


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

  
(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ  
(ініціали та прізвище)

«26» серпня 2024 р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Теорія автоматичного управління»**

(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** 17 «Електроніка та телекомунікації»

**Спеціальність:** 173 «Авіоніка»


**Освітня програма:** Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів

**Форма навчання:** денна

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Харків 2024 рік**


Розробник: професор кафедри систем управління літальних апаратів, д.т.н.,  
професор Анатолій КУЛІК

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри  
(№ 301) систем управління літальних апаратів

Протокол № 1 від “26” серпня 2024 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ  
(прізвище та ініціали)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)	
Кількість кредитів – 11	<p><b>Галузь знань:</b> <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u></p> <p><b>Спеціальність:</b> <u>173 «Авіоніка»</u></p> <p><b>Освітня програма:</b> Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова	
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік:</b>	
Кількість змістовних модулів – 6			
Індивідуальні завдання: 1. «Система автоматичної стабілізації робочого механізму» – 5 семестр. 2. «Система автоматичного позиціонування робочого механізму» – 6 семестр.		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 160/330		5-й	6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		<b>Лекції<sup>1)</sup></b>	
<b>Семестр 5</b>		32 год.	32 год.
Аудиторних – 5,5 год.; самостійної роботи здобувача – 5,7 год.		<b>Практичні<sup>1)</sup></b>	
<b>Семестр 6</b>		24 год.	8 год.
Аудиторних – 4,5 год.; самостійної роботи здобувача – 4,9 год.		<b>Лабораторні<sup>1)</sup></b>	
		32 год.	32 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		92 год.	78 год.
		<b>Вид контролю</b>	
	іспит	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 160/170.

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** вивчення основних положень, теоретичних основ розробки сучасних систем автоматичного управління; сучасних принципів, схем та методів побудови систем управління, їх характеристик; засвоєння здобувачами практичних методів побудови математичних моделей і розрахунку одно- та двоконтурних систем автоматичного управління, їх напівнатурного моделювання.

**Завдання:** отримання здобувачами навичок формування структури системи автоматичного управління, розробки функціональних і структурних схем, побудови математичних моделей функціональних елементів, вирішення задач аналізу та синтезу системи, експериментального дослідження функціональних властивостей системи; отримання навичок аналізу технічного завдання на розробку систем управління, аналітичне проектування законів управління, дослідження системи управління, напівнатурне моделювання систем управління.

### **Компетентності, які набуваються:**

#### **Загальні компетентності:**

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

#### **Фахові компетентності:**

ФК4. Здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів.

ФК6. Здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів.

ФК10. Здатність обґрунтовувати прийняті рішення, ефективно працювати автономно та у складі колективу.

### **Очікувані результати навчання:**

ПРН1. Адаптуватися до змін технологій професійної діяльності, прогнозувати їх вплив на кінцевий результат.

ПРН2. Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв'язання спеціалізованих задач професійної діяльності.

ПРН3. Відповідально та кваліфіковано ставити та вирішувати задачі, пов'язані зі створенням приладів і систем авіоніки.

ПРН4. Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області.

ПРН5. Організовувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН6. Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності.

ПРН11. Розробляти технічні вимоги до систем та пристроїв авіоніки; здійснювати проектування систем та пристроїв авіоніки з урахуванням вимог замовника та нормативно-технічної документації.

ПРН14. Застосовувати сучасні інформаційні технології для забезпечення функціонування літальних апаратів та наземних комплексів.

ПРН15. Розробляти математичні моделі літальних апаратів як об'єктів керування.

#### **Пререквізити:**

Вища математика: диференційне та інтегральне обчислювання; дії з комплексними числами; дослідження функцій.

Електроніка і основи схемотехніки: схеми виконання арифметичних операцій на операційному підсилювачі.

Основи моделювання систем авіоніки: методи формування і дослідження математичних моделей елементів і систем управління, аналіз експериментальних характеристик.

#### **Кореквізити:**

Приводи систем авіоніки.

Методи обчислень та моделювання на ЕОМ.

Інформаційно-вимірювальні пристрої систем авіоніки.

#### **Постреквізити:**

Системи управління літальними апаратами.

Проектування систем управління літальними апаратами.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

**Змістовний модуль 1.** Принцип управління за задавальним впливом.

**Тема 1.** Вступ до дисципліни «Теорія автоматичного управління».

**Тема 2.** Стабілізація фізичних величин. Визначення, характеристики, функціональна схема САС. Принцип управління за задавальним впливом. [1, С. 18–20], [2, С. 43, 44], [3, С. 15–21].

**Тема 3.** Моделі електродвигунів серії СЛ. Вербальна модель. Графічна модель. Математична модель. [1 доп, С 63–70].

**Тема 4.** Експериментальне визначення параметрів передавальних функцій ОАС. Три підходи до розрахунку потрібного значення потужності електродвигуна. [3, С. 131–138].

**Тема 5.** Вибір виконавчих органів. Передавальна функція електродвигуна за керуючим впливом. Передавальна функція електродвигуна за збурюючим впливом. Лінеаризація. [2 доп, С 61–66].

#### **Модульний контроль.**

**Змістовний модуль 2.** Принцип управління за збурювальним впливом.

**Тема 6.** Використання принципу управління за збурювальним впливом для вирішення задачі стабілізації. Принцип управління за збурювальним впливом. [3, С. 15–21].

**Тема 7.** Формування структури САС та визначення параметрів ПАС. Функціональна схема ОАС. Структурна схема ОАС. Функціональна схема САС. Структурна схема САС. Перетворення структурних схем. Інваріантність системи щодо збурення. [2, С. 82–85].

**Тема 8.** Визначення параметрів передавальних функцій електродвигуна. Використання паспортних даних електродвигуна. [2, С. 73–76, 79, 80].

**Тема 9.** Побудова перехідних процесів САС. Спосіб розкладу на елементарні дроби. Формула Хевісайда. [1, С. 39, 40, 58–61], [2, С. 156–159].

**Тема 10.** Частотні характеристики. Основні положення. Експериментальне отримання частотних характеристик. Аналітичне отримання частотних характеристик. Аналітичне отримання частотних характеристик для лінеаризованого об'єкта автоматичної стабілізації. Адекватність аналітичних частотних характеристик. Визначення коефіцієнта передачі елементів САС та сталої часу за частотними характеристиками. [2, С. 423–432].

### **Модульний контроль.**

**Змістовний модуль 3.** Принцип управління за відхиленням.

**Тема 11.** Використання принципу автоматичного управління за відхиленням для вирішення завдання стабілізації. Історія практичного використання принципу автоматичного управління за відхиленням. Інформаційні особливості замкнутої системи. Завдання стабілізації. [1, С. 21–24], [2, С. 23–26], [3, С. 82–84].

**Тема 12.** Функціональні і структурні схеми замкнутої САС. Передавальна функція розімкнутої системи. Основна передавальна функція замкнутої системи. Передавальна функція замкнутої системи за збурювальним впливом. [1, С. 47–49], [2, С. 82–87], [3, С. 96–98].

**Тема 13.** Лінеаризовані математичні моделі ОАС. Аналітичний та експериментальний способи отримання передавальних функцій лабораторного ОАС. Дослідження функціональних властивостей ОАС з використанням передавальних функцій. [1, С. 90–98, 132–156], [2, С. 60–63], [3, С. 86–90].

**Тема 14.** Загальні відомості про стійкість замкнутих САУ. Поняття стійкості. Необхідні і достатні умови стійкості. [2, С. 308–312].

**Тема 15.** Критерії стійкості. Перший метод Ляпунова. Критерій Гурвіца. Критерій Найквіста. [2, С. 312–320, 485–499].

**Тема 16.** Показники якості систем автоматичної стабілізації. Працездатність системи. Точність. Час перехідного процесу. Перерегулювання. Показник коливання. [2, С. 206–208, 246–252].

**Тема 17.** Типові конфігурації перетворювального елемента САС. Пропорційно-інтегрально-диференціальна структура перетворювального елемента. Передавальні функції ПЕ. Структурні схеми ПЕ. [1, С. 116–123], [2, С. 565–567].

**Тема 18.** Елементарні динамічні ланки. Основні передавальні функції елементарних ланок. Розрахункові характеристики елементарних динамічних ланок. [2, С. 56–60, 79–82].

**Тема 19.** Сучасні та перспективні підходи до проектування систем автоматичної стабілізації. Комбіновані САС. Адаптивні САС. Інтелектуальні САС. [2, С. 37, 38], [3, С. 15–25], [1 доп, С. 53–57].

**Тема 20.** Класифікація систем автоматичної стабілізації. [2, С. 28–36].

**Тема 21.** Аналіз ресурсних можливостей проектування систем автоматичної стабілізації. Аналіз принципів управління за задавальним, збурюючим впливом та за відхиленням. [3, С. 15–21].

**Тема 22.** Стабілізація кутових положень нетрадиційних літальних апаратів. [4 доп, 5 доп].

**Тема 23.** Актуальні напрями розвитку теорії автоматичного управління. Сучасні та перспективні об'єкти автоматичного управління. Напрями розвитку теорії. [3, С. 37].

**Модульний контроль.**

**Модуль 2.**

**Змістовний модуль 4.** Позичування фізичних величин.

**Тема 24.** Позичування. Задача позичування. Об'єкт автоматичного позичування (ОАП). Пристрій автоматичного позичування (ПАП). Функціональна схема об'єкта автоматичного позичування. Функціональна схема пристрою автоматичного позичування.

**Тема 25.** Використання принципу управління за задавальним впливом для вирішення завдання позичування. Принцип управління за задавальним впливом. Функціональна схема системи автоматичного позичування (САП). [1, С. 18–20], [2, С. 43, 44], [3, С. 15–21].

**Тема 26.** Простір станів. Змінні стану. Опис ОАП у просторі станів. Структурна схема ОАП. [2, С. 139–145, 155, 156], [1 доп, С. 63–70].

**Модульний контроль.**

**Змістовний модуль 5.** Корекція САП.

**Тема 27.** Використання принципу управління за збуренням для вирішення завдання позичування. Принцип управління за збуренням. Функціональна схема об'єкта автоматичного позичування. Функціональна схема пристрою автоматичного позичування. Структурна схема ОАП. Структурна схема ПАП. Типові характеристики ОАП. Інваріантність. Передавальна функція коригуючого елемента. [3, С. 15–21].

**Тема 28.** Використання принципу управління за відхиленням для вирішення задачі позичування. Принцип управління за відхиленням. Функціональна схема замкненої САП. Зворотний зв'язок. Структурна схема замкненої САП. Передавальні функції замкненої САП. [1, С. 21–24], [2, С. 23–26], [3, С. 82–84].

**Тема 29.** Загальні відомості про стійкість замкнутих САП. Поняття стійкості. Необхідні і достатні умови стійкості. [2, С. 308–312].

**Тема 30.** Критерії стійкості. Перший метод Ляпунова. Критерій Гурвіца.

Критерій Найквіста. [2, С. 312–320, 485–499].

**Тема 31.** Корекція функціональних властивостей системи. Функціональна схема замкненої лабораторної САП. Структурна схема замкненої лабораторної САП. [2, С. 567–571].

**Тема 32.** Елементарні динамічні ланки. Основні передавальні функції елементарних ланок. Розрахункові характеристики елементарних динамічних ланок. [2, С. 56–60, 79–82].

**Тема 33.** Корируючі пристрої. Точність замкненої САП. Швидкісна похибка. Послідовні, паралельні корируючі пристрої та корируючі зворотні зв'язки. Метод синтезу САП за логарифмічними частотними характеристиками. [1, С. 26–41], [2, С. 567–577].

**Тема 34.** Синтез послідовних корируючих пристроїв. [2, С. 584–587], [3 доп–5 доп].

**Тема 35.** Метод кореневого годографа. Загальні відомості. Суть методу. Приклад. [1, С. 77–113], [2, С. 350–370].

**Тема 36.** Типові конфігурації перетворювального елемента САП. Пропорційно-інтегрально-диференціальна структура ПЕ. Передавальні функції ПЕ. Структурні схеми ПЕ. [1, С. 116–123], [2, С. 565–567].

**Модульний контроль.**

**Змістовний модуль 6.** Особливі САП.

**Тема 37.** Нелінійні САП. Типові нелінійності. Статичні характеристики типових нелінійних елементів. Особливості процесів управління в нелінійних системах. Метод Гольдфарба. Абсолютна стійкість. Області стійкості. Умови виникнення автоколивань. [бдоп].

**Тема 38.** Гармонічна лінеаризація. Структурна схема нелінійної САП. Коефіцієнти гармонічної лінеаризації. [бдоп].

**Тема 39.** Цифрові автоматичні системи. Блок-схеми типових цифрових автоматичних систем. Особливості перетворення сигналів. Модуляція. Квантування за часом. Квантування за рівнем. [2, С. 756–761, 771–773].

**Модульний контроль.**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього го	У тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Принцип управління за задавальним впливом</b>					
Тема 1. Вступ до дисципліни «Теорія автоматичного управління».	1	1	–	–	–
Тема 2. Стабілізація фізичних величин.	1	1	–	–	–
Тема 3. Моделі електродвигунів серії СЛ.	5	1	–	–	4



1	2	3	4	5	6
Тема 4. Експериментальне визначення параметрів передавальних функцій ОАС.	11	1	1	5	4
Тема 5. Вибір виконавчих органів.	8	1	3	–	4
Модульний контроль	1	–	–	–	1
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>13</b>
<b>Змістовний модуль 2. Принцип управління за збурюючим впливом</b>					
Тема 6. Використання принципу управління за збурювальним впливом для вирішення задачі стабілізації.	5	1	–	–	4
Тема 7. Формування структури САС та визначення параметрів ПАС.	7	1	2	–	4
Тема 8. Визначення параметрів передавальних функцій електродвигуна.	6	1	1	–	4
Тема 9. Побудова перехідних процесів САС.	13	2	2	5	4
Тема 10. Частотні характеристики.	16	2	4	5	5
Модульний контроль	1	–	–	–	1
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>48</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>22</b>
<b>Змістовний модуль 3. Принцип управління за відхиленням</b>					
Тема 11. Використання принципу автоматичного управління за відхиленням для вирішення завдання стабілізації	10	1	–	5	4
Тема 12. Функціональні і структурні схеми замкнутої САС.	8	2	2	–	4
Тема 13. Лінеаризовані математичні моделі ОАС.	7	2	1	–	4
Тема 14. Загальні відомості про стійкість замкнутих САУ.	6	2	–	–	4
Тема 15. Критерії стійкості.	10	2	3	–	5
Тема 16. Показники якості систем автоматичної стабілізації.	18	2	5	6	5
Тема 17. Типові конфігурації перетворювального елемента САС.	13	2	–	6	5
Тема 18. Елементарні динамічні ланки.	7	2	–	–	5
Тема 19. Сучасні та перспективні підходи до проектування систем автоматичної стабілізації.	5	1	–	–	4
Тема 20. Класифікація систем автоматичної стабілізації.	5	1	–	–	4
Тема 21. Аналіз ресурсних можливостей проектування систем автоматичної стабілізації.	5	1	–	–	4
Тема 22. Стабілізація кутових положень нетрадиційних літальних апаратів.	5	1	–	–	4

1	2	3	4	5	6
Тема 23. Актуальні напрями розвитку теорії автоматичного управління.	5	1	–	–	4
Модульний контроль	1	–	–	–	1
<b>Разом за змістовним модулем 3</b>	<b>105</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>57</b>
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>92</b>
<b>Контрольний захід</b>	–	–	–	–	–
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовний модуль 4. Позичування фізичних величин</b>					
Тема 24. Позичування фізичних величин.	3	2	1	–	–
Тема 25. Використання принципу управління за задавальним впливом для вирішення задачі позичування.	12	2	–	5	5
Тема 26. Простір станів.	7	2	–	–	5
Модульний контроль	1	–	–	–	1
<b>Разом за змістовним модулем 4</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>11</b>
<b>Змістовний модуль 5. Корекція САП</b>					
Тема 27. Використання принципу управління за збуренням для вирішення завдання позичування	12	2	–	5	5
Тема 28. Використання принципу управління за відхиленням для вирішення задачі позичування.	14	2	2	5	5
Тема 29. Загальні відомості про стійкість замкнених САП.	7	2	–	–	5
Тема 30. Критерії стійкості.	9	2	2	–	5
Тема 31. Корекція функціональних властивостей системи.	13	2	–	6	5
Тема 32. Елементарні динамічні ланки.	7	2	–	–	5
Тема 33. Коригуючі пристрої.	13	2	–	6	5
Тема 34. Синтез послідовних коригуючих пристроїв.	10	2	3	–	5
Тема 35. Метод кореневого годографа.	7	2	–	–	5
Тема 36. Типові конфігурації перетворювального елемента САП.	7	2	–	–	5
Модульний контроль	1	–	–	–	1
<b>Разом за змістовним модулем 5</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>51</b>
<b>Змістовний модуль 6. Особливі САП</b>					
Тема 37. Нелінійні САП.	9	2	–	2	5
Тема 38. Гармонічна лінеаризація.	10	2	–	3	5
Тема 39. Цифрові автоматичні системи.	7	2	–	–	5
Модульний контроль	1	–	–	–	1
<b>Разом за змістовним модулем 6</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	–	<b>5</b>	<b>16</b>

1	2	3	4	5	6
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>150</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>78</b>
<b>Контрольний захід</b>	–	–	–	–	–
<b>Усього годин</b>	<b>330</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>170</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	не передбачено	–

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Графічна лінеаризація статичних характеристик ОАС.	3
2	Розрахунковий вибір виконавчого елемента.	3
3	Перетворення структурних схем САС.	4
4	Розрахунок перехідних характеристик САС.	4
5	Розрахунок частотних характеристик САС.	4
6	Оцінювання стійкості замкненої САС.	3
7	Оцінювання якості замкненої САС.	3
8	Графічна лінеаризація статичних характеристик ОАП.	1
9	Розрахунок часових характеристик САП.	2
11	Оцінювання стійкості замкненої САП.	2
12	Синтез САП методом логарифмічних амплітудно-частотних характеристик.	3
	Разом	32

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експериментальне дослідження розімкненої САС. Принцип управління за задавальним впливом.	5
2	Експериментальне дослідження розімкненої САС. Принцип управління за збурюючим впливом.	5
3	Експериментальне дослідження замкненої САС. Принцип управління за відхиленням.	5
4	Експериментальне дослідження частотних характеристик розімкненої САС.	5
5	Експериментальне дослідження замкненої САС з перетворювальним елементом ПД-типу.	6

6	Експериментальне дослідження замкненої САС з коригуючим зворотним зв'язком.	6
7	Експериментальне дослідження розімкненої САП. Принцип управління за задавальним впливом.	5
8	Експериментальне дослідження розімкненої САП. Принцип управління за збурюючим впливом.	5
9	Експериментальне дослідження замкненої САП. Принцип управління за відхиленням.	5
10	Експериментальне дослідження замкненої САП з перетворювальним елементом ПІД-типу.	6
11	Експериментальне дослідження замкненої САП з коригуючим зворотним зв'язком.	6
12	Експериментальне дослідження замкненої нелінійної САП.	5
	Разом	64

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Моделі електродвигунів серії СЛ (Тема 3)	4
2	Експериментальне визначення параметрів передавальних функцій ОАС (Тема 4)	4
3	Вибір виконавчих органів (Тема 5)	4
4	Використання принципу управління за збурювальним впливом для вирішення завдання стабілізації (Тема 6)	4
5	Формування структури САС та визначення параметрів ПАС (Тема 7)	4
6	Визначення параметрів передавальних функцій електродвигуна (Тема 8)	4
7	Побудова перехідних процесів САС (Тема 9)	4
1	2	3
8	Частотні характеристики (Тема 10)	5
9	Використання принципу автоматичного управління за відхиленням для вирішення завдання стабілізації (Тема 11)	4
10	Функціональні і структурні схеми замкнутої САС (Тема 12)	4
11	Лінеаризовані математичні моделі ОАС (Тема 13)	4
12	Загальні відомості про стійкість замкнутих САУ (Тема 14)	4
13	Критерії стійкості (Тема 15)	5
14	Показники якості систем автоматичної стабілізації (Тема 16)	5
15	Типові конфігурації перетворювального елемента САС (Тема 17)	5
16	Елементарні динамічні ланки (Тема 18)	5
17	Сучасні та перспективні підходи до проектування систем автоматичної стабілізації (Тема 19)	4

18	Класифікація систем автоматичної стабілізації (Тема 20)	4
19	Аналіз ресурсних можливостей проектування систем автоматичної стабілізації (Тема 21)	4
20	Стабілізація кутових положень нетрадиційних літальних апаратів (Тема 22)	4
21	Актуальні напрями розвитку теорії автоматичного управління (Тема 23)	4
22	Використання принципу управління за задавальним впливом для вирішення задачі позиціонування (Тема 25)	5
23	Простір станів (Тема 26)	5
24	Використання принципу управління за збуренням для вирішення завдання позиціонування (Тема 27)	5
25	Використання принципу управління за відхиленням для вирішення задачі позиціонування (Тема 28)	5
26	Загальні відомості про стійкість замкнутих САП (Тема 29)	5
27	Критерії стійкості (Тема 30)	5
28	Корекція функціональних властивостей системи (Тема 31)	5
29	Елементарні динамічні ланки (Тема 32)	5
30	Коригуючі пристрої (Тема 33)	5
31	Синтез послідовних коригуючих пристроїв (Тема 34)	5
32	Метод кореневого годографа (Тема 35)	5
33	Типові конфігурації перетворювального елемента САП (Тема 36)	5
34	Нелінійні САП (Тема 37)	5
35	Гармонічна лінеаризація (Тема 38)	5
36	Цифрові автоматичні системи (Тема 39)	5
38	Модульний контроль	6
	Разом	170

### 9. Теми індивідуальних завдань

1. Виконання розрахункової роботи за темою «Система автоматичної стабілізації робочого механізму» – 5 семестр.

2. Виконання розрахункової роботи за темою «Система автоматичного позиціонування робочого механізму» – 6 семестр.

### 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, практичних 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,

оцінювання відповідей на практичних заняттях, захисту індивідуальних розрахунково-графічних робіт відповідно до змістових модулів і тем, фінальний контроль – у вигляді іспитів.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

### Семестр 5

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	16	0...16
Виконання і захист практичних робіт	0...6	7	0...42
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...2	3	0...6
Захист РР	0...6	1	0...6
Усього за семестр			0...100

### Семестр 6

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
1	2	3	4
Модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	16	0...16
Виконання і захист лабораторних робіт	0...8	6	0...48
Виконання і захист практичних робіт	0...6	4	0...24
1	2	3	4
Модульний контроль	0...2	3	0...6
Захист РР	0...6	1	0...6
Усього за семестр			0...100

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

1. Позичонування: загальні положення. Максимальна кількість балів – 20.
2. Побудувати графік і провести графічну лінеаризацію регулювальної статичної характеристики САП, заданої у вигляді таблиці:

U <sub>з</sub> , В	0	1.2	2	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
U <sub>п</sub> , В	0	0	1	3	5	6.5	7.5	8.7	9.1	9.4	9.7	9.9	10

Максимальна кількість балів – 40.

3. Зібрати схему САП, що реалізує принцип управління за відхиленням. Забезпечити значення кута повороту вала двигуна  $\varphi_3 = \pi$  рад.

Максимальна кількість балів – 40.

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

### **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 із лабораторним стендом та з пакетом комп'ютерного 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 лабораторним стендом та з пакетом комп'ютерного моделювання. Правильно розв'язує практичні завдання, його відповіді не є чіткими. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або 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 із лабораторним стендом та з пакетом комп'ютерного моделювання. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне та лабораторне завдання. 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

### 13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного управління».
2. Теорія автоматичного управління [Текст] : навч. посіб. до лаб. робіт / А. С. Кулік, С. М. Пасічник. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 88 с.
3. Методичні вказівки і завдання до виконання курсового проєкту.
4. Методичні вказівки і завдання до виконання розрахункових і практичних робіт.
5. Універсальний лабораторний стенд на базі аналогової обчислювальної машини МН-7. Технічний опис.
6. НМКД в електронному вигляді розміщене на сервері каф. 301. <https://drive.google.com/drive/u/2/folders/13lZvGG913sQ46EYd0mgO5XHgjXyFlUta>.
7. Посилання на НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3040> – семестр 5  
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1271> – семестр 6

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Басова, А. Є. Методи синтезу систем автоматичної стабілізації та позиціонування [Текст] : навч. посіб. / 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.
2. Dorf, R. C. Modern Control Systems [Текст] / R. C. Dorf, R. H. Bishop. – 14<sup>th</sup> Edition. – London : Pearson, 2022. – 1022 p.
3. Раціональне управління функціонуванням технічних систем з невизначеною динамікою : звіт про НДР (заключний) / Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» ; кер.: Кулік А. С., Дергачов К. Ю. ; викон.: Пасічник С. М. [та ін.]. – Х., 2023. – 379 с. – № ДР 0121U108867. – Інв. № [0221U1012](#).

#### Допоміжна

1. Раціональне управління працездатністю макетного блока електродвигунів-маховиків [Текст] : монографія / В. Г. Джулгаков, К. Ю. Дергачов, А. С. Кулік та ін. ; за заг. ред. А. С. Куліка. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 224 с.
2. Кулік, А. С. Методи моделювання об'єктів автоматичного управління [Текст] : навч. посіб. / А. С. Кулік, С. М. Пасічник. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 168 с.
3. Algorithms for control of longitudinal motion of a two-wheel experimental sample [Текст] / A. Kulik, K. Dergachev, S. Pasichnik, Yu. Nemshilov, E. Filippovich // Radioelectronic and computer systems. – 2021. – № 2 (98). – P. 16–30.



4. Алгоритми управління кутовим рухом коромисла з гвинтовими електроприводами [Текст] / А. С. Кулік, К. Ю. Дергачов, С. М. Пасічник, Ю. О. Немшилов // *Авіаційно-космічна техніка та технологія*. – 2020. – № 4 (164). – С. 44–59.

5. Стабілізація нестійких станів зворотного маятника з гвинтовими електроприводами [Текст] / А. С. Кулік, К. Ю. Дергачов, С. М. Пасічник, Ю. О. Немшилов // *Системи управління, навігації та зв'язку*. – 2019. – Вип. 1 (53). – С. 81–89.

6. Franklin, G. F. *Feedback Control of Dynamic Systems*, [Текст] / G. F. Franklin, J. D. Powell, A. Emami-Naeini. – Global Edition. – London : Pearson, 2019. – 928 p.

### **15. Інформаційні ресурси**

Сайт кафедри 301: <http://k301.khai.edu/СУЛА> – Кафедра систем управління літальних апаратів.