МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни «Основи теорії автоматичного регулювання»
обов'язкових компонент освітньо-професійної програми
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

Харків 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.2021 № 8

СХВАЛЕНО
Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.09.2021 № 2

ПОГОДЖЕНО
Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021 № 1

Розробник: старший викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, Владов С.І.

Рецензенти:
1. Доцент кафедри автомобілів і тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, кандидат технічних наук, доцент Павленко О.В.
2. Викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Тягній В.Г.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма обов'язкової навчальної дисципліни «Основи теорії автоматичного регулювання» складена відповідно до освітньої програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Основи теорії автоматичного регулювання» є теоретичні онови регулювання як складової автоматизації складних динамічних систем.

Міждисциплінарні зв'язки: курс базується на знаннях отриманих при вивченні дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Технічна діагностика та неруйнівний контроль», «Надійність авіаційної техніки», «Теорія автоматичного управління».

Програма навчальної дисципліни складається з таких тем:

1. Основні поняття теорії автоматичного регулювання як складової теорії автоматичного керування.
2. Математичний опис САК.
3. Характеристики САК.
4. Типові ланки САК і їхні характеристики.
5. Стійкість САК.
6. Якість САК.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Основи теорії автоматичного регулювання» є ознайомлення здобувача вищої освіти із загальними принципами побудови систем автоматизованого регулювання як складової автоматичного керування, процесами та методами дослідження процесів в цих системах. Принципи побудови та дослідження систем керування в даному курсі вивчаються на основі розгляду принципів керування різними технічними пристроями. Ці принципи мають більш широке загальне значення і можуть бути застосовані для вивчення процесів керування в інших системах, наприклад, в авіаційних двигунах вертольотів.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи теорії автоматичного регулювання» є освоєння методів, законів і принципів теорії автоматичного регулювання як складової теорії автоматичного керування в межах спеціальності 272 «Авіаційний транспорт».

1.3. Згідно з освітньою програмою здобувачі вищої освіти повинні:

знати:

– Сучасні методи теорії автоматичного керування.

вміти:

– використовувати класичний математичний апарат та його нові напрямки в розвитку методів теорії автоматичного керування;

– використовувати нові досягнення в розвитку обчислювальної техніки для вдосконалення методів теорії автоматичного керування.

1.4. Форма підсумкового контролю (залік).

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин / 5,0 кредитів ECTS.

1.5. Програмні компетентності:

Програмні компетентності, які формуються при вивченні навчальної дисципліни:		
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі транспорту або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів вивчення елементів транспортної системи і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов	
Загальні компетентності (ЗК)	ЗК.1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
	ЗК.2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
	ЗК.3	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
Спеціальні компетентності (СК)	ФК.13	Здатність застосовувати знання з аеродинаміки та конструкції повітряних суден і авіадвигунів
	ФК.14	Здатність застосовувати знання про призначення та принципи роботи функціональних систем повітряних суден і авіадвигунів

2. Короткий опис змісту навчальної дисципліни

Тема № 1. Основні поняття теорії автоматичного регулювання як складової теорії автоматичного керування.

Предмет і завдання курсу. Місце в системі наук. Сутність автоматичного регулювання як складової теорії автоматичного керування автоматичного керування. Основні визначення. Цілі автоматичного регулювання. Принципи автоматичного регулювання. Вигляд впливів на САК. Режими роботи САК. Вимоги до САК. Класифікація САК. Узагальнена функціональна схема САК. Приклади САК.

Тема № 2. Математичний опис САК.

Математичний опис у змінних вхід – вихід. Математичний опис САК у змінних стану. Структурні схеми САК.

Тема № 3. Характеристики САК.

Часові характеристики. Частотні характеристики. Співвідношення

взаємозв’язку характеристик САК між собою і передаточною функцією.

Тема № 4. Типові ланки САК і їхні характеристики.

Пропорційна ланка. Інтегруюча ланка. Диференціюча ланка. Аперіодична ланка першого порядку. Форсуюча ланка. Коливальна ланка. Ланка запізнення.

Тема № 5. Стійкість САК.

Поняття, вигляд та загальна умова стійкості. Алгебраїчні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості (критерій Михайлова, критерій Найквіста). Порівняльна оцінка критеріїв стійкості. Запаси стійкості. Вплив величини передаточного коефіцієнта розімкнутого контуру САК на її стійкість у замкнутому стані.

Тема № 6. Якість САК.

Точність роботи САК у сталих режимах (Метод коефіцієнтів помилок). Точність роботи САК в перехідних режимах.

3. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна

1. Абраменко І. Г., Абраменко Д. І. Теорія автоматичного керування : навчальний посібник. Харків : ХНАМГ, 2008. 178 с.

2. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування : підручник ; 2-ге вид., перероб. і дор. Київ : Либідь, 2007. 656 с.

3. Сорока К. О. Теорія автоматичного керування : навчальний посібник. Харків : ХНАМГ, 2006. 187 с.

Допоміжна

4. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування : підручник. Дніпропетровськ : Національний гірничий університет. 2003. 250 с.

5. Гоголюк П. Ф., Гречин Т. М. Теорія автоматичного керування : навчальний посібник. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 280 с.

6. Асланян А. Е., Зіатдінов Ю. К., Барабаш О. В., Бєльська О. А. Теорія автоматичного керування: підручник. Київ: Національний авіаційний університет, 2015. 532 с.

4. Засоби оцінювання здобувачів вищої освіти

Теоретичні питання для підсумкового контролю (залік):

1. Назвіть завдання, що вирішуються в курсі теорії автоматичного керування.
2. Яку роль відіграє автоматизація на сучасному етапі розвитку науки й техніки?
3. Укажіть переваги й недоліки принципів керування, застосовуваних у САК.

4. Що таке функціональна схема САК?

5. На які класи діляться САК за метою керування?

6. На які класи діляться САК за виглядом у математичного опису?

7. Що таке перехідний процес?

8. Які типові впливи використовують при вивченні динаміки елементів і систем?

9. Які ознаки елементів системи керування відображаються на її функціональній схемі?

10. Назвіть найпоширеніші функціональні елементи систем керування.

11. На які класи розділяються системи керування за величиною похибки $\delta(\infty)$ у сталому режимі?

12. На які класи розділяються системи керування за принципом дії?

13. Які переваги й недоліки мають розімкнуті системи керування?

14. Які переваги й недоліки мають замкнуті системи керування?

15. Яке диференціальне рівняння називається лінійними?

16. Як складаються диференціальні рівняння елементів САК?

17. Поясніть сутність лінеаризації.

18. Що називається передатною функцією САК або її елемента?

19. Як визначити вигляд передатної функції за заданим диференціальним рівнянням?

20. Нарисуйте перехідні характеристики типових ланок САК.

21. Що відображає структурна схема системи керування?

22. Які вам відомі види з’єднання ланок, як визначити їхні передаточні фікції?

23. Назвіть види передатних функцій замкнутих САК.

24. Які системи називаються статичними і які астатичними?

25. Як визначити передаточну функцію між довільними змінними структурної схеми САК?

26. Як з диференціального рівняння елемента одержати його рівняння статики?

27. Як одержати в загальному випадку з диференціального рівняння перехідну функцію?

28. Як пов’язані один з одним перехідна і імпульсна функції?

29. Як з диференціального рівняння елемента одержати його передаточну функцію?

30. Як від передаточної функції елемента перейти до його рівняння динаміки в зображеннях, а потім в оригіналах?

31. За якими правилами визначаються еквівалентні передаточні функції для послідовного, паралельного і зустрічно-паралельного з'єднань лінійних елементів? Запишіть відповідні формули для випадку двох з’єднаних елементів.

32. Що таке розімкнутий контур системи, чому дорівнює його передаточна функція?

33. Як записується в загальному випадку характеристичне рівняння замкнутої системи через передаточну функцію розімкнутого контуру?

34. Які складові включає сигнал похибки в типовій системі? Від яких зовнішніх впливів вони залежать?

35. Як пов’язані сигнал похибки і його складові з передаточною функцією розімкнутого контуру?

36. Які ви знаєте часові характеристики САК?

37. Які частотні характеристики ви знаєте? Дайте їхні визначення.

38. Як експериментально визначити частотні характеристики?

39. Як визначають частотні характеристики по передаточній функції?

40. Як будують логарифмічні частотні характеристики?

41. Навіщо вивчають частотні характеристики САК?

42. Як з передаточної функції одержати вираз для АФЧХ?

43. Наведіть основні формули, що зв'язують АФЧХ, АЧХ і ФЧХ між собою.

44. Який фізичний зміст мають ординати АЧХ елемента? Як за ними оцінити умови пропуску елементом гармонійного сигналу?

45. Як буде змінюватися вихідний сигнал безінерційної ланки, якщо на її вхід подати лінійний вплив? Побудуйте графік.

46. Як впливає безінерційна ланка на амплітуду і фазу синусоїдального вхідного сигналу?

47. Напишіть передаточну функцію інерційної ланки першого порядку.

48. Як проходять через інерційну ланку першого порядку гармонійні сигнали низької і високої частоти?

49. При якому значенні коефіцієнта демпфірування інерційна ланка другого порядку має аперіодичний перехідний процес, а при якому – коливальний?

50. У чому подібність і відмінність частотних властивостей інтегруючих і інерційних статичних ланок?

51. Чому диференціючі ланки погано пропускають повільно мінливі вхідні сигнали?

52. Побудуйте графік вихідного сигналу ланки запізнювання при подачі на її вхід лінійного впливу.

53. Напишіть передаточну функцію ланки запізнювання.

54. Назвіть параметри коливальної ланки, що характеризують її динамічні властивості.

55. Поясніть поняття «стійкість САК».

56. Що значить «стійкість у малому» і «стійкість у великому»?

57. Чому при дослідженні стійкості САК досить знати тільки однорідне диференційне рівняння?

58. У чому полягають недоліки аналізу стійкості за коренями характеристичного рівняння?

59. Перелічіть критерії стійкості і укажіть їхні особливості.

60. Що таке годограф Михайлова?

61. Що таке граничний передаточний коефіцієнт?

62. Як пов’язане розташування коренів характеристичного рівняння зі стійкістю системи?

63. Які властивості автоматичної системи прийнято розглядати при оцінці її якості?

64. Які ви знаєте прямі показники якості?

65. Що таке перерегулювання? Яку роль відіграє цей показник?

66. Як визначається величина часу регулювання?

67. Що таке частота зрізу? Що ця частота показує?

68. Як впливає передаточний коефіцієнт розімкнутого контуру на статичну і динамічну точність систем?

69. Укажіть характерні ознаки передатних функцій у статичній системі регулювання.

70. Яка система називається астатичною? Від наявності яких типових ланок у контурі системи залежить її астатизм?

71. За якою динамічною характеристикою системи регулювання оцінюють прямі показники якості? Які з них характеризують коливальність системи, а які її швидкодію?

72. Як пов’язане розташування коренів характеристичного рівняння з коливальністю системи?

73. Як пов’язаний найближчий дійсний корінь характеристичного рівняння з тривалістю перехідного процесу?

74. Як впливають параметри розімкнутого контуру на динамічні властивості замкнутої системи?

75. Які параметри графіка перехідного процесу враховуються інтегральними оцінками?

76. Який з двох перехідних процесів краще - з великою інтегральною оцінкою або малою? Чому?

77. Для яких перехідних процесів можна застосовувати лінійну інтегральну оцінку?

78. Чому для коливальних перехідних процесів доводиться застосовувати модульні або квадратичні оцінки?