

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета РЭФ

«___»_____200 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Силовая электроника», ч.2.

Для студентов, обучающихся по направлению 550700 – Электроника и микроэлектроника)

Факультет Радиотехники, электроники и физики (РЭФ)

Кафедра Промышленной электроники

Курс 4

Семестр 8

Лекции 34 час.

Практические (семинарские)

занятия 17 час.

Лабораторные

занятия 17 час.

Контр. работы час.

Курсовые работы 8 сем.

Курсовые проекты час.

РГР сем.

Всего часов 121

Экзамен _____ 8 _____
семестры

Зачет _____
семестры

Самостоятельная
работа 53 час.

2001 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, направление 550700 – Электроника и микроэлектроника, степень бакалавра техники и технологий. Стандарт утвержден 10.03.2000 г. Направление утверждено приказом Минобразования РФ № 686 от 02.03.2000 г.

Индекс

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«__»_____ 200__ г.

Программу составил:

доц., к.т.н. Попов В.И.

Эксперт НМЦ

доц., к.т.н. Лявданский С.Е.

Заведующий кафедрой

д.т.н., проф. Харитонов С.А.

1. Требования государственного образовательного стандарта (ГОС) по направлению 550700 “Электроника и микроэлектроника”

Степень бакалавр техники и технологии

Выписка:

*Областью профессиональной деятельности бакалавра являются материалы, компоненты, приборы и устройства электронной техники, математические модели процессов и объектов электроники, алгоритмы решения типовых задач, относящихся к профессиональной среде.

Бакалавр должен быть подготовлен к решению задач:

*математического моделирования разрабатываемых объектов;

*теоретического и экспериментального исследования объектов электроники по заданной программе в рамках поставленной задачи;

Для решения профессиональных задач бакалавр должен знать:

*элементную базу электронной техники, основные виды компонентов и приборов, их функциональные возможности и особенности эксплуатации;

*Физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств электроники и микроэлектроники;

*Основные схемотехнические решения при создании электронных цепей;

*Типовые программные документы, ориентированные на решение научных и прикладных задач электроники.

уметь применять:

*методы исследования основных характеристик изделий электронной техники;

*методы анализа и обработки экспериментальных данных ;

*Программное обеспечение решения типовых задач электроники и микроэлектроники;

*математическое моделирование разрабатываемых структур и приборов.

2. Особенности построения дисциплины.

Построение курса «Основы силовой электроники», ч.3 основано на следующих принципах:

- курс входит в число дисциплин, включенных в учебный план по решению Ученого совета ВУЗа (факультета);
- основной целью курса является формирование у студентов системного подхода к объектам изучения в курсе, направленного на взаимосвязанное и всеобъемлющее решение задач анализа, синтеза, оптимизации и проектирования устройств силовой электроники.

Основой формального (математического) исследования устройств силовой электроники являются аналитические методы исследования с доминированием авторских прямых методов расчета, и органически дополняющие и расширяющие возможности исследования методы компьютерного моделирования в рамках программ PARUS-Paragraph, разработанных на кафедре.

В курсе выделены три составные части: компоненты схемы и их модели, собственно методы анализа и расчета силовых схем и проектирование устройств силовой электроники (практическое использование результатов теоретического анализа).

Курс опирается на знание студентами соответствующих разделов в области физики, математики, ТОЭ, электронных приборов и основ схемотехники.

Курс сопровождается практическими занятиями, лабораторными работами, самостоятельной работой студентов с решением упражнений, выполнением расчетно-графической работы по проектированию устройств силовой электроники.

Оценка знаний и умений студентов осуществляется путем:

- опроса при допуске к выполнению лабораторных работ (4 работы), защитой отчета по каждой лабораторной работе;
- зачета по результатам выполнения курсовой работы;
- периодического собеседования по материалам курса на практических занятиях;
- государственного экзамена по билетам, включающего два теоретических вопроса и задачу.

3. Цели и задачи курса.

№ цели	Содержание цели
Студент должен иметь представление:	
1.	О методологии системного подхода к анализу устройств силовой электроники
2.	О свойствах элементов, образующих вентильный преобразователь
3.	О критериях качества преобразованной энергии в вентильных преобразователях
4.	О свойствах и возможностях компьютерного моделирования устройств силовой электроники
5.	О методологии комплексного проектирования устройств силовой электроники
Студент должен знать:	
6.	Назначение и задачи курса
7.	Классы вентильных преобразовательных устройств и области их применения
8.	Уровни допущений при построении математических моделей вентильных преобразователей
9.	Методы аналитического исследования вентильных преобразователей
10.	Задачи и процедура анализа базовых схем устройств силовой электроники
11.	Свойства базовых схем
12.	Методы управления и структуры систем управления базовыми схемами
13.	Основные функции базовых схем и их характеристики
Студент должен уметь:	
14.	Составить задачу анализа схем вентильных преобразователей
15.	Делать качественный анализ электромагнитных процессов с помощью временных диаграмм
16.	Выбрать метод анализа и расчета
17.	Находить спектры преобразованного напряжения и тока для основных силовых схем, рассматриваемых в курсе
18.	Вычислять действующие и средние значения напряжений (токов) для элементов схем вентильных преобразователей
19.	Формулировать требования к источникам питания базовых схем
20.	Проектировать вентильный преобразователь
21.	Пользоваться справочной литературой

4. Структура курса.

Основой построения программы курса является системный подход к изучению базовых схем силовой электроники. Согласно этому подходу выбирается оптимальная схема вентильного преобразователя, определяются набор элементов, их математические модели, методы анализа электромагнитных процессов, выполняется анализ базовых схем и определяются их свойства, являющиеся основой для решения задач проектирования вентильных преобразователей, как их силовых схем, так и систем управления ими.

Курс является третьей частью объединенного курса под общим названием «Силовая электроника» и в нем рассматриваются схемы: преобразователи постоянного напряжения (тока) в переменное, преобразователи постоянного напряжения (тока) одного уровня в постоянное напряжение (ток) другого уровня и преобразователи переменного напряжения (тока) в переменное другой частоты и другой величины.

Отмеченное обосновывает структуру рабочей программы, состоящей из трех разделов.

1. Преобразователи постоянного напряжения (тока) в переменное. Здесь студенты изучают базовые силовые схемы преобразователей постоянного напряжения (тока) в переменное:

- инверторы тока;
- резонансные инверторы;
- инверторы напряжения;
- многоуровневые инверторы напряжения.

Знакомятся с системами управления такими преобразователями.

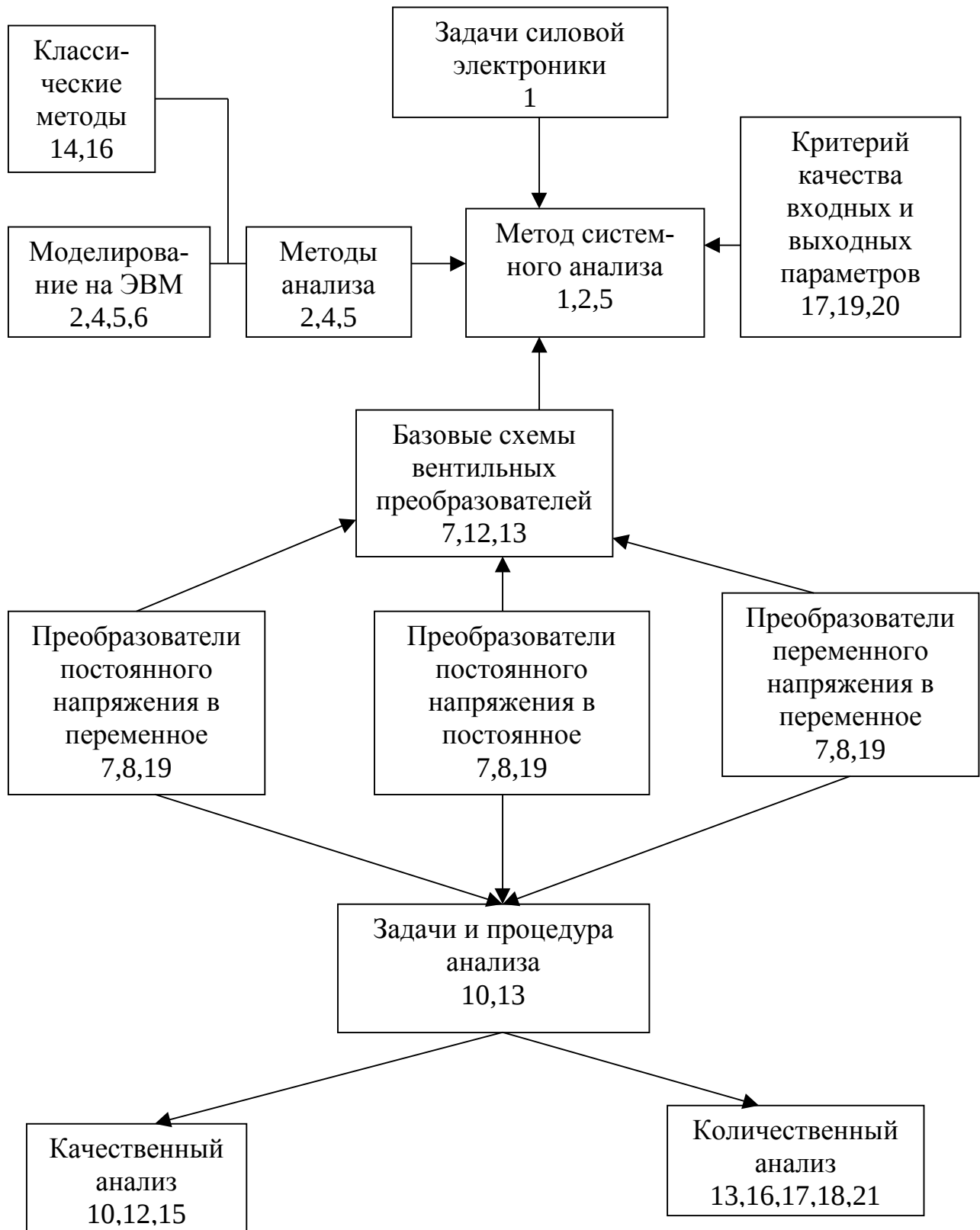
2. Преобразователи постоянного напряжения (тока) в постоянное другого уровня:

- преобразователи понижающего типа;
- преобразователи повышающего типа;
- преобразователи повышающе-понижающего типа.

3. Преобразователи постоянного напряжения (тока) в переменное с другими параметрами.

Все вышеизложенное для наглядности поясняется структурной схемой рабочей программы, на которой указаны основные блоки и подблоки программы, связи между ними, а также цели, которые при этом достигаются.

Структурная схема дисциплины



5. Содержание курса.

Лекции – 34 час, лабораторные занятия – 17 часов, курсовая работа – 4 часа, самостоятельная работа – 53.

Ссылки на цели курса	Часы	Темы лекционных занятий
1,3	2	Силовая электроника как средство для преобразования, регулирования электрической энергии. Задачи курса. Классы вентильных преобразователей и сферы их применения.
2,4,5	2	Элементная база вентильных преобразователей (ВП). Математические модели ВП при различных уровнях допущения. Методы анализа ВП.
7-11	5	Однофазные инверторы тока. Анализ электромагнитных процессов. Внешняя характеристика. Угловая характеристика. Токовая характеристика. Анализ электромагнитных процессов по первой гармонике. Эквивалентная схема. Векторная диаграмма. Трехфазные инверторы тока.
7,9,10, 11,13	5	Резонансные инверторы (мостовая, полумостовая схема, схема с расщепленной коммутлирующей емкостью, схема с нулевым диодом). Анализ электромагнитных процессов с помощью теории линейных импульсных систем.
7,10, 11, 12,13	5	Инверторы напряжения. Способы формирования кривой выходного напряжения инвертора напряжения. Метод временной деформации. Определение спектра модулированных импульсных сигналов с помощью метода временной деформации. Системы управления инверторами напряжения при различных способах модуляции прямоугольных импульсов. Способы повышения выхода первой гармоники в кривой выходного напряжения инверторов напряжения.
7,10,11	4	Многоуровневые инверторы напряжения (двухуровневые, трехуровневые, пятиуровневые). Способы стабилизации напряжения на входных емкостных делителях напряжения.
7,9,10, 11	6	Преобразователи (трансформаторы) постоянного напряжения (понижающие, повышающие, понижающе-повышающие).
7, 9-13	5	Матричные преобразователи частоты (преобразователи переменного напряжения в переменное с другими параметрами). Матричные преобразователи с однократной модуляцией, с синусоидальной широтно-импульсной модуляцией и с улучшенными энергетическими показателями.

Темы практических занятий

Ссылки на цели курса	Часы	Темы	Деятельность студента. Решая задачи и отвечая на контролирующие вопросы студент
8,10,11	4	Инверторы тока	Использует знание ТОЭ по расчету цепей переменного тока. Защищает свои знания по анализу электромагнитных процессов в схемах силовой электроники
8,10,11	4	Резонансные инверторы	Изучает принципы построения математических моделей в среде PARUS-PARAGRAPH
9,11,12	5	Инверторы напряжения (ИН)	Использует методы гармонического анализа выходного напряжения ИН. Решает задачу построения систем управления ИН
8,11,12	4	Матричные преобразователи	Учится моделировать электромагнитные процессы в силовой схеме. Учится составлять блок-схему системы управления матричным преобразователем

Темы лабораторных работ

Ссылки на цели курса	Часы	Темы	Деятельность студента
8-13	4	Исследование параллельного инвертора	- осциллографирует кривые токов и напряжений и объясняет расхождения с идеальным случаем теории - снимает и объясняет зависимости: внешняя характеристика, токовая характеристика, угловая характеристика - строит зависимости коэффициента полезного действия
8-13	4	Исследование параллельного инвертора с обратным выпрямителем	- осциллографирует кривые токов и напряжений в схеме и объясняет расхождения с идеальной теорией - снимает и объясняет зависимости: внешняя характеристика, токовая и угловая характеристики - строит зависимость коэффициента полезного действия
8-13	4	Исследование инвертора напряжения с синусоидальной широтно-импульсной модуляцией	- знакомится с математической моделью ИН с ШИМ - наблюдает основные кривые токов и напряжений в схеме - получает интегральные значения переменных и их зависимостей - получает спектры выходных значений напряжений и тока
8-13	4	Исследование матричного преобразователя с однократной модуляцией	- знакомится с математической моделью преобразователя - получает спектры выходных значений напряжения и токов - получает интегральные значения переменных и их зависимости

Курсовая работа

Ссылки на цели курса	Часы	Тема	Студенту необходимо:
8-21	7	Расчет одной из схем, изученной в лекционном курсе	1. По заданным данным обосновать выбор схемы и системы управления. 2. Проанализировать электромагнитные процессы в выбранной схеме. 3. Произвести выбор основных элементов схемы. 4. Рассчитать и построить внешние, регулировочную и основные энергетические характеристики. 5. Оценить массогабаритные показатели. 6. Сделать выводы по результатам расчета. 7. Оформить пояснительную записку (20-25 стр.)

Объектом проектирования является одна из схем, разобранных в лекционном курсе. Инженерный уровень допущений позволяет выполнить аналитический расчет схемы с использованием калькулятора. Это позволит студенту понять и прочувствовать физику работы схемы. Более точный учет реальных элементов возможен при использовании компьютерного моделирования схемы и может быть использован для проверки точности инженерного проектирования.

Учебно-методическая литература.

1. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники, ч. 2. - НГТУ, 2000.
2. Руденко В.С., Чиженко И.М., Сенько В.И. Основы преобразовательной техники. – ВШ, 1980.
3. Розанов Ю.К. Основы силовой электроники. – М.: Энергия, 1992.
4. Бедфорд Б., Хофт Р. Теория автономных инверторов. – М., 1969.
5. Чехет Э.М., Мордач В.П., Соболев В.Н. Непосредственные преобразователи частоты для электропривода. – Киев: Наукова Думка, 1988.
6. Силовая электроника, ч. 2. Методическое пособие к лабораторным работам. Сост. Зиновьев Г.С., Макаревич А.Ю., Попов В.И. – НГТУ, 1999.
7. Куклин О.Г., Попов В.И. Автономные преобразователи. Методические указания к лабораторным работам. – Новосибирск: НГТУ, 1999.
8. Методические указания к курсовому проектированию по курсу «Автономные преобразователи». – Новосибирск, 1988.

6. Контролирующие материалы и система оценки деятельности студента.

6.1. Контролирующие материалы включают:

1. Перечень упражнений для самостоятельной работы студентов, сопровождающих каждую тему курса.
2. Перечень экзаменационных билетов, каждый из которых содержит два теоретических вопроса и одну задачу, подобную упражнениям для самостоятельной работы.
3. Перечень контрольных вопросов для проверки знаний студентов.
 - 1) Схема замещения параллельного инвертора тока. Векторная диаграмма.
 - 2) Схема замещения последовательного инвертора тока. Векторная диаграмма.
 - 3) Схема замещения последовательно-параллельного инвертора тока. Векторная диаграмма.
 - 4) Способы регулирования и стабилизации выходного напряжения параллельного инвертора тока.
 - 5) Трехфазный инвертор тока.
 - 6) Полумостовая схема резонансного инвертора. Эпюры токов и напряжений.
 - 7) Схема резонансного инвертора с расщепленной емкостью. Эпюры токов и напряжений.
 - 8) Схема резонансного инвертора с нулевым диодом. Эпюры токов и напряжений.
 - 9) Применение теории импульсных систем для анализа резонансных инверторов.
 - 10) Способы формирования кривой выходного напряжения инвертора напряжения (ИН).
 - 11) Применение теории временной деформации для гармонического анализа кривой выходного напряжения ИН.
 - 12) Трехфазный мостовой инвертор напряжения. Способы увеличения первой гармоники в выходном напряжении ИН.
 - 13) Вертикальная СУ формирования выходного напряжения ИН методом синусоидальной ШИМ.
 - 14) Следящая за выходным током СУ инвертора напряжения.
 - 15) Следящая за выходным напряжением СУ инвертора напряжения.
 - 16) Трехуровневый ИН с синусоидальной ШИМ.
 - 17) Пятиуровневый ИН с синусоидальной ШИМ.
 - 18) Преобразователь постоянного напряжения понижающего типа. Эпюры токов и напряжений.
 - 19) Реверсивный преобразователь постоянного напряжения. Эпюры токов и напряжений.

- 20) Повышающий преобразователь постоянного напряжения. Эпюры токов и напряжений.
- 21) Повышающе-понижающий преобразователь постоянного напряжения. Эпюры токов и напряжений.
- 22) Преобразователь постоянного напряжения по схеме Кука.
- 23) Матричный преобразователь с однократной модуляцией.
- 24) Матричный преобразователь с синусоидальной ШИМ.
- 25) Матричный преобразователь с улучшенными входными энергетическими показателями.

6.2. Оценка деятельности студента.

Оценка текущей и итоговой деятельности студента состоит из следующих этапов:

6.2.1. Оценка текущей деятельности. Осуществляется при проведении лабораторных работ путем собеседования преподавателя и студентов по результатам подготовки к лабораторным занятиям и заканчивается внутренним кафедральным зачетом, необходимым для допуска студента на экзамен по этой дисциплине.

6.2.2. Оценка выполнения курсовой работы. Ход выполнения курсовой работы разделяется на этапы и рассматривается на установленных преподавателем консультационных занятиях. Итоговая оценка курсовой работы – зачет, необходимый для допуска к экзамену.

6.2.3. Оценка остаточных знаний. При оценке остаточных знаний студентов проверяется знание ими понятий, определений, особенностей, рассмотренных в курсе методов анализа и расчета схем силовой электроники, знание электромагнитных процессов в схемах, а также знание алгоритмов управления силовыми схемами. Подобную оценку целесообразно проводить в течение одного часа учебных занятий, определяемых кафедрой или другой проверяющей организацией в форме письменного ответа на три контрольных вопроса из числа приведенных выше в соответствии с таблицей:

кол-во правильных ответов	оценка
3	отлично
2	хорошо
1	удовлетворительно
0	неудовлетворительно

6.2.4. Итоговый экзамен. Проводится для всех студентов в устной форме по экзаменационным билетам с оценкой по пятибалльной системе.

Дополнения и изменения к рабочей программе на 200 /200 уч. год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«___»_____ 200 г.

Заведующий кафедрой

Харитонов С.А.
«___»_____ 200 г.