

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/Д.С. Гуц/

«28» марта 2022 года

ПРОГРАММА
вступительного испытания для поступающих в аспирантуру

2.4 Энергетика и электротехника

шифр и наименование группы научных специальностей

2.4.2 Электротехнические комплексы и системы

шифр и наименование научной специальности

Настоящая программа составлена на основе дисциплин направления «Электроэнергетика и электротехника» и предназначена для сдачи вступительного испытания по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы. Цель вступительного испытания заключается в выявлении готовности претендента к освоению учебного плана по программе аспирантуры.

1. Перечень теоретических вопросов

1. Общие положения механики электромеханических систем.
2. Принцип действия и электромеханические свойства электрогенераторов постоянного и переменного тока.
3. Уравнения ЭДС трансформатора, коэффициент трансформации, основные уравнения трансформатора. Приведенный трансформатор, расчет параметров, схема замещения. Векторные диаграммы трансформатора при нагрузке. Холостой ход и короткое замыкание трансформатора, характеристики в режимах холостого хода и короткого замыкания. Определение параметров схемы замещения из опытов холостого хода и короткого замыкания. Потери и КПД трансформатора.
4. Изменение вторичного напряжения при нагрузке. Схемы и группы соединения обмоток. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Параллельная работа трансформаторов при нарушении условий включения.
5. Высшие гармонические в кривых намагничивающего тока, магнитного потока и ЭДС трансформатора. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Переходные режимы в трансформаторе.
6. Многообмоточные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные трансформаторы, трансформаторы числа фаз, поворотные и синусно-косинусные трансформаторы.
7. Основные уравнения и режимы работы асинхронной машины. Асинхронная машина при неподвижном роторе и при вращении ротора. Приведение параметров машины к неподвижному ротору. Векторная диаграмма и схема замещения асинхронной машины.
8. Энергетическая диаграмма, потери и КПД асинхронного двигателя. Электромагнитный момент и механическая характеристика. Пуск в ход асинхронного двигателя. Характеристики асинхронного двигателя в режимах холостого хода, короткого замыкания и нагрузки.
9. Регулирование частоты вращения вала и торможение асинхронного двигателя. Индукционный регулятор. Асинхронный генератор. Однофазные асинхронные двигатели. Сельсины.
10. Основные уравнения синхронного генератора. Реакция якоря, продольные и поперечные оси машины. Параметры синхронной машины, режимы холостого хода и короткого замыкания, характеристики синхронного генератора. Векторные диаграммы синхронного генератора.
11. Параллельная работа синхронных генераторов. Условия включения генераторов на параллельную работу. Электромагнитная и синхронизирующая мощности синхронных машин, угловые характеристики, устойчивый режим работы генератора. V-образные характеристики генератора, их связь с угловыми характеристиками. Регулирование активной и реактивной мощности синхронного генератора, работающего параллельно с сетью.
12. Способы пуска, рабочие характеристики синхронного двигателя. Реактивный двигатель, синхронный компенсатор, специальные двигатели. Колебания частоты вращения синхронных машин при параллельной работе. Понятие о динамической устойчивости.
13. ЭДС генератора постоянного тока. Условия самовозбуждения генераторов. Реакция якоря. Характеристики генераторов постоянного тока. Основные уравнения двигателя постоянного тока, пуск в ход. Энергетическая диаграмма, потери и КПД. Характеристики

двигателей параллельного, последовательного и смешанного возбуждения условие устойчивой работы. Способы регулирования частоты вращения вала двигателя и его торможение.

14. Обмотки электромагнитов, катушки токовые и напряжения. Контакторы постоянного и переменного тока, магнитные пускатели. Автоматические выключатели низкого напряжения, быстродействующие автоматы.

15. Электромагнитные и тепловые реле тока и напряжения. Распределение магнитного потока, схема замещения и расчёт магнитных цепей электромагнитов постоянного тока. Магнитные цепи переменного тока, комплексное магнитное сопротивление, экранирующий контур, особенности расчёта. Магнитные цепи с постоянными магнитами, особенности расчёта.

16. Электродинамические усилия (ЭДУ) в проводниках переменного сечения, на переменном токе, Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного тока, тяговая характеристика. Динамика срабатывания электромагнитов постоянного и переменного тока, электродинамическая стойкость аппаратов.

17. Электрические контакты, переходное сопротивление, нагрев и сваривание контактов. Нагрев электрических аппаратов, источники тепла, теплоотдача, длительный нагрев, термическая стойкость. Электрическая дуга, основные процессы, вольтамперная характеристика дуги постоянного и переменного тока, способы гашения дуги.

18. Электромеханическое преобразование энергии. Уравнения обобщенной электрической машины.

19. Электромеханические свойства электродвигателей постоянного и переменного тока. Математическая модель электромеханических систем с электродвигателями разных типов. Уравнения Парка-Горева для асинхронного и синхронного двигателя.

20. Динамические нагрузки в упругой двухмассовой системе. Ограничение упругого момента. Взаимное влияние механической и электрической частей электропривода.

21. Регулирование координат электроприводов постоянного и переменного тока: управляемый преобразователь – двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель.

22. Энергетика электроприводов постоянного и переменного тока. Выбор электродвигателя по мощности для типовых режимов работы и проверка его по нагреву

23. Типовые функциональные схемы электроприводов, осуществляющих автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и торможение электродвигателей постоянного тока. Защита от перегрузок и аварийных режимов.

24. Системы подчиненного регулирования параметров электромеханической системы. Системы управления электроприводом с нечеткой логикой. Синтез фазы-регуляторов.

25. Принцип векторного управления асинхронным двигателем. Типовые структурные схемы его реализации.

26. Программные системы управления электроприводами, замкнутые по положению исполнительного органа.

27. Преобразователи переменного напряжения в постоянное и постоянного в переменное. Частотно- и широтно-импульсные преобразователи. Схемы выпрямления. Характеристики управляемых выпрямителей. Принципы анализа процесса коммутации в управляемых выпрямителях. Ограничение зоны прерывистых токов. Основные типы инверторов. Векторное формирование напряжения на нагрузке. Тиристорные инверторы напряжения. Способы коммутации тиристоров. Однополярная и двухполярная схема ШИМ. Работа ШИМ на активную и реактивную нагрузки.

28. Методы построения астатических наблюдателей состояния и нагрузки. Метод пространства состояний. Обратная связь по состоянию.

29. Синтез модальных и полиномиальных регуляторов. Наблюдатели состояния полного порядка. Астатические наблюдатели состояния и нагрузки с астатизмом повышенного порядка.

30. Математические модели систем управления электроприводом в пространстве состояний.
31. Классификация источников, приёмников и преобразователей электрической энергии. Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени (по отраслям). Использование теории случайных процессов для представления основных параметров нагрузки. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.
32. Принципы расчёта электрических сетей и систем электроснабжения.
33. Выбор систем и схем электроснабжения. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения (по отраслям). Сокращение числа трансформации и выбор числа трансформации. Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.
34. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.
35. Качество электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям). Электромагнитная совместимость приёмников электрической энергии с питающей сетью.
36. Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.
37. Техничко-экономические расчёты в системах электроснабжения (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчётах по электротехническим комплексам и системам. Теория надёжности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии (по отраслям). Теория малых выборок, и её использование в практике расчётов.
38. Компенсация реактивной мощности. Основные направления развития компенсирующих устройств. Особенности компенсации реактивной мощности в электротехнологических установках
39. Заземление электроустановок, молниезащита промышленных, транспортных и сельскохозяйственных сооружений, жилых и культурно-бытовых зданий.
40. Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электроснабжения; прогнозирование перегрузок.
41. Электрический баланс в системах электроснабжения городов, объектов сельского хозяйства, промышленных предприятий и подвижных объектов. Методика расчёта потерь мощности в системах электроснабжения. Нормирование энергопотребления.
42. Классификация электротехнологических установок. Примеры электротермического оборудования, конструкции, применяемые нагревательные элементы, рабочие температуры, напряжения, мощности.
43. Электронагрев. Области применения.
44. Классификации и области применения индукционных канальных и тигельных печей. Принципе действия и назначение. Особенности плавки различных металлом и сплавов.
45. Основные элементы индукционных печей. Индукционный нагрев. Достоинстве и недостатки. Циркуляция металла. Расчет тепловой энергии, необходимой для расплавления металла. Производительность. Коэффициент полезного действия. Расчет мощности.
46. Расчет частоты питающего напряжения в установка индукционного нагрева и индукционных печах. Выбор преобразователя частоты и электропечного трансформатора.
47. Индукционные линейные установки с жидкометаллическим рабочим телом. Магнитогидродинамический насос, дозатор, перемешиватель.
48. Диэлектрический нагрев. Принцип действия. Область применения.

49. Магнитная гидродинамика и ее практические применение. Основные уравнения магнитной гидродинамики. Особенности взаимодействия электромагнитных, тепловых и гидродинамических полей.
50. Вектор Пойтинга в металлическом полупространстве. Активные и реактивные мощности.
51. Численные методы расчета электромагнитных полей. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов.
52. Средства, методы и особенности численного решения задач магнитной гидродинамики.
53. Электролиз алюминия и меди.
54. Типы регуляторов, используемые в системе управления электрических печей.

2. Рекомендуемая литература

1. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. В 2 томах. М.: Издательский дом МЭИ, 2004.
2. Гольдберг О.Д. Электромеханика: учеб. для студ. вузов / О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская; под ред. О.Д. Гольдберга. – М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 512 с.
3. Электрические и электронные аппараты: учебник для студ. высш. учеб. заведений. В 2 т. Т.1. Электромеханические аппараты / [Е.Г. Акимов и др.]; под. ред. А.Г. Годжелло, Ю.К. Розанова. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 352 с.;
4. Электрические и электронные аппараты: учебник для студ. высш. учеб. заведений. В 2 т. Т.2. Силовые электронные аппараты / [А.П. Бурман и др.]; под. ред. Ю.К. Розанова. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.
5. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводами. – М.: «Академия», 2005. – 304 с.
6. Белов М.П., Новиков В.Л., Рассудов Л.Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. – М.: «Академия», 2004. – 576 с.
7. Онищенко Г.Б. Теория электропривода – М.: ООО «Образование и исследование», 2013. – 352 с.
8. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов - Москва: Издательский дом МЭИ, 2015. - 374 с.
9. Охорзин В.А., Сафонов К.В. Теория управления: [учебник для вузов] - СанктПетербург: Москва: Краснодар: Лань, 2014. - 224 с.
12. Вольдек А.И. Индукционные магнитогидродинамические машины с жидкометаллическим рабочим телом. – М.: Энергоатомиздат. 1984. 124 с.
13. Болотов А.В. Электротермические установки. – Алма-Ата: «Мектеп». 1983. 335с.
14. Свенчанский А.Д. Электрические промышленные печи. М.: Энергоатомиздат. 1981.
- Слухоцкий А.С. Установки индукционного нагрева. – Л.: Энергоатомиздат. 1981. 328 с.
15. Альтгаузен А.П. Электротермическое оборудование. – М.: Энергия. 1980. 416 с.
16. Немков В.С. Теория и расчет устройств индукционного нагрева. – Л.: Энергоатомиздат. 1980. – 280 с.
17. Тремясов В.А. Надежность электроснабжения: учеб. пособие. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 163 с.

Программу составили:

д-р техн. наук, профессор В.И. Пантелеев

д-р техн. наук, профессор В.Н. Тимофеев

д-р техн. наук, профессор М.Ю. Хацаюк

Директор Политехнического института _____

_____ М.В. Первухин