатурне моделювання САУ.

Методи та різновидності експериментальних досліджень САУ. Проведення напівнатурних досліджень реальних систем керування.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	денна						заочна
	усього	в тому числі					
		Л	ПР	ЛБ	ІН	СМ	
	МОДУЛЬ 1						
Змістовий модуль 1. Задачі, методи, засоби та результати попереднього про-ектування САУ							
Тема 1. Вступ до дисципліни	3	1				2	
Тема 2. Класифіка-ція та основні хара-ктеристики об'єктів і САУ	5	1				4	
Тема 3. Стадії жит-тево-го циклу САУ	5	2				3	
Тема 4. Розробка, узгодження та за-твердження ТЗ	8	2		2		4	
Тема 5. Досліджен-ня та обґрунтування необхідності та мо-жливості розробки САУ.	10	2	4			4	
Тема 6. Ескізне та технічне проекту-вання	14	2	4			8	
Тема 7. Випробу-	8	2	4			2	

вання в процесі проектування САУ							
Тема 8. Моделювання об'єктів і систем САУ	2	8		8		10	
Тема 9. Організація процесу проектування САУ	6	2				4	
Тема 10. Творчі і нетворчі складові процесу проектування	4	2				2	
Разом за змістовим модулем 1	91	18	20	10		43	
МОДУЛЬ 2							
Змістовий модуль 2. Задачі, методи, засоби та результати ескізного та технічного проектування САУ							
Тема 11. Вибір та узгодження елементів САУ	9	2		3		4	
Тема 12. Вибір раціональної конфігурації САУ	21	2	6	3		10	
Тема 13. Багатокритеріальне проектування САУ	6	2				4	
Тема 14. Оцінка складності САУ	6	2				4	
Тема 15. Методи оптимізації САУ	14	4				10	
Тема 16. Оцінка точності САУ.	18	2	6			10	
Разом за змістовим модулем 2	74	14	12	6		42	
Разом за семестр	165	32	32	16		84	
МОДУЛЬ 3							
Змістовий модуль 3. Виконання курсового проекту							
Тема 17. Розробка ТЗ на курсовий проєкт.	16	2	4			10	
Тема 18. Оцінка стану проблеми проектування САУ.	16	2	4			10	
Тема 19. Вивчення об'єкта управління.	18	4	4			10	

Тема 20. Розробка функціональної схеми САУ.	16	2	4			10	
Тема 21. Вибір закону управління.	18	2	4	2		10	
Тема 22. Дослідження САУ.	20	2	4	4		10	
Тема 23. Корекція САУ.	42	6	8			28	
Тема 23. Корекція САУ.	34	4	4	6		20	
Разом за змістовим модулем 3	180	24	24	24		108	
Усього годин	345	56	56	40		193	

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 4. Розробка, узгодження та затвердження ТЗ	2
2	Тема 8. Моделювання об'єктів і систем управління.	8
3	Тема 11. Вибір та узгодження елементів САУ	3
4	Тема 12. Вибір раціональної конфігурації САУ	3
5	Тема 17. Розробка ТЗ на курсовий проект.	4
6	Тема 18. Оцінка стану проблеми проектування САУ.	4
7	Тема 19. Вивчення об'єкта управління.	4
8	Тема 20. Розробка функціональної схеми САУ.	4
9	Тема 21. Вибір закону управління.	4
10	Тема 22. Дослідження САУ.	4
11	Тема 23. Корекція САУ.	8
12	Тема 24. Експериментальне дослідження САУ	8
	Разом	56

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 5. Дослідження та обґрунтування необхідності та можливості розробки САУ. Дослідження системи стабілізації кута тангажа транспортного літака	2
2	Тема 6. Ескізне та технічне проектування. Дослідження системи стабілізації кута тангажа транспортного літака з демпфувальним контуром	6
3	Тема 7. Випробування в процесі проектування САУ. Дослідження системи стабілізації кутової швидкості тангажа реактивного літака.	6
4	Тема 8. Моделювання об'єктів і систем управління. Дослідження системи стабілізації швидкості руху літака.	4
5	Тема 12. Вибір раціональної конфігурації САУ. Напівнатурне моделювання каналу керування кутом тангажу літака.	4
6	Тема 16. Оцінка точності САУ. Моделювання системи кутової стабілізації літака <i>СУ-21</i> .	4
7	Тема 21. Вибір закону управління. Напівнатурне моделювання електропривода літального апарату з використанням різних законів керування.	4
8	Тема 22. Дослідження САУ. Напівнатурне моделювання системи керування кутом повороту радару	4
9	Тема 24. Експериментальне дослідження САУ. Напівнатурне моделювання скорегованої системи керування літальним апаратом.	6
	РАЗОМ	40

8. Самостійна робота

Назва теми	Кількість годин
Тема 1. Вступ до дисципліни	2
Тема 2. Класифікація та основні характеристики об'єктів і САУ	4
Тема 3. Стадії життєво-го циклу САУ	3
Тема 4. Розробка, узгодження та затвердження ТЗ	4
Тема 5. Дослідження та обґрунтування необхідності та можливості розробки САУ.	4
Тема 6. Ескізне та технічне проектування	8
Тема 7. Випробування в процесі проектування САУ	2
Тема 8. Моделювання об'єктів і систем САУ	10

Тема 9. Організація процесу проектування САУ	4
Тема 10. Творчі і нетворчі складові процесу проектування	2
Тема 11. Вибір та узгодження елементів САУ	4
Тема 12. Вибір раціональної конфігурації САУ	10
Тема 13. Багатокритеріальне проектування САУ	4
Тема 14. Оцінка складності САУ	4
Тема 15. Методи оптимізації САУ	10
Тема 16. Оцінка точності САУ.	10
Тема 17. Розробка ТЗ на курсовий проект.	10
Тема 18. Оцінка стану проблеми проектування САУ.	10
Тема 19. Вивчення об'єкта управління.	10
Тема 20. Розробка функціональної схеми САУ.	10
Тема 21. Вибір закону управління.	10
Тема 22. Дослідження САУ.	10
Тема 23. Корекція САУ.	28
Тема 24. Експериментальне дослідження САУ	20
РАЗОМ	193

Теми курсових проектів

1. Розробка системи стабілізації швидкості повздовжнього руху квадрокоптер
2. Розробка системи управління БПЛА в повздовжньому каналі
3. Розробка системи управління вертикальним злетом і посадкою БПЛА
4. Розробка системи управління аеростатичним літальним апаратом
5. Розробка системи стабілізації швидкості квадрокоптера
6. Розробка системи стабілізації швидкості бічного руху БПЛА
7. Розробка системи управління БПЛА в режимі висіння
8. Система позиціонування висоти квадрокоптера
9. Система стабілізації курсу середнього літака.
10. Система стабілізації курсу важкого літака.
11. Розробка системи стабілізації швидкості літака в крейсерському режимі
12. Розробка системи стабілізації літального апарата в каналі крену
13. Розробка системи стабілізації швидкості літального апарату
14. Система стабілізації кута тангажа легкого літака.
15. Система стабілізації кута тангажа середнього літака.
16. Система стабілізації кута тангажа важкого літака.
17. Система стабілізації висоти польоту легкого літака.
18. Система стабілізації висоти польоту середнього літака.
19. Система стабілізації висоти польоту важкого літака.

20. Система стабілізації кута курсу крилатої ракети.
21. Система стабілізації кута тангажа крилатої ракети.
22. Система стабілізації висоти польоту крилатої ракети.
23. Система стабілізації швидкості польоту крилатої ракети.
24. Система стабілізації кута тангажа ракети-носія.
25. Система стабілізації швидкості польоту ракети-носія.

10. Методи навчання

Словесно - наочні: лекції, практичні: лабораторні та практичні роботи, індивідуальні 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.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

7 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0	10	0...0
Тести з матеріалів лекції	0...4	1	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	1...5	4	4...20
Виконання і захист практичних робіт	1...5	4	4...20
Модульний контроль	1...15	1	1...15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	2	0...2
Тести з матеріалів лекції	0...4	1	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	1...5	2	2...10
Виконання і захист практичних робіт	1...5	2	2...10
Модульний контроль	1...15	1	1...15
Виконання і захист РР	1...9	1	1...9
Усього за семестр			60...100

8 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Тести з матеріалів лекції	0...4	1	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	1...10	3	3...30
Виконання і захист практичних робіт	0...2	12	0...36
Модульний контроль	1...22	1	1...22
Усього за семестр			60...100
Змістовний модуль (курсовий проект)			
Виконання і захист практичних робіт	1...10	6	6...60
Захист курсової роботи	0...40		0...40
Усього за семестр			60...100

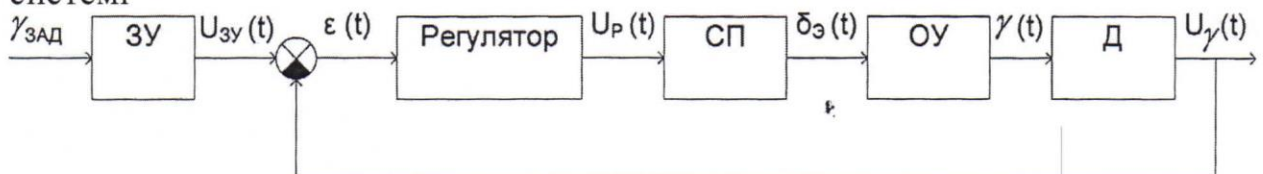
Білет для іспиту складається з теоретичних та практичних запитань.
Наприклад.

Теоретичні питання:

1. Класифікація систем автоматичного управління. Основні властивості об'єктів та систем управління.
2. Стадії життєвого циклу систем автоматичного управління.
3. Задачі проектувальника на стадії замислення САУ. Задачі проектувальника на стадії попереднього проектування САУ.
4. Задачі проектувальника на стадії ескізного проектування САУ. Задачі проектування на стадії технічного проектування
5. Задачі та етапи розвитку САУ.

Практичні питання:

1. Знайти коефіцієнти ПД закону управління КП і КД, що забезпечують задану тривалість перехідного процесу і заданий коефіцієнт демпфірування в системі



2. Наведіть функціональну схему для автоматичної побудови амплітудно-частотної характеристики системи.
3. Для заданого диференціального рівняння отримаєте схему моделювання на операційних підсилювачах.

13. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Основи побудови різноманітних систем автоматичного керування. Оцінка та забезпечення показників якості систем автоматичного керування. Базові поняття оптимізації та використання елементів моделювання в процесах проектування.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

Вміти працювати з: обладнанням та засобами вимірювання, які застосовуються при проведенні лабораторних та практичних робіт; макетними платами; програмними пакетами Mat Lab.

14. 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 «Проектування систем управління». Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи зі структурами систем управління. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне та 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 дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи зі структурами систем управління. Правильно розв'язує 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 практичних завдань. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи зі схемотехніки.

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, курсова робота	Залік
90 – 100	відмінно	зараховано
75 – 89	добре	
60 -74	задовільно	
0 – 59	незадовільно	незараховане

14. Методичне забезпечення

Розміщення НКМД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=749>

1. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування систем управління»
2. Реалізація математичних моделей САК на універсальному дослідному стенді [Електронний ресурс] : навч. посіб. до курс, проектування / В. І. Барсов, Н. М. Харіна. - Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків, авіац. ін-т», 2018. - 55 с.
3. Методы синтеза систем автоматической стабилизации и позиционирования [Текст] : учеб. пособие / А. Е. Басова, А. С. Кулик, С. Н. Пасичник, Н. Н. Харина. - Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т», 2019. - 192 с.
4. НКМД в електронному вигляді розміщене на сервері каф. 301.

15. Рекомендована література (Базова)

1. Автоматизированное проектирование САУ /Я.Я. Алексанкин, Ф.З. Бржозовский, В.А. Жбанов и др. Под. ред. В.В. Солодовников. - М. Машиностроение. 1990. - 332 с.
2. Дитрих Я. проектирование и конструирование: Системный подход. - М.: Мир. 1981. - 456 с.
3. Никулин Е.А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем. - СПб.: БХВ - Петербург. 2004. - 640 с.
4. Основы цифрових систем /І.П. Барабаш, М.П. Благодатний, В.Я. Жихарев і ін. - Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «ХАІ», 2002. - 672 с.
5. Тищенко Н.М. Введение в проектирование систем управления. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 248 с.

6. Сольников Р.И. Автоматизация проектирования систем автоматического управления. - М.: Высш. шк., 1991. - 335 с

Допоміжна

1. Боднер В.А. Системы управления летательными аппаратами. - М.: Машиностроение. 1973. - 506 с.
2. Гордин А.Г. Самолет как объект управления. - Учеб. пособие, Харьков: Харьк. авиац. ин-т. 1990. - 102 с.
3. Гудвин Г.К., Гребе С.Ф., Сальгадо М.З. Проектирование систем управления. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2004. - 911 с.
4. Кулик А.С. Методы расчета цифровых СУ: Учеб. пособие. - Х.: Харьк. авиац. ин-т., 1989. - 97 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 301: k301.khai.edu.