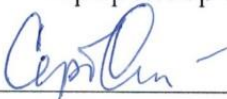


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(ОмГУПС (ОМИИТ))

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

 С. Г. Шантаренко

«30» 09 2020 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальной дисциплине
по направлению подготовки аспирантуры
13.06.01 Электро- и теплоэнергетика
(направленность – Электромеханика и электрические аппараты)

Омск 2020

Знания принципов работы и назначения различных электромеханических устройств и систем на железнодорожном транспорте, особенностей анализа, синтеза и технического использования силовых и информационных устройств для взаимного преобразования электрической и механической энергии, электрических, контактных и бесконтактных аппаратов для коммутации электрических цепей и управления потоками энергии являются необходимой базой для поступления в аспирантуру по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплоэнергетика.

ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ

На вступительном экзамене по специальной дисциплине по направлению 13.06.01 Электро- и теплоэнергетика (направленность – Электромеханика и электрические аппараты), поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать знание и понимание следующих основополагающих тем:

Роль электромеханики и электрических аппаратов в современной технике

Развитие энергетики и электроэнергетических систем. Применение электрических машин, трансформаторов и аппаратов в системах генерирования, передачи, распределения и потребления электрической энергии. Общая классификация электрических машин и аппаратов, оценка их эффективности, качества и надежности, основные элементы конструкции электромеханических преобразователей, трансформаторов, электрических аппаратов. Исторические сведения о развитии электромеханики.

Методы исследования электрических машин с позиций теории цепей

Описанию электромагнитных процессов в электрических машинах: с позиций теории поля и теории электрических цепей. Обобщенная электрическая машина – математическая модель электрических машин всех типов. Допущения при записи уравнений обобщенной машины. Дифференциальные уравнения в различных системах координат. Уравнения установившегося режима работы. Векторные диаграммы и эквивалентные схемы замещения. Основные характеристики двигателей и генераторов. Электромагнитный момент обобщенной электрической машины, уравнение движения ротора. Статические и динамические механические характеристики электродвигателей.

Электромагнитное поле в электрических машинах

Математическое описание электромагнитного поля электрической машины. Разделение области поля на вращающуюся и неподвижную части. Электромагнитная сила, действующая в области паза с током в магнитном поле. Аналитические выражения электромагнитных сил и моментов. Электродвижущая сила, индуцированная в проводнике, расположенном в пазу электрической машины. Исследование магнитного поля в воздушном зазоре. Гармонический анализ магнитной проводимости воздушного зазора, МДС и магнитной индукции в воздушном зазоре. Поле рассеяния в пазах различной формы. Магнитное поле в области торцевых частей машины.

Коммутация коллекторных машин

Процесс коммутации в электрических машинах. Уравнения классической теории коммутации, виды коммутационных процессов. Щеточный контакт и его вольт-амперные характеристики. Анализ факторов, влияющих на коммутацию и способы ее улучшения.

Потери и тепловые явления в электрических машинах

Потери мощности в электрических машинах и физические причины их возникновения. Коэффициент полезного действия электрических машин и трансформаторов. Нагревание и охлаждение электрических машин и трансформаторов. Электроизоляционные материалы и классы их нагревостойкости.

Специальные электрические машины

Электрические машины автоматических устройств; синхронные микродвигатели с постоянными магнитами, шаговые, реактивные, гистерезисные; универсальные коллекторные двигатели; информационные электрические микромашины.

Трансформаторы

Трансформаторы как электромагнитные преобразователи энергии. Физические процессы в трансформаторе. Основные уравнения трансформатора, схема замещения и методы определения ее параметров. Параллельная работа трансформаторов. Несимметричные режимы работы трансформаторов и переходные процессы в них.

Электрические аппараты

Моделирование электромеханических систем электрических аппаратов. Уравнения электрической, магнитной, механической и тепловой подсистем.

Методы анализа электромагнитных полей. Магнитные материалы, применяемые в электрических аппаратах и машинах. Электродинамические силы в электрических аппаратах. Методы их расчета. Источники теплоты в электрических аппаратах. Контакты электрических аппаратов. Модели контактирования. Ом-вольтная характеристика контактов и сваривание контактов. Электрическая дуга отключения. Условия гашения электрической дуги.

Электрические аппараты распределения энергии низкого напряжения. Электрические аппараты управления низкого напряжения. Электрические аппараты высокого напряжения. Основные виды. Виды выключателей высокого напряжения и особенности конструкций.

Реакторы, их работа в комплекте с силовыми электронными коммутаторами. Ограничители перенапряжений и разрядники.

Силовые электронные ключи. Системы управления силовыми электронными аппаратами. Микропроцессоры в управлении электрическими и электронными аппаратами.

Статические коммутационные аппараты постоянного и переменного токов. Статические регуляторы постоянного и переменного тока.

Магнитно-полупроводниковые аппараты. Феррорезонансный стабилизатор напряжения и тока.

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

Вступительный экзамен по специальной дисциплине по направлению 13.06.01 Электро- и теплоэнергетика (направленность – Электромеханика и электрические аппараты) проводится в два этапа:

1. Выполнение реферата.
2. Сдача устного экзамена.

Выполнение реферата

Обязательным условием допуска к вступительному экзамену является написание реферата по одной из отраслей электромеханики. Тема реферата, а также источники к ней определяются поступающим в аспирантуру при согласовании с будущим научным руководителем. Смысл выполнения реферата заключается в самостоятельном, полном и качественном раскрытии темы. Его содержание должно продемонстрировать умение автора ставить цель и задачи работы, а также достигать их в процессе изучения материала, работать с литературой и другими источниками, обосновывать собственные выводы и положения. После выполнения реферативной работы она представляется научному руково-

дителю для проверки и написания отзыва. В отзыве в краткой форме освещаются достоинства и недостатки реферата и предлагается оценка по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). После этого реферат, вместе с отзывом сдается в отдел аспирантуры и докторантуры ОмГУПС. В случае положительного результата претендент на поступление в аспирантуру допускается к сдаче вступительного экзамена по специальной дисциплине «Электромеханика и электрические аппараты».

Работа должна соответствовать правилам оформления научно-технической документации СТП ОмГУПС - 3.1 - 07.

При наличии у поступающего опубликованных научных работ по избранной направленности, подтвержденных списком учебных изданий и научных трудов, выполнение реферата не требуется. Список должен быть заверен заведующим кафедрой, на которой предполагается обучение, а так же ученым секретарём университета.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ РЕФЕРАТОВ

1. Методы расчета и программные средства для исследования магнитных полей в электрических машинах.

2. Современный электропривод постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями.

3. Современный электропривод переменного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями.

4. Методы расчета и программные средства для исследования тепловых полей в электрических машинах.

5. Тепловизионные методы контроля технического состояния электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов.

6. Применение современных методов расчета и программных средств для анализа процесса коммутации электрических машин.

7. Методы диагностирования технического состояния коллекторно-щеточного узла машин постоянного тока.

8. Методы и устройства контроля качества коммутации коллекторных электрических машин.

9. Прогнозирование срока службы электрических машин.

10. Методы и устройства контроля состояния изоляции обмоток электрических машин.

11. Современные устройства компенсации реактивной мощности.

12. Применение накопителей энергии в электроприводах.

Сдача устного экзамена

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса из программы дисциплины. На подготовку ответа отводится 1 час астрономического времени. Ответ на вопросы билета в обязательном порядке составляется в письменном виде в форме тезисов. Устный ответ осуществляется в виде самостоятельного изложения материала без помощи письменных тезисов, которые впоследствии сдаются в отдел аспирантуры и докторантуры вместе с протоколом сдачи экзамена. После устного ответа члены экзаменационной комиссии вправе задать отвечающему уточняющие вопросы к билету. При необходимости задаются дополнительные вопросы по различным темам курса.

ВОПРОСЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

1. Исторические сведения о развитии электромеханики, электрических и электронных аппаратов.
2. Электромеханическое преобразование энергии и физические законы, на которых оно основано.
3. Типы электрических машин. Применение электрических машин, трансформаторов и аппаратов в системах генерирования, передачи, распределения и потребления электрической энергии.
4. Основные элементы конструкции электромеханических преобразователей, трансформаторов, электрических аппаратов.
5. Вибрации, шумы и радиопомехи, допустимые нормы и способы их снижения.
6. Электромагнитная совместимость электрических машин и аппаратов с системой и окружающим оборудованием.
7. Обобщенная электрическая машина – математическая модель электрических машин всех типов. Дифференциальные уравнения в различных системах координат. Физический смысл параметров обобщенной машины – коэффициентов в дифференциальных уравнениях.
8. Уравнения установившегося режима работы асинхронных машин.
9. Векторные диаграммы и эквивалентные схемы замещения асинхронных машин.
10. Основные характеристики асинхронных машин.
11. Уравнения установившегося режима работы синхронных машин.
12. Векторные диаграммы и эквивалентные схемы замещения синхронных машин.

13. Основные характеристики синхронных машин.
14. Электромагнитный момент обобщенной электрической машины, уравнение движения ротора.
15. Механические характеристики электродвигателей.
16. Временные и пространственные гармоники в электрических машинах, параметры высших гармоник магнитодвижущей силы (МДС).
17. Управление электрическими двигателями от полупроводниковых преобразователей.
18. Работа синхронного генератора на выпрямительную нагрузку.
19. Вентильные двигатели.
20. Однофазные двигатели переменного тока.
21. Магнитное поле в зазоре между статором и ротором электрической машины.
22. Магнитное поле в ярмах статора и ротора электрической машины.
23. Магнитное поле в области пазов электрической машины.
24. Магнитное поле рассеяния в пазах различной формы.
25. Магнитное поле в области торцевых частей электрической машины.
26. Электромагнитная сила, действующая в области паза с током в магнитном поле. Аналитические выражения электромагнитных сил и моментов.
27. Электродвижущая сила (ЭДС), индуцированная в проводнике, расположенном в пазу электрической машины, зависимость ее от индукции в зазоре.
28. Влияние вихревых токов в проводниках, лежащих в пазу, на их активное и индуктивное сопротивление.
29. Меры по уменьшению добавочных потерь в обмотках (транспозиция проводников, скрутка в лобовых частях).
30. Щеточный контакт и его вольт-амперные характеристики.
31. Уравнения классической теории коммутации, виды коммутационных процессов.
32. Анализ факторов, влияющих на коммутацию. Способы улучшения коммутации.
33. Критерии потенциальной устойчивости и меры борьбы с круговым огнем.
34. Настройка коммутации в коллекторных электрических машинах.
35. Виды потерь и физические причины их возникновения в электрических машинах.
36. Методики расчета основных и добавочных потерь в машинах переменного и постоянного тока.

37. Коэффициент полезного действия электрических машин и трансформаторов.
38. Физические процессы нагревания и охлаждения электрических машин и трансформаторов.
39. Методы расчета переходных и установившихся температур в электрических машинах и трансформаторах.
40. Электроизоляционные материалы и классы их нагревостойкости. Зависимость срока службы изоляции от температуры и режимов работы электрических машин.
41. Электрические машины автоматических устройств: исполнительные двигатели переменного и постоянного тока; синхронные микродвигатели с постоянными магнитами, шаговые, реактивные, гистерезисные двигатели.
42. Универсальные коллекторные электрические двигатели.
43. Трансформаторы как электромагнитные преобразователи энергии. Физические процессы в трансформаторе.
44. Магнитные системы и обмотки трансформаторов, группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов.
45. Основные уравнения и схема замещения трансформатора.
46. Параметры схемы замещения трансформаторов, методы их определения.
47. Параллельная работа трансформаторов.
48. Несимметричные режимы работы трансформаторов.
49. Переходные процессы в трансформаторах.
50. Классификация трансформаторов, их специальные типы.
51. Принципы построения макроскопических моделей электромеханических систем электрических аппаратов. Составление эквивалентных схем.
52. Методы анализа электромагнитных полей в электрических аппаратах. Законы электромагнитного поля. Методы расчетов параметров макромоделей (ЭДС, индуктивностей, силовых характеристик) на основе анализа электромагнитного поля.
53. Магнитные материалы, применяемые в электрических аппаратах и машинах. Магнитные характеристики материалов.
54. Электродинамические силы в электрических аппаратах. Методы их расчета. Использование электродинамических сил.
55. Источники теплоты в электрических аппаратах. Методы анализа. Способы снижения потерь в электрических аппаратах.
56. Контакты электрических аппаратов. Модели контактирования.

57. Ом-вольтная характеристика контактов и сваривание контактов. Стационарный нагрев контактов в токопроводе.

58. Электрическая дуга отключения. Вольт-амперные характеристики стационарной и нестационарной дуги.

59. Условия гашения электрической дуги в цепи постоянного тока. Шунтирование дуги. Условия гашения дуги переменного тока.

60. Электромеханические аппараты автоматики. Основные виды. Характеристики.

61. Электрические аппараты распределения энергии низкого напряжения. Основные виды. Характеристики.

62. Электрические аппараты управления низкого напряжения. Основные виды. Характеристики. Методы выбора. Методы испытаний. Тенденции развития.

63. Электрические аппараты высокого напряжения. Основные виды. Виды выключателей высокого напряжения. Особенности конструкций, методов гашения дуги и эксплуатации.

64. Реакторы. Конструкции. Использование. Работа реакторов в комплекте с силовыми электронными коммутаторами.

65. Ограничители перенапряжений и разрядники. Устройство, характеристики. Особенности эксплуатации.

66. Силовые электронные ключи. Особенности коммутации электронных ключей. Системы управления силовыми электронными аппаратами.

67. Микропроцессоры в управлении электрическими и электронными аппаратами. Структура и функции микропроцессора, микроконтроллера и примеры их применения в различных аппаратах.

68. Статические коммутационные аппараты постоянного и переменного токов. Функциональные возможности и области рационального применения.

69. Статические регуляторы постоянного тока. Основные схемы импульсных регуляторов постоянного тока. Тиристорные регуляторы постоянного тока.

70. Статические регуляторы переменного тока. Тиристорные регуляторы переменного тока с естественной и искусственной коммутацией. Применение силовых транзисторов в регуляторах переменного тока.

71. Магнитно-полупроводниковые аппараты. Дроссели насыщения и основные способы подмагничивания. Магнитно-полупроводниковые ключи.

72. Феррорезонансный стабилизатор напряжения и тока. Принцип действия, характеристики и области применения.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

№ п/п	Наименование, кол-во экземпляров в библиотеке	Автор(ы)	Место издания, издательство, год
1	Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: учебник для студентов вузов: допущено М-вом образования и науки РФ. 76 экз.	А. И. Вольдек, В. В. Попов.	СПб.: Питер, 2008.
2	Электрические машины. Машины переменного тока: учебник для студентов вузов: допущено М-вом образования и науки РФ. 75 экз.	А. И. Вольдек, В. В. Попов.	СПб.: Питер, 2010.
3	Проектирование электрических машин: учебник https://urait.ru/bcode/445920	И. П. Копылов	Москва. Юрайт, 2019.
4	Электрические машины в 2 т. Том 1: учебник https://urait.ru/bcode/451783	И. П. Копылов	Москва. Юрайт, 2020.
5	Электрические машины в 2 т. Том 2: учебник https://urait.ru/bcode/451784	И. П. Копылов	Москва. Юрайт, 2020.
6	Электрические и электронные аппараты. В 2 т. Т.1. Электромеханические аппараты (50 шт.) Допущено УМО по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов вузов	А. Г. Годжелло, Ю. К. Розанов	Москва, издательский центр «Академия», 2010 г
7	Электрические и электронные аппараты. В 2 т. Т.2. Силовые электронные аппараты (49 шт.) Допущено УМО по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов вузов	Ю. К. Розанов	Москва, издательский центр «Академия», 2010 г.
8	Оптимизация коммутационного процесса в коллекторных электрических машинах постоянного тока: монография. 10 экз.	В. Д. Авилов	Омск, издательский центр «Омский научный вестник», 2013.
9	Совершенствование технологии диагностирования технического состояния коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей электровозов: научная монография. 71 экз. http://bibl.omgups.ru/METMAT/Совершенствование-629.423.C56.pdf	В. В. Харламов, П. К. Шкодун, А. В. Долгова, Д. А. Ахунов	Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2015.
10	Совершенствование технологии испытаний асинхронных тяговых двигателей локомотивов: Научная монография. 71 экз. http://bibl.omgups.ru/METMAT/Харламов-629.423.X21.pdf	В. В. Харламов, Д. И. Попов, А. В. Литвинов	Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2016.

Автор программы,
заведующий кафедрой «Электрические машины и общая электротехника»,
д-р. техн. наук, профессор

В. В. Харламов