

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Новосибирский государственный технический университет**



«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник ОПКВК

В.П. Драгунов

2022г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по специальности

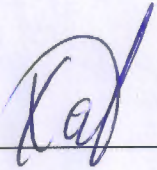
2.4.1. «Теоретическая и прикладная электротехника»

**Новосибирск
2022 г.**

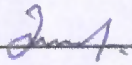
Программа обсуждена на заседании учёного совета факультета радио-
техники и электроники протокол № 2 «16» февраля 2022 г.

Программу разработали:

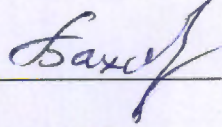
д-р техн. наук, проф.

 С.А. Харитонов

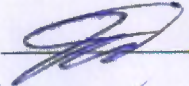
д-р техн. наук, проф.

 Г.С. Зиновьев

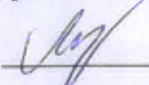
д-р техн. наук, доц.

 И.А. Баховцев

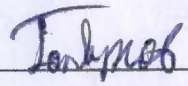
канд. техн. наук, доц.

 А.В. Удовиченко

канд. техн. наук, доц.

 М.А. Дыбко

канд. техн. наук, доц.

 Р.Л. Горбунов

1. Научно-технические и методологические основы исследования устройств силовой электроники

Место силовой электроники в электротехнических и энергетических системах. Системный подход к анализу устройств силовой электроники.

Энергетические показатели качества преобразования энергии в вентильных преобразователях. Энергетические показатели качества электромагнитных процессов.

Элементная база вентильных преобразователей. Силовые полупроводниковые приборы. Трансформаторы и реакторы. Конденсаторы.

Виды вентильных преобразователей электрической энергии.

Методы расчёта энергетических показателей преобразователей

2. Теория преобразования переменного тока в постоянный при идеальных параметрах преобразователя

Выпрямитель как система. Основные определения и обозначения.

Двухфазный выпрямитель однофазного тока ($m_1 = 1, m_2 = 2, q = 1$).

Выпрямитель однофазного тока по мостовой схеме ($m_1 = m_2 = 1, q = 2$).

Выпрямитель трехфазного тока со схемой соединения обмоток трансформатора треугольник-звезда с нулевым выводом ($m_1 = m_2 = 3, q = 1$).

Выпрямитель трехфазного тока со схемой соединения обмоток трансформатора звезда – зигзаг с нулем ($m_1 = m_2 = 3, q = 1$).

Шестифазный выпрямитель трехфазного тока с соединением вторичных обмоток трансформатора звезда – обратная звезда с уравнительным реактором ($m_1 = 3, m_2 = 2 \times 3, q = 1$).

Выпрямитель трехфазного тока по мостовой схеме ($m_1 = m_2 = 3, q = 2$).

Управляемые выпрямители. Регулировочная характеристика.

3. Теория преобразования переменного тока в постоянный с учетом реальных параметров элементов преобразователя.

Процесс коммутации в управляемом выпрямителе с реальным трансформатором. Внешняя характеристика.

Работа выпрямителя на противоЭДС при конечном значении сглаживающей индуктивности.

Режим зависимого инвертирования.

Общая зависимость первичного тока выпрямителя от анодного и выпрямленного

токов (закон Чернышева).

Спектры первичных токов трансформаторов выпрямителей и зависимых инверторов.

Спектры выпрямленного и инвертируемого напряжений вентильного преобразователя.

Оптимизация числа вторичных фаз трансформатора выпрямителя. Эквивалентные многофазные схемы выпрямления.

Влияние коммутации на действующие значения токов трансформатора и его типовую мощность.

Выпрямители на полностью управляемых вентилях. Однофазные и трехфазные корректоры коэффициента мощности.

Реверсивный вентильный преобразователь (реверсивный выпрямитель)

Понятие об электромагнитной совместимости.

Обратное влияние вентильного преобразователя на питающую сеть

Определение долей искажения напряжения сети парциальными нелинейными потребителями.

4. Преобразователи постоянного напряжения в постоянное.

Широтно-импульсные преобразователи постоянного напряжения.

Схемы широтно-импульсных преобразователей.

Характеристики ШИП при реальных параметрах элементов.

Достоинства и недостатки широтно-импульсных преобразователей.

Преобразователи с управляемым обменом энергии между реактивными элементами схемы. Повышающий преобразователь. Повышающе-понижающие преобразователи. Преобразователи с трансформаторной развязкой входа и выхода.

Преобразователи с использованием резонансных явлений LC-контуров с переключением при нулевом токе и с переключением при нулевом напряжении.

Метод осреднения переменных состояний.

Подходы к методам синтеза преобразователей постоянного напряжения.

5. Преобразователи постоянного напряжения в переменное – автономные инверторы

Инверторы тока, Резонансные инверторы.

Инверторы напряжения. Базовые схемы трехфазных инверторов напряжения

Многоуровневые инверторы.

Дуальность инверторов напряжения и тока.

6. Регуляторы переменного напряжения

Классификация регуляторов переменного напряжения. Регуляторы с фазовым

способом регулирования. Регуляторы с вольтодобавкой. Регуляторы с широтно-импульсным способом регулирования.

Повышающе-понижающие регуляторы (регуляторы с коэффициентом преобразования по напряжению больше единицы).

Маловентильные регуляторы переменного напряжения.

7. Преобразователи переменного тока в переменный – преобразователи частоты

Непосредственные преобразователи частоты на вентилях с неполным управлением (циклоконверторы).

Непосредственные преобразователи частоты на вентилях с полным управлением (одноступенчатые и двухступенчатые матричные конверторы).

Непосредственные преобразователи частоты с коэффициентом преобразования по напряжению больше единицы (повышающие циклоконвертеры и матричные конверторы).

8. Вентильные компенсаторы неактивных и активных составляющих полной мощности. Накопители энергии

Компенсаторы реактивной мощности. Конденсаторы, коммутируемые тиристорами. Реакторы, управляемые тиристорами. Конденсаторно-реакторные компенсаторы реактивной мощности. Компенсаторы с вентильным источником реактивного напряжения.

Компенсаторы мощности искажений – активные фильтры.

Накопители энергии.

9. Методы и системы управления вентильными преобразователями.

Требования к системам управления. Многоканальная синхронная разомкнутая система управления «вертикального» типа.

Одноканальная асинхронная система управления непрерывного слежения.

Особенность управления «узким» импульсом трехфазной мостовой схемой вентильного преобразователя.

Особенности управления преобразователями с широтно-импульсным регулированием

Системы управления с регулированием компонентов обобщенного вектора напряжения (тока) - векторное управление.

Структуры и методы управления вентильными преобразователями с обратными связями (замкнутые СУ ВП).

Системы управления с элементами искусственного интеллекта. Понятие о нечетких множествах. Структура системы нечеткого управления АС-DC преобразователем

в системе электропривода постоянного тока. Системы управления с использованием нейронных сетей.

10. Семейства модифицированных базовых схем устройств силовой электроники

Выпрямители с улучшенным коэффициентом мощности за счет изменения силовой схемы.

Выпрямители с улучшенным коэффициентом мощности за счет изменения алгоритма управления.

Выпрямители-умножители и выпрямители-делители напряжения.

Выпрямители с коррекцией входного коэффициента мощности.

Разновидности преобразователей постоянного напряжения в постоянное.

Развитие схемных решений автономных инверторов.

Разновидности преобразователей частоты с непосредственной связью (матричных преобразователей).

Литература

Основная

1. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. Основы преобразовательной техники. - М.: Высшая школа, 1981 г.
2. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А. А. Силовая электроника. - Изд. Дом МЭИ, 2007. - 632с.
3. Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники, 4-изд. Новосибирск, НГТУ, 2009. - 672с.
4. Зиновьев Г. С. Силовая электроника, 5-изд. Москва, ЮРАЙТ, 2012. - 667с.
5. Баховцев И. А. Анализ и синтез энергооптимальных способов управления инверторами с ШИМ: дис. ... д-ра техн. наук: 05.09.12. – Новосибирск, 2017. – 452 с.
6. Козярук А.Е., Рудаков В.В. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов. ООО НПО «Санкт-Петербургская Электротехническая компания», 2004 – С. 128.

Дополнительная

1. Полупроводниковые выпрямители. Под ред. Ф. И. Ковалева и Г.И. Мостковой. -М.: Энергия, 1978 г.
2. Розанов Ю.И. Основы силовой преобразовательной техники. -М.: Энергия, 1979 г.
3. Силовая электроника. Под ред. Р. Лампе, пер. с нем. -М.: Энергоиздат, 1987 г.
4. Глазенко Т. А. Импульсные полупроводниковые усилители в электроприводах. – Л.: Энергия, 1965. –188 с.

5. Герман-Галкин С.Г. Силовая электроника. Лабораторные работы на ПК. – СПб.: КОРОНА Принт, 2002. – 304 с.
6. Дмитриков В.Ф., Сергеев В.В., Самылин И.Н. Повышение эффективности преобразовательных и радиотехнических устройств. – М.: Радио и Связь, 2005. – 424 с.
7. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632 с.
8. Лукин А.В., Костров М.Ю., Малышков Д.Н. и др. Преобразование напряжения силовой электроники. – М., РиС, 2004. – 416 с.

Правила аттестации

Оценка «отлично» - теоретическое содержание программы освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с основным материалом сформированы.

Оценка «хорошо» - теоретическое содержание программы освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с основным материалом сформированы недостаточно.

Оценка «удовлетворительно» - теоретическое содержание программы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с основным материалом, в основном, сформированы.

Оценка «неудовлетворительно» - теоретическое содержание программы не освоено, некоторые практические навыки работы не сформированы.