

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор-проректор
по научной работе

_____ А.В. Коржов

«_____» _____ 2022 г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальной дисциплине:

Научная специальность: 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

2.4.6 – «Теоретическая и прикладная теплотехника»

Разработчики:

1. _____ (Григорьев М.А., д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой ЭПМЭМ)

Челябинск 2022 г.

Перечень тем для подготовки к кандидатскому экзамену

Теория электропривода
Системы управления электроприводов
Теория автоматического управления
Электроснабжение промышленных предприятий и городов
Электромагнитная совместимость
Электрические машины
Тепломассообмен
Устройства генерации теплоты

Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

1. Теория электропривода. Функции, выполняемые общепромышленными тяговым приводом, и его обобщенные функциональные схемы.
2. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах.
3. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода.
4. Электромеханические свойства асинхронных, синхронных и шаговых двигателей. Механические устройства.
5. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты). Гистерезисная муфта, гистерезисный электромагнитный тормоз. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.
6. Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей.
7. Учет нелинейностей.
8. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.
9. Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода.
10. Примеры формирования оптимальных переходных процессов при разгоне и торможении электропривода с учетом процессов в рабочем механизме. Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.
11. Регулирование переменных электропривода.
12. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты - асинхронный двигатель, преобразователь частоты - синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с вентильными двигателями, системы с гистерезисными двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения.
13. Основные характеристики приборных систем электроприводов.
14. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы.
15. Тяговые электроприводы.
16. Вентильный электропривод на базе магнитоэлектрических и индукторных машин с обмоткой возбуждения и с самовозбуждением.
17. Гистерезисный электропривод с преобразователями частоты и напряжения, с управлением возбуждением приводного гистерезисного электродвигателя и регулированием намагниченности его ротора.
18. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.

19. Автоматическое управление электроприводом. Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом.

20. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей.

21. Синтез систем с контактными и бесконтактными элементами. Принципы выбора элементной базы. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.

22. Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ.

23. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.

24. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями.

25. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями.

26. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями.

27. Системы с машинами двойного питания.

28. Структура управления специальными приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.п.).

29. Электроприводы механизмов с большими моментами инерции.

30. Электроприводы в режиме синхронного вала.

31. Многодвигательные электроприводы.

32. Управление электроприводами с линейными двигателями.

33. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом.

34. Стабилизирующие системы управления электроприводами.

35. Защита от перегрузок и аварийных режимов.

36. Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных.

37. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного действия.

38. Оптимальные и инвариантные САУ.

39. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий.

40. Цифровые САУ. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах.

41. Электроприводы в системах, реализующих мехатронные технологии. Применение микропроцессоров и микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.

42. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.

43. Надежность и техническая диагностика электроприводов.

44. Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования. Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования (по отраслям).

45. Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный, инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др.

46. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования неавтономных и автономных стационарных и подвижных объектов.

47. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.

48. Контактные и бесконтактные узлы систем управления электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования.

49. Электрооборудование для электроснабжения промышленных предприятий, транспорта и сельского хозяйства

50. Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии.

51. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии.

52. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.

53. Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения.

54. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения.

55. Выбор напряжения в системах электроснабжения (по отраслям).

56. Сокращение числа трансформаций и выбор числа трансформаций.

57. Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений.

58. Защита от блуждающих токов. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты.

59. Принципы автоматического повторного включения.

60. Техничко-экономические расчеты в системах электроснабжения (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий.

61. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам.

62. Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии (по отраслям).

63. Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов.

64. Заземление электроустановок, молниезащита промышленных, транспортных и сельскохозяйственных сооружений, жилых и культурно бытовых зданий.

65. Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электроснабжения; прогнозирование перегрузок.

66. Электрический баланс в системах электроснабжения городов, объектов сельского хозяйства, промышленных предприятий и подвижных объектов.

67. Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения.

68. Нормирование энергопотребления.

69. Качество электрической энергии.

70. Показатели качества электрической энергии.

71. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям).

72. Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.

73. Средства улучшения показателей качества электроэнергии.

74. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения. Основные направления развития компенсирующих устройств.

75. Электромеханическое преобразование энергии и физические законы, на которых оно основано.

76. Обобщенная электрическая машина – математическая модель электрических машин всех типов. Допущения при записи уравнений обобщенной машины. Дифференциальные уравнения в различных системах координат. Уравнения Парка–Горева синхронной машины. Физический смысл параметров обобщенной машины – коэффициентов в дифференциальных уравнениях.

77. Электромагнитный момент обобщенной электрической машины, уравнение движения ротора. Статические и динамические механические характеристики электродвигателей.

78. Способы измерения момента.

79. Временные и пространственные гармоники в электрических машинах, параметры высших гармоник. Методы расчета гармоник магнитодвижущей силы (МДС) и магнитной индукции в воздушном зазоре с учетом формы зубцовой зоны сердечников и нелинейных свойств магнитной цепи.

80. Область поля электрической машины. Математическое описание электромагнитного поля электрической машины. Разделение области поля на вращающуюся и неподвижную части. Граничные и начальные условия.

81. Виды потерь и физические причины их возникновения в электрических машинах.

82. Методики расчета основных и добавочных потерь в машинах переменного и постоянного тока. Коэффициент полезного действия электрических машин и трансформаторов, способы его расчетного и экспериментального определения.

83. Многомерные электрические машины, двигатели со сферическим и коническим ротором, торцевые конструкции электрических машин, униполярные машины. Электрические машины колебательного и возвратно-поступательного движения, линейные и дугостаторные двигатели, МГД-генераторы и насосы. Электрические машины со сверхпроводящими обмотками. Емкостные электрические машины.

84. Трансформаторы как электромагнитные преобразователи энергии. Физические процессы в трансформаторе. Магнитные системы и обмотки трансформаторов, группы соединения обмоток. Основные уравнения и схема замещения трансформатора. Параметры трансформаторов, методы их определения. Параллельная работа трансформаторов.

85. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах. Классификация трансформаторов, их специальные типы.

Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену по специальности 2.4.6 – «Теоретическая и прикладная теплотехника»

86. Когенераторы: окупаемость оборудования.
87. Материальные балансы промпредприятия.
88. Энергетические балансы промпредприятия.
89. Топливоснабжение тепловых электростанций, работающих на природном газе
90. Эффективность потребления ТЭР при производстве и преобразовании энергии в системах энергоснабжения предприятия.
91. Дробление твердого топлива
92. Современные методы математического моделирования
93. Методики преподавания в высшей школе
94. Общий коэффициент использования теплоты топлива.
95. Хранение твердого топлива на ТЭС
96. Начальные условия процессов нестационарной теплопроводности твердых тел
97. Прием твердого топлива на ТЭС
98. Когенераторные установки теплоты: устройство и принцип действия.
99. Когенераторные теплоэлектростанции (ТЭС).

100. Эффективность потребления ТЭР при производстве и преобразовании энергии в транспортировании и распределении энергоресурсов.
101. Принцип когенерации в промышленности.
102. Определение тригенерации. Тригенерация и промышленность.
103. Проблемы развития и совершенствования профессионального образования
104. Горение жидкого топлива в камерных топках
105. Математическое моделирование теплотехнических процессов
106. Горение природного и искусственных газов в топках котлов и нагревательных печах

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

Перечень рекомендуемой основной литературы.

1. Усынин Ю.С. Теория автоматического управления: учебное пособие для вузов / Ю.С. Усынин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 176с.
2. Корнеев В.В., Киселев А.В. Современные микропроцессоры. 2-е изд. М.: НОЛИДЖ, 2000.
3. Макаров В.В., Лохин В.М., Петрыкин А.А. Дискретные системы автоматического управления теплотехническими объектами. М.: Наука; Физматлит, 1998.
4. Беспалов В.Я. Электрические машины: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. – М.: Издательский центр «Академия», 2006.- 320с.
5. Дудкин М.М., Цытович Л.И. Элементы информационной электроники систем управления вентильными преобразователями. Челябинск, из-во ЮУрГУ, 2011, 362 с.
6. Лазарев В.Г. Интеллектуальные цифровые сети. Справочник. М.: Финансы и статистика, 1996.
7. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУТП: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, 1989.
8. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия, 2-е изд. СПб.: Питер, 2001.
9. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Лаборатория базовых знаний, 2000.
10. Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. М.: Мир, 2001.

Перечень рекомендуемой дополнительной литературы.

1. Ильинский Н. Ф. Основы электропривода. М.: Изд. дом МЭИ, 2007. –221с.
2. Быстрицкий Г.Ф., Гасангаджиев Г.Г., Кожиченков В.С. Общая энергетика (Производство тепловой и электрической энергии) // Учебник. М.: ООО «Издательство КноРус». 2014.
3. Ключев В.И. Теория электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1998.
4. Федоров А.А. Основы электроснабжения предприятий. М.: Энергия, 1980.
5. Анучин А.С. Системы управления электроприводов. М: Московский энергетический институт. 2015 – 373с.
6. Розанов Ю.К. Силовая электроника. М.: Изд.дом МЭИ, 2007, 496с.
7. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Академия, 2005. – 304 с.
8. Москаленко В.В. Электрический привод.– М.: Академия, 2007. –368с.

9. Ильинский Н.Ф., Москаленко В.В. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение. – М. : Академия, 2008 . – 208 с.
10. Шенфельд Р., Хабигер Э. Автоматизированные электроприводы. Л.: Энергоатомиздат, 1985.
11. Основы электрического транспорта / Под общ.ред. М.А. Слепцова. М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 464с.
12. Сопов В.И., Щуров Н.И. Системы электроснабжения электрического транспорта на постоянном токе. Учебник/– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013.
13. Кудрин Б.И. Системы электроснабжения. М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 352с.
14. Ключев В.И. Теория электропривода. М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704с.
15. Карташев И.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г. и др. Управление качеством электроэнергии // Ред. Ю.В. Шаров. М.: Изд. дом МЭИ, 2008.
16. Тихменев Б.Н., Трахтман Л.М. Подвижной состав электрифицированных железных дорог. Теория работы электрооборудования, электрические схемы и аппараты. М.: Транспорт, 1980.
17. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию предприятий и общественных зданий / Под общ. ред. Гамазина С.И., Кудрина Б.И., Цырука С.А. М.: Издательский дом МЭИ, 2010. 745с.
18. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. Елисеева В.А., Шинянского А.В. М.: Энергоиздат, 1983.
19. Осипов О.И. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 80 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.

1. Электронный каталог библиотечно-издательского комплекса ТИУ:
<http://webirbis.tsogu.ru>
2. Полнотекстовая база данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tyuiu.ru>
3. Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Базы данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) – Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
5. Система поддержки дистанционного обучения Educon [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://educon2.tyuiu.ru/login/index.php>
6. Ресурсы, предоставленные Библиотечно-издательским комплексом ТИУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://www.tyuiu.ru/university/subdivisions/teachbookdep/bibliotechnoizdatelskiy-kompleks/bibliotechnye-resursy/>

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы по специальности 2.4.6 – «Теоретическая и прикладная теплотехника»

Перечень рекомендуемой основной литературы.

1. Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – М.: БАСТЕТ, 2010.– 242 с.
2. Сидельковский, Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий: учебник для вузов / Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев. – Издательство Бастет, 2009.– 186 с.

Перечень рекомендуемой дополнительной литературы.

1. Лосавио, Н.Г. Тепломассообменное оборудование предприятий / Н.Г. Лосавио. М.: МИИТ, Лосавио Н.Г., 2011.– 53 с.
2. Теплоэнергетика. - М.:ООО МАИК «Наука/Интерпериодика», 2014. - №1. – 80 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.

1. Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Базы данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) – Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Экзамен проводится в устной форме.

Оценка результатов освоения программы

Критерии оценивания

Критерии оценки	Оценка
Аспирант обнаруживает глубокое, полное знание содержания учебного материала, понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, принципов и теорий; умение выделять существенные связи в рассматриваемых явлениях, давать точное определение основным понятиям, связывать теорию с практикой, решать прикладные задачи. Он аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией, связно излагает свой ответ	ОТЛИЧНО
Аспирант обнаруживает достаточное владение учебным материалом, в том числе понятийным аппаратом; демонстрирует уверенную ориентацию в изученном материале, возможность применять знания для решения практических задач, но затрудняется в приведении примеров. При ответе допускает отдельные неточности	ХОРОШО

аспирант/соискатель излагает основное содержание учебного материала, но раскрывает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО
аспирант/соискатель демонстрирует разрозненные бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач в соответствии с требованиями программы или вообще отказывается от ответа	НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО

Литература, разрешенная для использования на экзамене: Литературой пользоваться **допускается.**