

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета РЭФ

«___» _____ 200 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Основы силовой электроники».

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

Факультет Радиотехники, электроники и физики (РЭФ)

Кафедра Промышленной электроники

Курс 3

Семестр 6

Лекции 51 час.

Практические (семинарские)
занятия час.

Лабораторные
занятия 17 час.

Контр. работы час.

Курсовые работы сем.

Курсовые проекты час.

РГР 6 сем.

Всего часов 118

Экзамен _____ 6
семестры

Зачет _____ 6
семестры

Самостоятельная
работа 50 час.

2002 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:

проф., д.т.н. Зиновьев Г.С.

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» 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 четыре логически однородных раздела: основы системного подхода (методология исследования), анализ базовых устройств силовой электроники (создание базы данных и знаний по предмету), элементы синтеза (развитие и инновации), проектирование устройств силовой электроники (практическое использование результатов теоретического анализа).

Курс опирается на знание студентами соответствующих разделов в области физики, математики, ТОО полупроводниковых приборов.

Курс сопровождается лабораторными работами по компьютерному моделированию устройств силовой электроники, самостоятельной работой студентов с решением упражнений, выполнением курсовой работы по проектированию устройств силовой электроники. Имеется электронный вариант курса в сети, позволяющий проводить самотестирование студентов по результатам изучения отдельных глав учебника.

Оценка знаний и умений студентов осуществляется путем:

- опросом при допуске к выполнению лабораторных работ (4 работы), защитой отчета по лабораторной работе (еще 4 раза);
- дифференцированного зачета по результатам выполнения курсовой работы;
- итогового 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 критериях качества преобразования энергии в вентильных преобразователях
3.	о свойствах элементов, образующих вентильный преобразователь
4.	о свойствах и возможностях существующих программ компьютерного моделирования устройств силовой электроники
Студент должен знать:	
5.	назначение и задачи курса
6.	классы вентильных преобразователей и их основные области применения
7.	обобщенную структурную блок-схему базовых вентильных преобразователей
8.	уровни допущений при построении математических моделей вентильных преобразователей
9.	методы аналитического исследования вентильных преобразователей
10.	новые методы энергетического анализа – прямые методы
11.	принципиальные схемы базовых ячеек выпрямителей и зависимых инверторов, регуляторов переменного и постоянного напряжений, компенсаторов неактивных составляющих полной мощности
12.	задачи и процедуру анализа базовых схем, свойства базовых схем
13.	методы управления и структуры систем управления базовыми схемами
14.	основные характеристики базовых схем
15.	основные законы силовой электроники
16.	проблемы электромагнитной совместимости вентильных преобразователей с источником
17.	пути модернизации базовых схем
18.	пути совершенствования алгоритмов управления базовыми схемами
Студент должен уметь:	
19.	ставить задачу анализа схем вентильных преобразователей
20.	делать качественный анализ электромагнитных процессов с помощью временных диаграмм
21.	выполнять анализ интегральным методом через составление и решение дифференциальных уравнений
22.	выполнять анализ прямыми методами через составление и алгебраизацию дифференциальных уравнений
23.	находить спектры преобразованного напряжения и тока
24.	вычислять действующие и средние значения сложных функций
25.	определять степень электромагнитной совместимости вентильного преобразователя с питающей сетью
26.	проектировать вентильный преобразователь
27.	пользоваться справочной информацией

4. Структура курса.

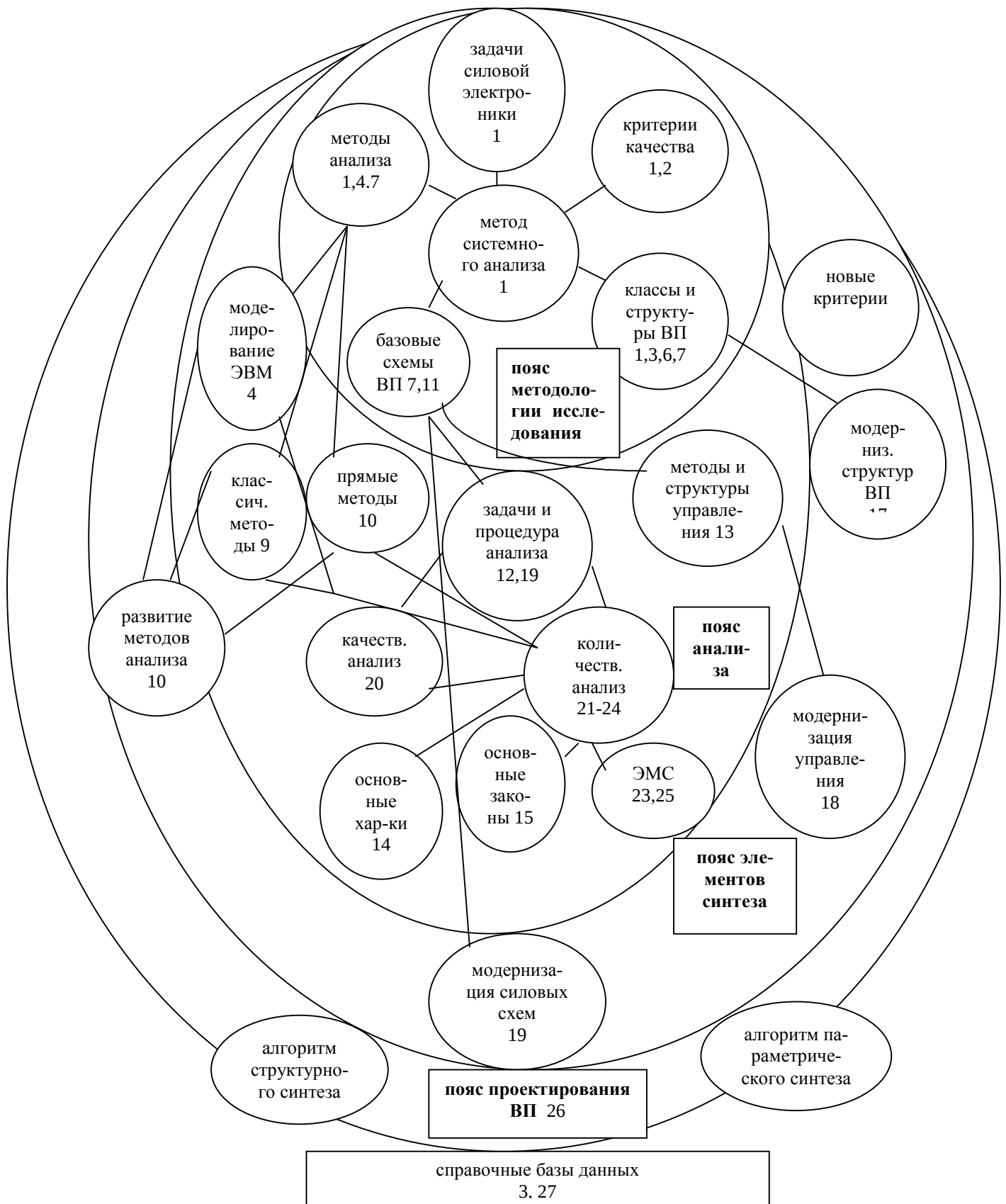
Основой построения программ курса является системный подход к изучению основ силовой электроники. Согласно этому подходу очерчиваются рамки объекта, формируются его цели и критерии их достижения, определяются набор элементов и базовые схемы преобразования из них, их математические модели, методы анализа электромагнитных процессов, выполняется анализ базовых схем и определяются их свойства, являющиеся основой для решения задач проектирования вентильных преобразователей вместе с продемонстрированной технологией элементов синтеза новых технических решений.

На этой основе структура программы курса образована четырьмя разделами:

1. Методология системного анализа, где рассматривается технология применения этого анализа для вентильных преобразователей.
2. Анализ вентильных преобразователей, где рассматриваются базовые схемы вентильных преобразователей, их математические модели при разных уровнях допущений, методы анализа, выполняется сам анализ и получаются основные характеристики преобразователей, на основании чего определяются их области применения.
3. Проблемы синтеза преобразователей, где рассматриваются формальные и эвристические приемы поиска новых структур и схем вентильных преобразователей и их алгоритмов управления, а также вопросы совершенствования и развития методов расчета преобразователей.
4. Проектирование преобразователей, где на конкретном примере рассматриваются задачи структурного и параметрического синтеза вентильного преобразователя в соответствии с техническим заданием на проектирование, задачи параметрической оптимизации. Этот раздел опирается на все блоки второго и третьего разделов программы и на умение работать со справочной литературой и электронными базами данных.

Все вышеизложенное для наглядности поясняется структурной схемой рабочей программы с указанием в блоках номеров достигаемых целей.

Структурная схема дисциплины



5. Содержание курса.

Лекции – 51 час, лабораторные занятия – 17 часов, курсовая работа – 4 часа, индивидуальная работа – 17.

Раздел программы	Ссылки на цели курса	Часы	Темы лекционных занятий
1	4, 5	2	Силовая электроника как средство для преобразования, регулирования и кондиционирования электроэнергии (ЭЭ). Структура курса. Классы вентильных преобразователей (ВП) и сферы применения.
	1,2,3,6	2	Методология системного анализа устройств силовой электроники (УСЭ). Критерии качества преобразования ЭЭ. Элементная база. Блок-схемы ВП.
2	7,8,9,10	4	Математические модели ВП при различных уровнях допущений. Методы аналитического и компьютерного исследования ВП.
	11-16, 19-25	27	Базовые ячейки ВП: выпрямители, зависимые инверторы, регуляторы переменного и постоянного напряжений, компенсаторы реактивной мощности, активные фильтры. Задачи и процедура анализа. Свойства схем и основные характеристики. Методы управления, основные законы УСЭ. Проблемы электромагнитной совместимости.
3	16,17, 18	10	Необходимость совершенствования базовых схем и алгоритмов управления ими. Пути модернизации: за счет изменения типа вентилей, структуры силовой схемы, алгоритма управления и их комбинации. Решения на уровне изобретений.
4	26,27	6	Проектирование ВП. Поиск структур по дереву решений. Параметрический синтез и оптимизация. Работа со справочной литературой. Базы данных по элементам и устройствам силовой электроники.

Темы лабораторных работ

Ссылки на цели курса	Часы	Темы	Деятельность студента
2,4	4	Знакомство с программой моделирования PARUS-PARAGRAPH	- знакомится с графическим редактором; - задает параметры элементов схемы и параметры моделирования; - получает кривые мгновенных значений токов и напряжений; - получает интегральные значения переменных и их зависимостей.
7-12, 23	4	Исследование трех-пульсных схем выпрямления трехфазного тока	- рассчитывает величину сглаживающего дросселя L_d; - наблюдает кривые токов и напряжений и объясняет расхождение с идеальным случаем теории; - строит схему измерения КПД и коэффициента мощности и снимает их зависимости; - измеряет угол коммутации; - получает спектры входного тока и выходного напряжения.
7-12, 14, 15, 17	4	Исследование шести-пульсных схем выпрямления трехфазного тока	- рассчитывает величину сглаживающей индуктивности L_d; - измеряет коэффициенты преобразования схем по току и напряжению; - строит схему измерения коэффициента искажения и коэффициента сдвига входного тока; - рассчитывает значение индуктивности рассеивания трансформатора, исходя из измерения.
13, 18, 20,21,25	4	Исследование выпрямительного и инверторного режимов работы	- снимает передаточные характеристики преобразователя; - снимает внешние и регулировочную характеристики; - строит схему стабилизации тока; - измеряет коэффициент гармоник выпрямленного тока; - определяет электромагнитную совместимость преобразователя с сетью.

Расчетно-графическая работа

Ссылки на цели курса	Часы	Тема	Студенту необходимо:
11-14, 20,21, 23-25, 26, 27	7	Расчет управляемого вентильного преобразователя для связи сетей переменного и постоянного тока.	1. Обосновать выбор схемы ВП и типа системы управления. 2. Построить временные диаграммы электромагнитных процессов. 3. Сделать электрический расчет схемы и выбрать элементы схемы. 4. Рассчитать и построить внешнюю, регулировочную и энергетические характеристики. 5. Оценить массогабаритные показатели ВП. 6. Сделать выводы по результатам расчета. 7. Оформить пояснительную записку (12-15 стр.).

Объектом проектирования является управляемый выпрямитель при работе на активно-индуктивную нагрузку и противоЭДС или зависимый инвертор. Сложность схемы и инженерный уровень допущений при построении ее модели позволяют выполнить аналитический расчет с использованием калькулятора. Это позволит студенту понять и прочувствовать физику работы схемы и оценить чувствительность характеристик схемы от значений параметров элементов схемы.

Программа компьютерного анализа может быть использована для проверки точности инженерных моделей и методик расчета с результатами точного моделирования.

Учебно-методическая литература.

1. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники, ч. 1. - НГТУ, 1999. Электронный вариант в сети <http://edu.nstu.ru/curces/tech/ose>.
2. Зиновьев Г.С. Основы преобразовательной техники, ч. 1-4. - НЭТИ, 1971 – 1981 гг.
3. Руденко В.С., Чиженко И.М., Сенько В.И. Основы преобразовательной техники. – ВШ, 1980.
4. Розанов Ю.К. Основы силовой электроники. – М.: Энергия, 1992.
5. Силовая электроника, ч. 1. Методическое пособие к лабораторным работам. Сост. Гнатенко С.А., Зиновьев Г.С. – НГТУ, 1999.
6. Преобразовательная техника. Методическое руководство к курсовому проектированию. Сост. Попов В.И. – НЭТИ, 1980.

6. Контролирующие материалы и система оценки деятельности студента.

Контролирующие материалы включают:

1. **(REMOVED BY WA)**
2. Тесты по контрольным вопросам с выбираемыми ответами из множества предлагаемых в электронном варианте учебника [1] с автоматически выставляемой оценкой уровня знаний.

Тесты контролируют четыре уровня усвоения материала студентом:

 - количественная оценка – по проценту правильных ответов;
 - качественная оценка – по обязательности правильных ответов на основополагающие вопросы;
 - суперквалификационная – при ответе на вопросы повышенной сложности, отмеченные звездочкой;
 - дисквалификационная – при выборе для ответов совершенно неадекватных вариантов из предлагаемого множества ответов. Результаты ответов на этом уровне доступны только преподавателю.
3. Упражнения для самостоятельной работы студентов, сопровождающие каждую главу учебника [1], приведены в учебнике.
4. Перечень экзаменационных билетов, каждый из которых содержит два теоретических вопроса и одну задачу, подобную упражнениям для самостоятельной работы.

6.1. Перечень билетов и их содержание.

(REMOVED BY WA)

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 двухкратного опроса студентов на каждой лабораторной работе (допуск и защита) и заканчивается внутренним кафедральным зачетом, необходимым для допуска студента на экзамен по курсу.

6.2.2. Оценка выполнения курсовой работы. Ход выполнения курсовой работы контролируется на консультациях по курсовому проектированию. Результат проектирования оформляется в расчетно-пояснительной записке и защищается студентом с получением в итоге дифференцированной оценки за проект по пятибалльной системе.

6.2.3. Оценка остаточных знаний. Такую оценку рационально проводить в компьютерном классе с помощью тестов электронного учебника [1]. Оценка при этом выставляется сразу автоматически с распечаткой протокола результатов проверки.

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.