

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донбасский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации производственных
процессов

Кафедра автоматизированного управления и инновационных технологий
Кафедра интеллектуальных систем и информационной безопасности

ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО АТТЕСТАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА
по образовательной программе высшего образования – программе
подготовки научных кадров высшей квалификации в аспирантуре

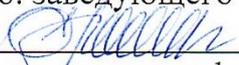
2.3 Информационные технологии и телекоммуникации

(код и наименование направления подготовки)

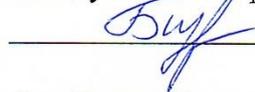
2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами

(наименование направленности)

Рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры АУИТ
протокол №8 от 18.04.2025 г.
и.о. заведующего кафедрой АУИТ

 Е. В. Мова

на заседании кафедры ИСИБ
протокол №16 от 14.04.2025 г.
заведующий кафедрой ИСИБ

 Е. Е. Бизянов

Одобрена Ученым советом
факультета ИТиАПП
протокол № 11 от 22.04.2025 г.
декан факультета ИТиАПП

 В. В. Дьячкова

Алчевск, 2025

Программа вступительного испытания сформирована на основе государственных образовательных стандартов высшего образования по программам магистратуры.

Настоящий документ содержит программу вступительного испытания для поступления в аспирантуру ФГБОУ ВО «Донбасский государственный технический университет» по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, включающую вопросы к вступительному экзамену и литературу, необходимую для подготовки к вступительному экзамену.

Содержание вступительного экзамена

1. Теория автоматического управления

Структурные схемы и дифференциальные уравнения систем управления. Преобразование структурных схем. Вычисление передаточной функции одноконтурной системы. Определение устойчивости. Основное условие устойчивости. Необходимое условие устойчивости. Теоремы Ляпунова об устойчивости по линейному приближению. Алгебраические критерии устойчивости. Характеристические уравнения. Критерий Гурвица. Критерий Льенара-Шипара. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий Найквиста. Логарифмический частотный критерий устойчивости. Устойчивость систем и чистым запаздыванием. Показатели качества и типовые воздействия. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества. Корневые показатели качества. Интегральные показатели качества. Частотные показатели качества. Показатели качества в установившемся режиме. Структура астатической системы управления. Инвариантность и принцип двухканальности. Исследование типовых законов управления. Синтез параметров регулятора по минимуму интегральных оценок. Синтез системы управления по желаемой передаточной функции. Метод обратной задачи динамики. Уравнение системы в нормальной форме. Преобразование уравнений линейных систем в нормальную форму. Общая формула решения системы линейных дифференциальных уравнений. Управляемость объекта управления. Управляемость линейных объектов. Управляемость линейных стационарных объектов. Каноническая форма управляемости. Канонические формы уравнения и модальное управление. Стабилизируемость линейных стационарных систем. Нелинейные статистические характеристики. Особенности нелинейных систем. Определение устойчивости. Орбитальная устойчивость. Автоколебания. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек. Фазовые портреты и типы особых точек линейных систем. Фазовые портреты нелинейных систем. Метод фазовой плоскости анализа и синтеза систем. Анализ нелинейных систем. Синтез систем с переменной структурой. Гармоническая линеаризация. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации при симметричных колебаниях. Аналитический способ исследования автоколебаний. Графический (частотный) метод исследования автоколебаний. Несимметричные колебания. Вынужденные

колебания. Вибрационная линеаризация. Обычная линеаризация и ее недостатки. Линеаризация обратной связью.

2. Теория цифровых систем управления

Различные типы дискретных систем. Линейные разностные уравнения. Решетчатые функции и z-преобразование, Решетчатые функции. Определение z-преобразования. Основные свойства z-преобразования. z-изображения основных функций. Уравнения и передаточные функции дискретных систем. Вычисление передаточных функций АИМ-системы. Эквивалентная схема АИМ-системы. Дискретная модель АИМ-системы. Цифровые системы управления. ШИМ-системы управления. Вычисление передаточных функций дискретных систем в общем случае. Преобразование структурных схем дискретных систем. Дискретное преобразование Лапласа и частотные характеристики. Связь между дискретным и непрерывным преобразованиями Лапласа и непрерывная модель дискретной системы. Устойчивость дискретных систем. Характеристическое уравнение и основное условие устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Необходимое условие устойчивости. Исследование устойчивости, основанное на преобразовании единичного круга в левую полу плоскость. Критерий устойчивости Джюри. Частотный критерий устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Найквиста. Псевдочастотный критерий. Влияние квантования по времени на устойчивость. Оценка качества дискретных систем. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества. Косвенные показатели качества. Особенности переходного процесса дискретных систем. Показатели качества в установившемся режиме. Коэффициенты ошибки. Вычисление коэффициентов ошибок. Статические и астатические системы. Вычисление коэффициентов ошибки астатических систем. Структура астатических систем. Синтез дискретных систем. Постановка задачи. Типовые законы управления. Синтез систем с фиксированной структурой. Метод полиномиальных уравнений. Синтез дискретной системы по непрерывной модели.

3. Теория идентификации

Динамические системы. Модели. Типы моделей и их использование. Процедура идентификации системы и три основных компонента. Линейные модели и множества линейных моделей. Семейство моделей передаточных функций. Модели в пространстве состояний. Модели с распределенными параметрами. Множества моделей, структуры моделей и идентифицируемость: некоторые формальные положения. Идентифицируемость некоторых модельных структур. Модели нестационарных и нелинейных систем. Линейные нестационарные модели. Нелинейные модели как линейные регрессии. Нелинейные модели в пространстве состояний. Формальная характеристика моделей. Непараметрические временные и частотные методы. Анализ переходных процессов и корреляционный анализ. Частотный анализ. Гармонический анализ Фурье. Спектральный анализ. Оценивание спектра шума. Методы

параметрического оценивания. Основные принципы формирования методов параметрического оценивания. Минимизация ошибок предсказания. Линейные регрессии и метод наименьших квадратов. Статистическая трактовка параметрического оценивания и метод максимального правдоподобия. Корреляция ошибок предсказания с прошлыми данными. Методы инструментальных переменных. Условия на последовательность данных. Подход ошибки предсказания. Состоятельность и идентифицируемость. Линейные стационарные модели: частотное описание предельной модели. Корреляционный подход. Информативные эксперименты. Оптимальное планирование входных сигналов. Оптимальное планирование эксперимента для моделей черного ящика высокого порядка. Выбор интервала дискретизации предварительного фильтра. Предварительная обработка данных.

Перечень вопросов к вступительному экзамену

Теория автоматического управления

1. Структурные схемы и дифференциальные уравнения систем управления.
2. Преобразование структурных схем. Вычисление передаточной функции одноконтурной системы. Вычисление передаточной функции многоконтурной системы.
3. Определение устойчивости. Основное условие устойчивости. Необходимое условие устойчивости.
4. Теоремы Ляпунова об устойчивости по линейному приближению.
5. Алгебраические критерии устойчивости. Характеристическое уравнение. Критерий Гурвица. Критерий Ляпунова-Шипара.
6. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий Найквиста.
7. Логарифмический частотный критерий устойчивости.
8. Устойчивость систем с чистым запаздыванием.
9. Показатели качества и типовые воздействия.
10. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества.
11. Корневые показатели качества. Интегральные показатели качества.
12. Частотные показатели качества. Показатели качества в установившемся режиме.
13. Структура астатической системы управления.
14. Инвариантность и принцип двухканальности.
15. Исследование типовых законов управления.
16. Синтез параметров регулятора по минимуму интегральных оценок.
17. Синтез системы управления по желаемой передаточной функции.
18. Метод обратной задачи динамики.
19. Уравнение системы в нормальной форме. Преобразование уравнений линейных систем в нормальную форму.
20. Общая формула решения системы линейных дифференциальных уравнений.

21. Управляемость объекта управления. Управляемость линейных объектов. Управляемость линейных стационарных объектов. Каноническая форма управляемости.

22. Канонические формы уравнения и модальное управление.

23. Нелинейные статические характеристики. Особенности и нелинейных систем.

24. Определение устойчивости. Орбитальная устойчивость. Автоколебания.

25. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек. Фазовые портреты и типы особых точек линейных систем. Фазовые портреты нелинейных систем.

26. Метод фазовой плоскости анализа и синтеза систем. Анализ нелинейных систем.

27. Синтез систем с переменной структурой.

28. Гармоническая линеаризация. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации при симметричных колебаниях.

29. Аналитический способ исследования автоколебаний.

30. Графический (частотный) метод исследования автоколебаний. Несимметричные колебания.

31. Вынужденные колебания и вибрационная линеаризация.

32. Обычная линеаризация и ее недостатки. Линеаризация обратной связью.

Теория цифровых систем управления

33. Типы дискретных систем. Линейные разностные уравнения. Решетчатые функции и z- преобразование.

34. Основные свойства z-преобразования. z-изображения основных функций.

35. Уравнения и передаточные функции дискретных систем.

36. Вычисление передаточных функций АИМ-системы. Эквивалентная схема АИМ-системы. Дискретная модель АИМ-системы.

37. Цифровые системы управления.

38. ШИМ-системы управления.

39. Вычисление передаточных функций дискретных систем в общем случае.

40. Преобразование структурных схем дискретных систем.

41. Дискретное преобразование Лапласа и частотные характеристики. Связь между дискретным и непрерывным преобразованиями Лапласа и непрерывная модель дискретной системы.

42. Устойчивость дискретных систем. Характеристическое уравнение и основное условие устойчивости.

43. Алгебраические критерии устойчивости. Необходимое условие устойчивости.

44. Исследование устойчивости, основанное на преобразовании единичного круга в левую полуплоскость. Критерий устойчивости Джури.

45. Частотный критерий устойчивости. Критерий Найквиста.

46. Псевдочастотный критерий.

47. Влияние квантования по времени на устойчивость.

48. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества. Косвенные показатели качества. Особенности переходного процесса дискретных систем.

49. Показатели качества в установившемся режиме. Коэффициенты ошибки. Вычисление коэффициентов ошибок.

50. Статические и астатические системы. Вычисление коэффициентов ошибки астатических систем.

51. Структура астатических систем.

52. Синтез дискретных систем. Постановка задачи.

53. Типовые законы управления.

54. Синтез систем с фиксированной структурой.

55. Метод полиномиальных уравнений.

56. Синтез дискретной системы по непрерывной модели.

Теория идентификации

57. Типы моделей и их использование.

58. Процедура идентификации системы и три основных компонента.

59. Семейство моделей передаточных функций.

60. Модели в пространстве состояний.

61. Модели с распределенными параметрами.

62. Модели нестационарных и нелинейных систем.

63. Непараметрические временные и частотные методы.

64. Анализ переходных процессов и корреляционный анализ.

65. Частотный анализ. Спектральный анализ.

66. Гармонический анализ Фурье.

67. Методы параметрического оценивания. Основные принципы формирования методов параметрического оценивания.

68. Минимизация ошибок предсказания.

69. Линейные регрессии и метод наименьших квадратов.

70. Статистическая трактовка параметрического оценивания и метод максимального правдоподобия. Корреляция ошибок предсказания с прошлыми данными.

71. Методы инструментальных переменных. Условия на последовательность данных.

72. Подход ошибки предсказания. Состоятельность и идентифицируемость.

73. Линейные стационарные модели: частотное описание предельной модели.

74. Корреляционный подход.

75. Информативные эксперименты. Оптимальное планирование входных сигналов. Предварительная обработка данных.

76. Оптимальное планирование эксперимента для моделей черного ящика высокого порядка.

77. Выбор интервала дискретизации предварительного фильтра.

Рекомендуемая литература

Рекомендуемая основная литература

1. Ким. Д.П. Теория автоматического управления. Линейные системы - М.: Физматлит, 2003. - 287 с
2. Ким. Д.П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы - М.: Физматлит, 2003. - 463 с.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 3-х т./ Под ред. Н.Д. Егупова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. - 748 с.
4. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB / Б.Р. Андриевский, А.Л.Фрадков - СПб.: Наука, 2000. - 475 с.
5. Крутько, П.Д. Обратные задачи динамики управляемых систем. Нелинейные модели./ П.Д. Крутько. -М.: Наука, 1988. -326с.
6. Александров, А.Г. Оптимальные и адаптивные системы: учеб, пособие для вузов по спец. «Автоматика и упр. в техн, системах»/ А.Г.Александров. -М.: Высшая школа, 2003. -279с.
7. Льюнг, Л. Идентификация систем./Леннарт Льюнг -М.: Наука, 1991. -432с.
8. Интеллектуальные системы автоматического управления./Под.ред. И.М.Макарова, В.М.Лохина. М.:Физматлит,2001. -247с.
9. Оптимизация в техники: В 2-х кн./ Г. Реклейтис, А. Райвидран, К.Рэгсдел. М.:Мир, 1986.Кн. 1.-350 с.; Кн.2-320 с.

Рекомендуемая дополнительная литература

1. Воронов А. А. Введение в динамику сложных управляемых систем. М.: Наука, 1985.352 с.
2. Малинецкий, Г.Г. Современные проблемы нелинейной динамики. / Г.Г. Малинецкий, А.Б.Потапов. -М.: Эдиториал УРСС, 2000. -336с.
3. Современные методы идентификации систем. /Под ред. П.М Эйкхоффа. Пер. англ. -М.: Мир, 1983. - 400 с.
4. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления: Пер. с англ. — М.: Машиностроение, 1986. — 448 с,
5. Современная прикладная теория управления: Синергетический подход в теории управления/Под ред. А.А. Колесникова. -Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. -Ч. П. - 229с. Электронный вариант
6. Колесников, А.А. Последовательная оптимизация нелинейных агрегированных систем./ А.А. Колесников.-М.: Энергоатомиздат, 1987. -159с.
7. Информационные технологии и вычислительные системы: Математическое моделирование. Вычислительные системы. Нанотехнологии. Прикладные аспекты информатики/ Под ред.С.В.Емельянова.-М.: Ленанд,2012.-108с.