

# Навчальна програма з дисципліни “Управління в системах зв’язку”

## 1. Введение

### 1.1. Объект изучения.

Объект изучения – автоматические системы и устройства в технике связи, методы анализа и синтеза разомкнутых и замкнутых автоматических устройств связи.

### 1.2. Предмет изучения.

Предмет изучения - структура систем управления, принципы управления динамическими объектами, методы коррекции систем управления, методы анализа и синтеза систем управления во временной и частотной области.

### 1.3. Цель изучения дисциплины.

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний и умений использования их в своей практической работе, связанной с выбором структуры систем управления; математическим описанием элементов системы управления; анализом качества систем регулирования и управления; оценением устойчивости и запаса устойчивости.

В результате освоения материала дисциплины

*Бакалавр должен знать:*

- назначение, области применения и перспективы развития систем и устройств с обратными связями;
- классификацию автоматических устройств систем связи;
- общую структуру систем управления и регулирования, назначение их элементов и характеристики связей;
- методы анализа разомкнутых и замкнутых устройств и систем;
- методы синтеза линейных систем регулирования и управления;
- методы и средства моделирования автоматических систем.

*Бакалавр должен уметь:*

- определять способ управления и необходимую структуру системы автоматического управления устройствами связи;
- проводить математическое описание элементов и всей системы управления в целом;
- проводить анализ качества замкнутой системы по показателям замкнутой и разомкнутой системы;
- проводить моделирование на ЭВМ разомкнутых и замкнутых систем;
- определять характеристики корректирующие устройств для обеспечения требуемых показателей качества;
- оценивать устойчивость системы во временной и частотной областях.

*Бакалавр должен иметь представление:*

- о способах решения задачи оптимального управления для линейных систем;
- о методах комбинированного управления устройствами систем связи;
- о принципах построения адаптивных систем регулирования и управления.

## **2. Содержание дисциплины**

Всего 162 часа, в том числе лекций 30 часов, лабораторная работа 20 часов, самостоятельная работа 55 часов.

**Введение.** Предмет изучения и задачи дисциплины. Место дисциплины в учебном плане. Связь дисциплины с другими дисциплинами. Учебная литература по дисциплине.

**Раздел 1.** Основные понятия об управлении [1,2].

Управляемый объект, возмущения и помехи. Управляющие и возмущающие воздействия. Автоматическое управление. Системы автоматического управления. Структура системы автоматического управления. Примеры систем автоматического управления в технике связи.

Всего 2 часа на изучение раздела, в том числе аудиторная работа 2 часа, самостоятельная работа 0 часов.

**Раздел 2.** Объекты управления в системах связи и их элементы [2,3].

Различители и дискриминаторы как элементы системы управления. Амплитудные, фазовые, частотные, временные различители. Некоторые общие свойства различителей.

Системы управления в технике связи. Системы автоподстройки частоты. Системы фазовой автоподстройки частоты. Системы измерения дальности. Системы автоматического сопровождения цели бортовой РЛС. Система регулировки усиления. Классификация систем автоматического управления.

Всего 8 часов на изучение раздела, в том числе аудиторная работа 8 часов, самостоятельная работа 0 часов.

**Раздел 3.** Основные характеристики систем управления [3]

Математические модели САУ. Методика формирования дифференциальных уравнений управляемого процесса. Линеаризация дифференциальных уравнений. Представление дифференциальных уравнений в операторной форме. Преобразование Лапласа. Свойство преобразования Лапласа. Передаточная функция. Переходная и импульсная функции. Комплексный коэффициент передачи. Частотные характеристики систем. Характеристики типовых звеньев. Структурные преобразования систем с помощью передаточных функций. Передаточная функция замкнутой системы.

Всего 34 часа на изучение раздела, в том числе аудиторная работа 12 часов, самостоятельная работа 22 часа.

**Раздел 4.** Устойчивость автоматических систем [5].

Понятие и определение устойчивости. Условие устойчивости. Устойчивость линейных систем Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе.

Всего 20 часов на изучение раздела, в том числе аудиторная работа 4 часа, самостоятельная работа 16 часов.

**Раздел 5.** Анализ качества работы системы управления [4,5].

Постановка задачи анализа. Показатели качества системы управления по переходным характеристикам, частотным характеристикам и полюсам передаточной функции. Показатели качества системы управления в установившемся режиме. Дополнительные показатели качества системы управления. Методы анализа точности системы управления.

Всего 24 часа на изучение раздела, в том числе аудиторная работа 8 часов, самостоятельная работа 16 часов.

**Раздел 6.** Проектирование САУ [4].

Желаемая ПФ разомкнутой САУ. Синтез корректирующих устройств по желаемой ЛАЧХ. Типовые корректирующие звенья САУ. Основы моделирования САУ в системе СИМУЛИНК. Комбинированные САУ и методы их проектирования.

Всего 22 часа на изучение раздела, в том числе аудиторная работа 6 часов, самостоятельная работа 16 часов.

**Раздел 7.** Цифровые системы управления в системах связи [4,5].

Основные понятия о цифровых системах управления. Математическое описание цифровых систем. Линейные разностные уравнения. Дискретное преобразование Лапласа.  $z$ -преобразование. Вычисление  $z$ -преобразования. Передаточные функции цифровых систем. Устойчивость дискретных систем. Анализ точности цифровых систем. Синтез цифровых систем. Реализация цифровых систем. Цифровые устройства систем управления в связи.

Всего 22 часа на изучение раздела, в том числе аудиторная работа 6 часов, самостоятельная работа 16 часов.

**Раздел 8.** Системы автоматического управления и регулирования в связи [2,3, Д5].

Автоматическая подстройка частоты генератора. Состав, структура.

Авторегулировка спектра сигнала [Д5, с.62-67].

Цифровые регуляторы устройств фазовой автоподстройки [3].

Цифровые регуляторы устройств амплитудной автоподстройки (усиления) [Д5, с.90-100].

Всего 20 часов на изучение раздела, в том числе аудиторная работа 4 часа, самостоятельная работа 16 часов.

**3. Лабораторные занятия (20 часов)**

3.1. Лабораторная работа № 1. (2 часа). Моделирование на ЭВМ динамических систем в среде МАТЛАБ.

3.2. Лабораторная работа № 2. (2 часа). Статические и динамические характеристики устройств регулирования.

- 3.3. Лабораторная работа № 3. (2 часа). Частотные характеристики динамических звеньев.
- 3.4. Лабораторная работа № 4. (2 часа). Анализ устойчивости динамических звеньев.
- 3.5. Лабораторная работа № 5. (2 часа). Оценка качества автоматической системы во временной области.
- 3.6. Лабораторная работа № 6. (2 часа). Оценка качества автоматической системы в частотной области.
- 3.7. Лабораторная работа № 7. (2 часа) Моделирование цифровых систем регулирования.
- 3.8. Лабораторная работа № 8. (4 часа) Моделирование замкнутой системы автоподстройки частоты.
- 3.9. Лабораторная работа № 9. (2 часа) Моделирование замкнутой системы автоматического регулирования усилением.

## **5. Рекомендуемая литература.**

### **5.1. Основная литература**

- 1) Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования: для вузов. – Киев: Вища школа, 1988. – 431 с. [Б-12].
- 2) Первачев С.В. Радиоавтоматика: Учебник для ВУЗов. М.: Радио и связь, 1982. – 296 с. [Б-12].
- 3) Коновалов Г.В. Радиоавтоматика. – М.: Радиотехника, 2003. 288 с. [Б-12].
- 4) Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с. [Б-3].
- 5) Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: Наука, 1975. – 767 с. [Б-9].

### **5.2. Дополнительная и справочная литература.**

1. Топчеев Ю.И. Атлас для проектирования. – М.: Машиностроение, 1989. – 752 с. [Б-12].
2. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления / Под ред. Бесекерского В.А. – М.: Наука, 1978. – 512 с. [Б-12].
3. Картунов В.И., Дыбская И.Ю. Моделирование динамических систем в среде SIMULINK: Учеб. пособ. по курс. и диплом. проектированию. – Х.: Харьк. авиац.ин-т, 1999. – 130 с. [Б-40].
4. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Control System Toolbox. MATLAB 5 для студентов. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. -- 287 с. [Б-12].
5. Цифровая обработка сигналов: опыт использования персональных ЭВМ / А.А. Иванько, В.И. Гордиенко, В.М. Соловьев, Я.В. Иванько. - К.: Техника, 1991. - 160 с. [Б-7].

## **6. Контрольные вопросы.**

1. Приклади системи автоматичного керування в системах зв'язку.
2. Фундаментальні принципи управління.
3. Основні закони управління.
4. Типи схем систем управління в тезнике зв'язи.
5. Функціональні елементи систем управління.
6. Наведіть класифікацію типових зовнішніх дій.
7. Назначение различителей в устройствах связи.

8. Форми запису рівнянь.
9. Статичні характеристики систем управління.
10. Динамічні характеристики систем управління
11. Типові ланки систем.
12. Підсилювальна ланка та її динамічні характеристики.
13. Інтегруюча ланка та її динамічні характеристики.
14. Диференціююча ланка та її динамічні характеристики.
15. Аперіодична ланка та її динамічні характеристики.
16. Форсууюча ланка та її динамічні характеристики.
17. Коливальна ланка та її динамічні характеристики.
18. Передаточні функції послідовного, паралельного і зустрічно-паралельного з'єднання ланок.
19. Правила перетворення структурних схем САУ.
20. Передаточні функції систем управління за задавальною дією, за збурювальною дією, за помилкою.
21. Поняття про стійкість САУ.
22. Оцінювання стійкості неперервних лінійних САУ за її полюсами.
23. Критерій стійкості А. Гурвиця.
24. Критерій стійкості Г. Найквіста.
25. Логарифмічний критерій стійкості.
26. Оцінювання якості управління за перехідною характеристикою.
27. Оцінювання якості управління за частотними характеристиками.
28. Оцінювання точності в сталих режимах при степеневих вхідних діях.
29. Оцінювання точності в сталих режимах при повільних вхідних діях.
30. Вплив величини коефіцієнта передачі на точність .
31. Знаходження потрібного порядку астатизму .
32. Обчислення потрібного значення коефіцієнта передачі розімкненої системи.
33. Масштабування задавальної дії та сигналу зворотного зв'язку.
34. Комбіноване управління.
35. Коректування систем.
36. Коректуючи пристрої.
37. Підвищення запасів стійкості за допомогою керуючих пристроїв.
38. Підвищення швидкодії за допомогою зворотного зв'язку.
39. Синтез послідовних коректуючих пристроїв за допомогою ЛАЧХ.
40. Класифікація автоматичних систем.
41. Основні задачі теорії управління.
42. Залежність точності в сталих режимах від кількості інтеграторів.
43. Дайте визначення стійкості і нестійкості системи.
44. Що є необхідною умовою стійкості?
45. Які причини нестійкості системи?
46. Як впливає розміщення коренів характеристичного рівняння на стійкість системи?
47. Сформулюйте основні критерії стійкості.
48. Як будуються межі стійкості?
49. Як визначаються запаси стійкості?
50. Що характеризує критичний коефіцієнт підсилення?
51. Назвіть основні показники якості і сформулюйте вимоги до якості.
52. Наведіть класифікацію типових зовнішніх дій.
53. Які методи використовуються для визначення якості процесу керування?
54. В чому полягає особливість непрямих методів оцінки показників якості?
55. Як визначити точність управління і коефіцієнти похибок?
56. Яка аналітична залежність між перехідною функцією та частотними характеристиками системи?
57. Назвіть основні властивості перехідної характеристики системи.

58. Назвіть основні властивості логарифмічної амплітудно-частотної характеристики та їх зв'язок з перехідним процесом.
59. В яких випадках якість перехідного процесу вважається незадовільною?
60. Яким чином можна підвищити точність систем автоматичного керування?
61. Як використовуються нормовані перехідні характеристики і стандартні передаточні функції для вибору параметрів системи за заданою якістю?
62. Як побудувати бажану логарифмічну амплітудно-частотну характеристику?
63. Яким чином синтезується послідовний керуючий пристрій методом логарифмічних характеристик?
64. В чому полягає особливість синтезу паралельних керуючих пристроїв методом логарифмічних характеристик?
65. Як впливає загальний коефіцієнт підсилення на точність системи?
66. Який вплив має порядок астатизму на якість і точність систем керування?
67. Які переваги і недоліки мають цифрові елементи і системи у порівнянні з аналоговими?
68. Зв'язок між s- та z- перетворюваннями.
69. Наведіть функціональну схему цифрової системи керування.
70. Тенденції розвитку сучасних систем автоматичного управління.

## **7. Самостоятельная работа.**

Всього часів – 112.

### **7.1. Теми для самостоятельного изучения.**

1. Правила преобразования структурных схем [ 3,4, Д1] - 8 годин.
2. Типовые звенья и их динамические характеристики [3,4,Д1] – 14 годин.
3. Интегральные критерии качества [3] . – 8 години.
4. Синтез систем методом модального синтеза [5, Д1]. – 6 годин.
5. Преобразование непрерывных фильтров в дискретные [10, 12, Д1] – 16 годин.
6. Синтез корректирующих устройств методом логарифмических амплитудно- частотных характеристик [3, Д1] – 10 годин.
7. Реализация ПИД – регулятора [4, Д1] – 8 годин.
8. Анализ стойкости цифровых систем [ 4,Д1 ]. – 24 години.
9. Построение моделей в системе SIMULINK [ Д3 ] – 20 годин.

## **8. Формы и средства проведения итогового контроля:**

- зачет – триместр 4.2, устно

Програму составил д.т.н., профессор

Кортунов В.И.