

ПРОГРАММА
вступительного испытания
«Электрооборудование автоматизированных систем и производств»
по магистерской программе
«Автоматизированные электротехнические комплексы и системы»
направления подготовки
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника*»

Содержание программы

Тема 1. Теоретические основы динамики электромеханических систем

1. Основные законы электромеханики.
2. Математическое описание динамики электромеханических систем. Формы записи обыкновенных дифференциальных уравнений для описания динамики электромеханических систем.
3. Классический метод решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Решение системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка с постоянными коэффициентами.
4. Преобразование Лапласа для координат состояния динамической системы. Весовая и переходная функции динамической системы.
5. Представление динамической системы структурной схемой. Типовые звенья структурных схем. Преобразования структурных схем.
6. Линеаризация уравнений динамической системы.

Тема 2. Динамические модели механических систем

7. Кинематические характеристики элементов механической системы. Виды движений и механических преобразователей. Координаты масс механической системы и их взаимосвязи.
8. Характеристики взаимодействия тел механической системы. Виды энергий механической системы. Момент инерции тела. Обобщенные моменты сил, действующих на тела механической системы. Приведение параметров к обобщенным координатам.
9. Классификация сил и моментов механической системы электропривода.
10. Динамические модели механических систем с упругими связями масс. Уравнения движения тел механической системы.
11. Аналитическая, операторная и структурная формы записи уравнений многомассовой механической системы.
12. Запись уравнений многомассовой механической системы в пространстве состояний.

13. Расчетная и структурная схемы двухмассовой системы и ее передаточные функции. Частотные характеристики двухмассовой системы.

14. Уравнение движения одномассовой системы. Потери энергии и обобщенного момента в системе с голономными связями. Структурная схема механической системы с голономными связями.

15. Механические переходные процессы в электромеханических системах. Механические характеристики электропривода. Устойчивость электромеханической системы.

Тема 3. Динамические модели электромеханических преобразователей

16. Устройство индуктивных электромеханических преобразователей. Магнитопроводы электромеханических преобразователей. Виды обмоток электромеханических преобразователей.

17. Параметры обмоток индуктивных электромеханических преобразователей с симметричной магнитной системой. Индуктивность сосредоточенной неявнополюсной обмотки с симметричной магнитной системой. Взаимные индуктивности обмоток с симметричной магнитной системой и матрица индуктивностей.

18. Параметры обмоток индуктивных электромеханических преобразователей с несимметричной магнитной системой. Основная магнитная проводимость по продольной оси магнитной симметрии d . Основная магнитная проводимость по поперечной оси магнитной симметрии q .

19. Описание конструкции обобщенной электрической машины. Уравнения электрического равновесия обобщенной электрической машины в естественной системе координат.

20. Запись уравнений обобщенной электрической машины в различных системах координат.

21. Фазные и координатные преобразования переменных обобщенной электрической машины.

22. Электромагнитная энергия обмоток и электромагнитный момент электрической машины. Реактивный электромагнитный момент. Асинхронный электромагнитный момент. Синхронный электромагнитный момент.

23. Оценка эффективности работы обобщенной электрической машины. Потери энергии в обобщенной электрической машине. Коэффициент полезного действия и коэффициент энергетической эффективности электрической машины.

Тема 4. Динамические модели электрических преобразователей энергии

24. Динамические модели электромашинных усилителей. Однокаскадный электромашинный усилитель. Двухкаскадный электромашинный усилитель. Динамическая модель магнитного усилителя.

25. Динамические модели тиристорных преобразователей электрической энергии. Динамические процессы в силовой части нереверсивного

тиристорного преобразователя. Энергетические показатели тиристорных преобразователей. Передаточная функция тиристорного преобразователя.

26. Реверсивные тиристорные преобразователи. Реверсивные тиристорные преобразователи с совместным управлением. Реверсивные тиристорные преобразователи с раздельным управлением. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ).

27. Реверсивные и нереверсивные широтно-импульсные регуляторы постоянного напряжения. Автономные инверторы.

Тема 5. Информационные устройства систем управления электропривода

28. Информационные устройства координат тока и напряжения.

29. Информационные устройства координат скорости. Синхронные тахогенераторы. Асинхронные тахогенераторы. Тахогенераторы постоянного тока. Импульсные датчики скорости.

30. Информационные устройства координат положения. Электромашинные датчики положения – сельсины. Резистивный датчик положения. Цифровые датчики угловых перемещений (поворотные шифраторы).

Тема 6. Теоретические основы синтеза алгоритмов управления электроприводом

31. Общие принципы построения алгоритмов управления электроприводом. Управление электромагнитным моментом. Управление механическими переменными электромеханической системы.

32. Формирование статических характеристик электропривода. Статические характеристики электропривода без обратных связей.

33. Влияние обратной связи по ошибке выходной координаты на регулировочную и нагрузочную характеристики электропривода. Влияние обратной связи по возмущающему воздействию на регулировочную и нагрузочную характеристики электропривода.

34. Оценка качества динамических процессов. Количественные характеристики качества динамических процессов. Эталонные переходная и передаточная функции, характеристический полином. Апериодические и колебательные переходные характеристики.

35. Методы коррекции переходной функции объекта управления. Метод параллельной коррекции. Метод последовательной коррекции. Метод подчиненного управления.

Тема 7. Управление электрической машиной постоянного тока

36. Устройство и принцип работы электрической машины постоянного тока. Параметры обмоток электрической машины.

37. Уравнения машины постоянного тока, характеризующие динамику электромагнитных процессов. Структурная схема электрической машины постоянного тока.

38. Статические характеристики электродвигателя постоянного тока. Динамические свойства машины постоянного тока при управлении напряжением якоря.

39. Управление током и скоростью электродвигателя постоянного тока путем изменения напряжения якоря при постоянном токе в обмотке возбуждения.

40. Синтез регулятора контура тока якоря электродвигателя. Ограничение тока якоря электродвигателя.

41. Синтез регулятора скорости вращения якоря электродвигателя. Понятие об адаптивном регуляторе скорости.

42. Синтез следящей системы управления электропривода. Синтез регулятора положения.

43. Управление электроприводом с двухмассовой механической системой. Контур тока электропривода с двухмассовой механической системой. Динамическая модель двухмассовой механической системы. Синтез регулятора скорости с двухмассовой механической системой.

44. Алгоритмы управления электроприводом путем изменения напряжения обмоток якоря и возбуждения. Алгоритм совместного управления в первой и второй зонах с контуром тока обмотки возбуждения.

45. Алгоритм совместного управления электроприводом в первой и второй зонах с задержанной обратной связью по ЭДС вращения якоря в цепи управления обмоткой возбуждения. Алгоритм управления путем воздействия на сопротивление цепи якоря.

Тема 8. Управление синхронной электрической машиной

46. Устройство и принцип работы синхронной электрической машины. Параметры обмоток электрической машины.

47. Динамическая модель и уравнения синхронной электрической машины, характеризующие динамику электромагнитных процессов.

48. Стационарный электромагнитный момент синхронной машины. Угловые характеристики мощности синхронной машины. Потери энергии в стационарном режиме работы синхронной машины.

49. Уравнение движения ротора синхронной машины при постоянных параметрах напряжений статора. Уравнение движения ротора синхронной машины с демпферной обмоткой и без нее.

50. Синтез алгоритма управления синхронным электродвигателем путем изменения параметров напряжения статора при постоянном токе возбуждения.

51. Информационное обеспечение алгоритма управления синхронного электродвигателя.

Тема 9. Управление асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором

52. Устройство и принцип работы асинхронной электрической машины. Значения параметров асинхронной машины.

53. Уравнения асинхронной электрической машины, характеризующие динамику электромагнитных процессов. Структурная схема короткозамкнутого асинхронного электрического электродвигателя.

54. Особенности решения дифференциальных уравнений, описывающих электромагнитные процессы в асинхронном электродвигателе. Оценка характера динамических процессов по корням характеристического уравнения.

55. Основные характеристики стационарного режима работы асинхронного электродвигателя. Схема замещения асинхронного электродвигателя.

56. Токи в установившемся режиме работы асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. Стационарный электромагнитный момент короткозамкнутого асинхронного электродвигателя.

57. Управление электромагнитным моментом асинхронного электродвигателя.

58. Управление скоростью вращения ротора асинхронного электродвигателя.

Тема 10. Управление асинхронным электродвигателем с фазным ротором

59. Уравнения динамики электромагнитных процессов в асинхронном электродвигателе при управлении параметрами цепи ротора.

63. Уравнения динамики электромагнитных процессов в асинхронном электродвигателе при питании обмоток статора от трехфазного источника ЭДС.

64. Уравнения динамики электромагнитных процессов в асинхронном электродвигателе при питании обмоток статора от источника постоянной ЭДС.

65. Управление асинхронным электродвигателем путем изменения активного сопротивления цепи ротора. Механические характеристики асинхронного электродвигателя при изменении активного сопротивления в цепи ротора.

66. Изменение активного сопротивления в цепи ротора асинхронного электродвигателя на основе широтно-импульсного управления транзистором.

67. Изменение активного сопротивления в цепи ротора асинхронного электродвигателя на основе частотно-импульсное управления.

68. Импульсно-фазовое управление тиристорами в цепи ротора асинхронного электродвигателя.

69. Управления асинхронным электродвигателем в каскадных схемах (асинхронно-вентильный каскад). Динамическая модель асинхронно-вентильного каскада. Статические характеристики асинхронно-вентильного каскада (АВК). Подчиненная система управления АВК.

70. Частотное управление асинхронным электродвигателем. Закон частотного управления.

71. Частотное управление асинхронным электродвигателем на основе автономных инверторов напряжения и тока.

72. Векторное управление асинхронным электродвигателем. Математическая модель и функциональная схема системы векторного управления.

Тема 11. Управление вентильным реактивным электродвигателем

73. Устройство и принцип действия вентильного реактивного электродвигателя. Конструктивные особенности реактивных электродвигателей. Вентильные коммутаторы для питания обмоток реактивных электродвигателей.

74. Описание электромагнитных процессов в реактивном электродвигателе при полнофазном режиме работы. Уравнения напряжений реактивного электродвигателя при полнофазном режиме работы.

75. Алгоритм полнофазного управления вентильным реактивным электродвигателем. Характеристика способов управления вентильным реактивным электродвигателем при полнофазном режиме работы.

Тема 12. Синтез структуры электропривода, выбор электродвигателей и их проверка

76. Основы структурного синтеза. Критерии оптимальности при выборе варианта построения электропривода.

77. Критерии выбора и проверки электродвигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей.

78. Методы предельного перегрева, средних потерь, эквивалентных величин.

79. Пересчет нагрузки в зависимости от режима работы электродвигателя, продолжительности его включения, температуры окружающей среды.

Тема 13. Расчет электрических нагрузок и компенсация реактивной мощности

80. Понятие расчетной нагрузки. Виды и области применения расчетных нагрузок. Основные принципы расчета нагрузок. Детерминированные и вероятностные методы расчета нагрузок.

81. Расчет активных нагрузок для различных уровней структуры системы электроснабжения. Особенности расчетов реактивных и полных электрических нагрузок. Выбор числа и мощности источников.

82. Потребители реактивной мощности и режимы ее потребления. Компенсаторы реактивной мощности. Способы и методы обоснования компенсации реактивной мощности.

Тема 14. Основы технической эксплуатации электроприводов и систем автоматики

83. Современные информационные технологии управления состоянием электротехнических устройств и систем на стадии эксплуатации. Система управления запасами. Система управления электронным документооборотом. Система управления персоналом на предприятии.

84. Определения, вероятностные характеристики, модели и показатели надежности электротехнических устройств и систем.

85. Методы расчета надежности электроприводов и систем автоматики. Резервирование.

86. Задачи, виды, системы технического диагностирования. Диагностические модели.

87. Методы определения технического состояния, дефектов и прогнозирования электроприводов и систем автоматики.

Литература

Основная:

1. Анучин А.С. Системы управления электроприводов. М.: МЭИ, 2015.- 373 с.
2. Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н.. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. Учебник. М.: Академия, 2007. – 576 с
3. Беспалов В.Я. Электрические машины (4-е изд., перераб. и доп.) учебник . М.: Академия, 2013 - 320 с.
4. Бессекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. Изд-во «Профессия» – (Серия: Специалист), 2003. – 752 с.
5. Ключев В.И. Теория электропривода. Учебник. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 686 с.
6. Копылов И. П. Электрические машины. Учебник. М. : Высшая школа, 2004. – 608 с.
7. Кузнецов С.Е., Лемин Л.А., Кудрявцев Ю.В., Пруссаков А.В., Исаков Д.В. Техническая эксплуатация судового электрооборудования. Под ред. С.Е. Кузнецова. Учебно-справочное пособие. М.: Проспект, 2010. – 512 с.
8. Москаленко В.В. Электрический привод. Учебник. М.: Академия, 2009. – 368 с
9. Онищенко Г.Б. Теория электропривода. Учебник. М.: ООО «Образование и исследование», 2013. – 352 с.
10. Попков О.З. Основы преобразовательной техники. Учебное пособие. М.: МЭИ, 2010.- 200 с.
11. Самосейко В.Ф. Теоретические основы управления электроприводами. Учебное пособие. - СПб. Элмор. 2007. – 464с
12. Саушев А.В. Математическое описание механической системы электропривода. Учебное пособие СПб.: СПГУВК, 2010. – 117 с
13. Саушев А.В. Основы электромеханического преобразования энергии. Учебное пособие СПб.: СПГУВК, 2012. – 239 с
14. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. Учебник. М.: Академия, 2007. – 277 с.
15. Терехов В.М. Осипов О.И. Системы управления электропривода. Учебник. М.: Академия, 2005. – 304с
16. Терехов В.М. Элементы автоматизированного электропривода: Учебник для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1987. - 224 с.
17. Тывра В.О. Электрические и электронные аппараты. Часть 1. Элементы и узлы электроаппаратов. Учебное пособие. СПб.: ФГО ВПО СПГУВК, 2009. – 115 с.
18. Тывра В. О. Электрические и электронные аппараты. Часть 2. Аппараты электроприводов и распределительных устройств низкого напряжения. Учебное пособие. СПб.: СПГУВК, 2010. – 190 с.
19. Шорин В.П. Электрический привод и теория электропривода. Учебное пособие. СПб.: СПГУВК, 2003. – 306 с

Дополнительная:

1. Алиев И.И., Абрамов М.Б. Электрические аппараты. Справочник. М.: ИП РадиоСофт, 2004.- 256 с.
2. Браславский И.Я. Ишматов З.Ш. Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод Учебное пособие М.: Академия, 2004. – 256 с
3. Браславский И.Я. Асинхронный полупроводниковый электропривод с параметрическим управлением. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 224 с.
4. Васендин В.И. Шошмин В.А. Электрохозяйство предприятий речного транспорта. Организация, планирование и управление. Учебник. М., Транспорт, 1991 г., 319 с.
5. Водовозов А.М. Элементы систем автоматики: учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений.- М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 224 с.
6. Волков В. С. . Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических комплексов. Учебное пособие. М.: Академия, 2011 - 238 с.
7. Воскобович В.Ю., Королева Т.Н., Павлова В.А. Электроэнергетические установки и силовая электроника транспортных средств. Учебное пособие. - СПб. Элмор. 2001.-384 с.
8. Ильинский Н.Ф. Москаленко В.В. Электропривод и энерго- и ресурсосбережение. Учебное пособие. М.: Академия, 2008. – 208 с
9. Клевцов А.В. Преобразователи частоты для электроприводов переменного тока. Тула.: Гриф и К, 2008 – 224 с
10. Ковчин С.А. Сабинин Ю.А. Теория электропривода. Учебник. СПб.: Энергоатомиздат, 2000. – 496 с
11. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: Учебник для вузов.- 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. -327 с.
12. Кузнецов С.Е., Каулин Е.Л, Исаков Д.В. Автоматизированные системы управления техническим обслуживанием и ремонтом судовых технических средств. Учебное пособие. СПб.:ГМА им адм. С.О. Макарова, 2006. 148 с.
13. Никитенко Г.В. Электрический привод Производственных механизмов. Учебное пособие. М.: Лань, 2013. – 224 с
14. Овсянников Е.М. Электропривод. Учебник. М.: Форум, 2011. – 224 с
15. Осипов О.И. Усынин Ю.С. Техническая диагностика автоматизированных электроприводов Монография. М.: Энергоатомиздат, 1991. - 160с.
16. Прянишников В.А. Электроника. Учебник. М.:КОРОНА, 2010. - 416с.
17. Розанов Ю.К. Силовая электроника. Учебник. Изд-во: МЭИ, 2009 - 632 с.
18. Розанов Ю.К. Электронные устройства электромеханических систем. Учебное пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 270 с.
19. Саушев А.В. Планирование эксперимента в электротехнике. Учебное пособие. СПб.: СПГУВК, 2012. – 273 с.

20. Саушев А.В. Методы управления состоянием электротехнических систем. Учебное пособие. СПб.: СПГУВК, 2004. – 126 с.

21. Шишкин Г.Г., Шишкин А.Г. Электроника. Учебник. М.: Дрофа, 2009. -704 с.

Разработчик

Программа разработана на кафедре Электропривода и электрооборудования береговых установок и утверждена на заседании кафедры 04.04.2017 года, протокол № 8.