

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет радиотехники и электроники

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан РЭФ

профессор, д.т.н. Хрусталева  
Владимир Александрович

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы систем автоматизированного проектирования устройств силовой  
электроники

ООП: направление 210100.62 Электроника и микроэлектроника

Шифр по учебному плану: ЕН.В.2.1

Факультет: радиотехники и электроники очная форма обучения

Курс: 4, семестр: 8

Лекции: 24

Практические работы: - Лабораторные работы: 12

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 8

Самостоятельная работа: 76

Экзамен: - Зачет: 8

Всего: 112

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 550700 Электроника и микроэлектроника.(№ 21 тех/бак от 10.03.2000)

ЕН.В.2.1, дисциплины по выбору студента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Промышленная электроника протокол № 6 от 29.04.2011

Программу разработал

ассистент,

Лучкин Вячеслав Федорович

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Харитонов Сергей Александрович

Ответственный за основную образовательную программу

, д.ф.м.н.

Гайслер Владимир Анатольевич

профессор, д.т.н.

Макуха Владимир Карпович

профессор, д.т.н.

Харитонов Сергей Александрович

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
<b>ЕН.В.2.1</b>	<p>Концептуальная записка по направлению 210100 "Электроника и микроэлектроника"</p> <p>Основы систем автоматизированного проектирования устройств силовой электроники:</p> <p>средства обмена данными, модули САД, модули САЕ.</p>	<b>112</b>

## 2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

### Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Решение Ученого совета факультета радиотехники, электроники и физики, протокол № 3 от 19.03.2008 г.
Адресат курса	Студенты четвертого курса, обучающиеся по направлению 210100 "Электроника и микроэлектроника (уровень подготовки - бакалавр техники и технологии)
Основная цель (цели) дисциплины	Целью изучения дисциплины является формирование у студентов современного подхода к схемотехническому и техническому проектированию, основанному на широком внедрении автоматизированных систем, позволяющих осуществлять проектирование устройств силовой электроники, включающее разработку и имитационное моделирование элементов принципиальных схем устройств, а так же конструкторской документации для изготовления печатных плат.
Ядро дисциплины	Ядром курса является изучение этапов автоматизированного проектирования и пакетов прикладных программ систем автоматизированного проектирования устройств электронной техники: Parus-ParGraph, Cadence, Matlab-Simulink.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Учебный процесс организован следующим образом: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, РГЗ и зачет (проводится в устной форме)

### 3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	о современных системах автоматизированного проектирования технических объектов, их классификации
2	о техническом и математическом обеспечении САПР
3	о проектных процедурах и иерархической структуре проектирования технических объектов
знать	
4	цели дисциплины и ее задачи
5	структуру и возможности программных пакетов САПР Parus-ParGraph, Matlab-Simulink, Cadence.
6	этапы и средства создания проектов со сложной иерархией программы Orcad Capture САПР Cadence
7	этапы и средства проектирования печатных плат программы Orcad Layout САПР Cadence
8	этапы и средства проектирования имитационной модели устройств силовой электроники с помощью программы Orcad PSpice, способы анализа схем
9	алгоритмы и средства оптимизации параметров схем с помощью программы PSpice Optimizer
10	этапах и средствах проектирования имитационной модели программы Parus-ParGraph
11	этапы и средства проектирования имитационной модели программы Simulink пакета Matlab
уметь	
12	создавать с помощью средств программы Orcad Capture элементы для проекта принципиальной схемы устройства силовой электроники
13	создавать с помощью средств программы Orcad Capture библиотеки элементов принципиальных схем
14	создавать с помощью средств программы Orcad Capture проекты принципиальных схем со сложной иерархией
15	создавать отчеты о проекте принципиальной схемы и список соединений элементов принципиальной схемы
16	средствами программы Orcad Layout создавать посадочные места электротехнических компонентов
17	средствами программы Orcad Layout создавать библиотеки посадочных мест электротехнических компонентов
18	средствами программы Orcad Layout создавать проекты печатных плат
19	осуществлять обмен данными проекта между Orcad Capture и Orcad Layout
20	создавать отчеты о проекте печатной платы устройства
21	создавать имитационные модели устройств силовой электроники и проводить моделирование электромагнитных процессов в устройствах средствами программы Orcad PSpice
22	средствами программы PSpice Optimizer осуществлять оптимизацию

	параметров схем
23	создавать иммитационную модель устройств силовой электроники и проводить моделирование электромагнитных процессов в устройствах средствами программы Parus-ParGraph
24	создавать иммитационную модель устройств силовой электроники и проводить моделирование электромагнитных процессов в устройствах средствами программы Simulink среды Matlab

#### 4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8		
Модуль: Средства обмена данными		
Дидактическая единица: Модули САМ		
Системы автоматизированного проектирования (САПР). Проектные процедуры. Техническое и математическое обеспечение САПР.	1	1, 2, 3
Обзор программ пакета Cadence 14.2, Simulink, Parus-ParGraph. Возможно-сти, требования к аппаратному обеспечению.	2	4, 5
Модуль: Orcad Capture		
Дидактическая единица: Модули CAD		
Orcad Capture - Создание проектов. Иерархия.	1	6
Orcad Capture - Создание и размещение элементов, библиотеки, соединение элементов.	2	12, 13, 14
Orcad Capture - Отчеты, обмен данными с другими программами, списки соединений, печать.	1	15
Модуль: Orcad Layout		
Дидактическая единица: Модули CAD		
Orcad Layout - Создание проектов, размещение компонентов.	2	16, 17, 19, 7
Orcad Layout - Объекты, трассировка, стратегии трассировки.	2	18
Orcad Layout - Отчеты, выходные данные.	1	19, 20
Модуль: Orcad Pspice		
Дидактическая единица: Модули САЕ		
Orcad PSpice - Моделирование, текстовый язык программы.	1	21, 8
Orcad PSpice - различные способы анализа схем.	2	21, 8
PSpice Optimizer - Оптимизация параметров схемы.	1	22, 9
Модуль: Parus-ParGraph		
Дидактическая единица: Модули САЕ		
Программа Parus-ParGraph. Общие сведения, подготовка модели, моделирование.	1	10, 23
Интерфейс программы ParGraph. Библиотека элементов. Описание блоков.	2	23
Модуль: Matlab-Simulink		

Дидактическая единица: Модули САЕ		
Simulink - Моделирование. Интерфейс программы.	2	11, 24
Simulink - Библиотека блоков.	1	11, 24
Simulink - Создание блоков.	1	11, 24
Simulink - Обработка проектов, Обмен данными с другими программами.	1	11, 24

#### Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8			
Модуль: Orcad Capture			
Дидактическая единица: Модули САЕ			
Изучение электронного учебника программы Capture.	отвечает на контрольные вопросы; выполняет задание лабораторной работы; подготавливает отчет;	4	1, 12, 13, 14, 15, 19, 2, 3, 5, 6
Модуль: Orcad Layout			
Дидактическая единица: Модули САЕ			
Изучение электронного учебника программы Layout.	отвечает на контрольные вопросы; выполняет задание лабораторной работы; подготавливает отчет;	4	1, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 3, 5, 7
Модуль: Orcad Pspice			
Дидактическая единица: Модули САЕ			
Работа с программой PSpice.	отвечает на контрольные вопросы; выполняет задание лабораторной работы; подготавливает отчет;	4	1, 2, 21, 22, 3

### 5. Самостоятельная работа студентов

#### Семестр- 8, Подготовка к зачету

Допуском к зачету является успешное выполнение и защита лабораторных работ и расчетно-графического задания. Зачет проводится в устной форме по билетам, включающим три вопроса с демонстрацией навыков уровня "уметь".

Примеры вопросов, включенных в билеты

1. Функциональное назначение программы Orcad Capture пакета Cadence.
2. Для чего служит менеджер проекта программы Orcad Capture.
3. Какова структура проекта программы Orcad Capture.

4. Что представляет собой элемент принципиальной схемы. Свойства элемента.
5. Функциональное назначение программы Orcad PSpice пакета Cadence.

Примеры вопросов для проверки уровня "уметь"

- продемонстрировать средства программы Orcad Capture для создания различных видов проектов - создать схемную страницу проекта принципиальной схемы
- создать библиотеку элементов принципиальной схемы
- как копировать элементы между библиотеками - как изменить свойство элемента принципиальной схемы
- как изменить условное графическое обозначение электронного компонента
- продемонстрировать подготовительные операции для создания проекта имитационной модели программы Orcad PSpice
- задать графики и их виды для отображения информации об электромагнитных процессах в исследуемой схеме

Количество часов 10.

### **Семестр- 8, РГЗ**

Расчетно-графическое задание (РГЗ) по курсу "Основы САПР устройств силовой электроники" выполняется в 8-м семестре.

Целью выполняемой работы является:

уметь

- создавать элементы и библиотеки элементов для проектирования принципиальной схемы с помощью средств программы Orcad Capture
- создавать принципиальные схемы со сложной иерархической структурой с помощью средств программы Orcad Capture
- создавать посадочные места и библиотеки посадочных мест для проектирования печатной платы с помощью средств программы Orcad Layout
- создавать проект печатной платы с помощью средств программы Orcad Layout.

В ходе выполнения работы студент:

- создает элементы и библиотеку элементов для проектирования принципиальной схемы с помощью средств программы Orcad Capture для заданной схемы
- приводит краткое описание используемых средств программы Orcad Capture для разработки элементов и библиотек элементов принципиальных схем
- создает проект принципиальной схемы с помощью средств программы Orcad Capture
- приводит краткое описание используемых средств программы Orcad Capture для проектирования принципиальных схем
- создает посадочные места и библиотеки посадочных мест для проектирования печатной платы с помощью средств программы Orcad Layout для заданной схемы
- приводит краткое описание используемых средств программы Orcad Layout для разработки посадочных мест и библиотек посадочных мест
- создавать проект печатной платы с помощью средств программы Orcad Layout
- приводит краткое описание используемых средств программы Orcad Layout для разработки проекта печатной платы
- составляет пояснительную записку объемом 5-7 стр.

Примерное содержание пояснительной записки

1. Текст задания.
2. Краткое описание используемых средств программы Orcad Capture для разработки элементов и библиотек элементов принципиальных схем
3. Краткое описание используемых средств программы Orcad Capture для проектирования принципиальных схем
4. Краткое описание используемых средств программы Orcad Layout для разработки посадочных мест и библиотек посадочных мест

5. Краткое описание используемых средств программы Orcad Layout для разработки проекта печатной платы
6. Проект заданной принципиальной схемы
7. Проект печатной платы заданной принципиальной схемы

Образец стандартного расчетно-графического задания

1. Разработать библиотеку элементов принципиальной схемы
2. Создать проект заданной принципиальной схемы.

Блоки Б1 и Б2 имеют одинаковую структуру электрических цепей и представляют со-бой блоки сложной иерархической структуры.

3. Разработать библиотеку посадочных мест для элементов заданной принципиальной схемы.
4. Спроектировать печатную плату заданной принципиальной схемы.

Количество часов 30.

#### **Семестр- 8, Индив. работа**

Основным видом индивидуальных занятий студента является изучение специальной литературы по вопросам теории и проектирования устройств электронной техники, являющихся объектом выполнения РГЗ.

Количество часов 10.

#### **Семестр- 8, Подготовка к занятиям**

Подготовка к занятиям включает следующие основные разделы:

1. Проработка предыдущего лекционного материала
2. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ

Количество часов 26.

## 6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

По дисциплине предусмотрен зачет. Допуском к зачету является успешное выполнение и защита лабораторных работ и расчетно-графического задания. Зачет проводится в устной форме по билетам, включающим три вопроса с демонстрацией навыков уровня "уметь".

Примеры вопросов:

1. Функциональное назначение программы Orcad Capture пакета Cadence.
2. Для чего служит менеджер проекта программы Orcad Capture.
3. Какова структура проекта программы Orcad Capture.
4. Что представляет собой элемент принципиальной схемы. Свойства элемента.
5. Функциональное назначение программы Orcad PSpice пакета Cadence.

Примеры вопросов для проверки уровня "уметь"

- продемонстрировать средства программы Orcad Capture для создания различных видов проектов - создать схемную страницу проекта принципиальной схемы
- создать библиотеку элементов принципиальной схемы
- как копировать элементы между библиотеками - как изменить свойство элемента принципиальной схемы
- как изменить условное графическое обозначение электронного компонента
- продемонстрировать подготовительные операции для создания проекта имитационной модели программы Orcad PSpice
- задать графики и их виды для отображения информации об электромагнитных процессах в исследуемой схеме

Примеры контрольных вопросов при защите лабораторных работ.

1. Что такое иерархия проекта? Чем отличаются сложная и простая структура иерархии проекта?
2. Рассказать о структуре информации, отображаемой в менеджере проекта программы Orcad Layout.
3. Как изменить свойство группы элементов принципиальной схемы?
4. Показать процедуру корректировки и обновления позиционных обозначений.
5. Как создать список соединений разработанной принципиальной схемы.
6. Как передать данные о принципиальной схеме в программу разработки проекта печатной платы?
7. Что такое вес цепи?
8. Как изменить тип контактной площадки посадочного места?
9. Каково содержание библиотек элементов для разработки имитационной модели программы Orcad PSpice?
10. Как изменять параметры элементов имитационной модели?

## 7. Список литературы

### 7.1 Основная литература

#### В печатном виде

1. Аветисян Д. А. Автоматизация проектирования электротехнических систем и устройств : [учебное пособие для вузов всех электротехнических специальностей] / Д. А. Аветисян. - М., 2005. - 510, [1] с. : ил.
2. Грушвицкий Р. И. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой : [учебное пособие] / Р. И. Грушвицкий, А. Х. Мурсаев, Е. П. Угрюмов. - СПб., 2006. - 736 с. : ил., табл., схемы. - На обл. подзаг.: Состояние и перспективы развития цифровых и аналоговых программируемых БИС/СБИС ; Методология, средства и примеры проектирования с использованием САПР ; Средства системного уровня проектирования (SystemC) ; Языки описания цифровой и аналоговой аппаратуры (VHDL, VerilogHDL, VHDL-AMS).

### 7.2 Дополнительная литература

## 8. Методическое и программное обеспечение

### 8.1 Методическое обеспечение

#### В печатном виде

1. Герман-Галкин С. Г. Силовая электроника : лабораторные работы на ПК / С. Г. Герман-Галкин. - СПб., 2010. - 302 с. : ил., табл. + 1 дискета.

### 8.2 Программное обеспечение

1. MathWorks, Matlab Simulink, Моделирование электромагнитных процессов
2. Spectrum Software, Micro-CAP,
3. Cadence, OrCAD PCB Design University Edition, Пакет программ для комплексного проектирования электронных устройств
4. Powersim Inc., PSIM, Моделирование электромагнитных процессов

## 9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Перечень вопросов билетов итогового контроля (зачет) по дисциплине "Основы САПР устройств силовой электроники"

Уровень "иметь представление"

1. Виды проектирования по степени взаимодействия человека и ЭВМ.
2. Классификация современных видов систем автоматизированного проектирования.
3. Составляющие технических средств, используемых для автоматизированного проектирования.
4. Какие функции обеспечивают технические средства автоматизированного проектирования.
5. Составляющие математического обеспечения САПР.
6. Основные требования к математическим моделям. Дать характеристику требований.
7. Какими уравнениями описываются математические модели элементов. Привести примеры.
8. Каковы стадии проектирования технических объектов?
9. В чем сущность блочно-иерархического подхода к проектированию.
10. Каковы уровни иерархии при проектировании технических объектов.

Уровень "знать"

11. Привести примеры САПР. Каково их функциональное назначение.
12. Перечислить возможности пакета Paras-ParGraph. Каковы особенности работы с программой.
13. Перечислить возможности пакета Matlab-Simulink. Каковы особенности работы с программой.
14. Структура пакета Cadence и его возможности.
15. Функциональное назначение и возможности программы Orcad Capture пакета Cadence.
16. Функциональное назначение и возможности программы Orcad PSpice пакета Cadence.
17. Функциональное назначение и возможности программы Orcad Layout пакета Cadence.
18. Привести и пояснить блок-схему процесса проектирования печатной платы в Orcad.
19. Привести и пояснить блок-схему процесса моделирования в Orcad.
20. Перечислить и дать характеристику этапов проектирования принципиальной схемы программы Orcad Capture.
21. Иерархия проекта принципиальной схемы? Чем отличаются сложная и простая структура иерархии проекта?
22. Для чего служит менеджер проекта программы Orcad Capture? Рассказать о формах и структуре представления информации в менеджере проекта и их назначении.
23. Что представляет собой компонент принципиальной схемы? Свойства компонента.
24. Перечислить этапы создания компонента принципиальной схемы. Виды компонентов.
25. Что представляет собой иерархический блок принципиальной схемы? Как соединяются между собой компоненты и иерархические блоки принципиальной схемы?
26. Для чего служат библиотеки компонентов принципиальных схем? Какие средства используются для работы с библиотеками.
27. Перечислить команды обработки проекта принципиальной схемы. Дать их характеристику.
28. Основные понятия, используемые при создании проекта печатной платы. Перечислить и дать определения.
29. Перечислить этапы проектирования печатной платы. Дать характеристику каждого этапа.
30. Рассказать о процедуре открытия проекта печатной платы.
31. Что представляет собой посадочное место компонента? Привести примеры. Какие средства используются для работы с посадочными местами?

32. Для чего служат библиотеки посадочных мест? Какие средства используются для работы с библиотеками.
33. Назначение менеджера библиотек посадочных мест. Окна менеджера библиотек.
34. Объекты программы Orcad Layout. Примеры объектов.
35. Процедура подготовительных операций трассировки печатной платы.
36. Группы включения/исключения по высоте.
37. Режимы трассировки.
38. Процедура создания проекта модели программы Orcad PSpice.
39. Модели компонентов программы Orcad PSpice. Особенности описания.
40. Для чего служат библиотеки компонентов программы моделирования Orcad PSpice? Привести примеры библиотек и элементов.
41. Режимы анализа схем в программе Orcad PSpice. Дать характеристику режимов.
42. Редактор моделей программы Orcad PSpice. Функции. Возможности.
43. Редактор входных воздействий Orcad PSpice. Функции. Возможности.
44. Порядок работы с программой Paras-ParGraph. Библиотеки элементов.
45. Режимы моделирования в программе Paras-ParGraph. Настройки режимов.
46. Сохранение результатов моделирования в программе Paras-ParGraph. Виды файлов. Назначение.
47. Процедура проектирования модели в среде Matlab-Simulink.
48. Установка параметров расчета модели в среде Matlab-Simulink.
49. Библиотеки элементов среды Matlab-Simulink. Привести примеры элементов библиотеки силовой электроники.

Уровень "уметь"

50. Создать средствами программы Orcad Capture элемент принципиальной схемы гетерогенного типа.
51. Создать средствами программы Orcad Capture элемент принципиальной схемы гомогенного типа с заданным числом вентиляей.
52. Изменить посадочное место элемента принципиальной схемы программы Orcad Capture.
53. Создать библиотеку элементов принципиальной схемы программы Orcad Capture.
54. Копировать и перемещать элементы принципиальной схемы программы Orcad Capture между библиотеками.
55. Создать иерархический блок принципиальной схемы программы Orcad Capture
56. Соединить элементы принципиальной схемы программы Orcad Capture различными способами.
57. Создать netlist принципиальной схемы для передачи данных в программу проектирования печатной платы.
58. Создать отчет о месторасположении элементов принципиальной схемы.
59. Создать спецификацию элементов принципиальной схемы.
60. Создать посадочное место элемента заданного типа средствами программы Orcad Layout.
61. Изменить тип выводов заданного посадочного места.
62. Создать библиотеку посадочных мест элементов средствами программы Orcad Layout.
63. Копировать, удалять и перемещать посадочных места элементов между библиотеками.
64. Загрузить данные о принципиальной схеме в программу Orcad Layout.
65. Задать границы печатной платы и осуществить трассировку цепей в ручном режиме.
66. Осуществить трассировку цепей в заданном окне или во всей печатной плате.
67. Разместить на печатной плате объекты типа текст, заливка медью, зона свободная от меди и т.д.
68. Передать изменения принципиальной схемы в проект печатной платы.

69. Передать изменения проекта печатной платы в принципиальную схему.
70. Создать однослойный файл DFX.
71. Создать многослойный файл DFX.
72. Создать Gerber-файл.
73. Создать проект схемы для имитационного моделирования в программе Orcad PSpice.
74. Расположить элементы проекта схемы для имитационного моделирования в программе Orcad PSpice и соединить их. Задать параметры элементов.
75. Задать формы входных сигналов проекта схемы для имитационного моделирования в программе Orcad PSpice.
76. Задать тип и параметры анализа проекта схемы для имитационного моделирования в программе Orcad PSpice.
77. Разместить на схеме маркеры для отображения токов и напряжений при имитационном моделировании в программе Orcad PSpice.
78. Создать проект схемы для имитационного моделирования в программе Parus-ParGraph.
79. Расположить элементы силовой схемы проекта схемы для имитационного моделирования в программе Parus-ParGraph и соединить их. Задать параметры элементов.
80. Задать формы управляющих сигналов проекта схемы для имитационного моделирования в программе Parus-ParGraph.
81. Задать тип и параметры анализа проекта схемы для имитационного моделирования в программе Parus-ParGraph.
82. Задать виды графиков токов и напряжений проекта схемы для имитационного моделирования в программе Parus-ParGraph.
83. Расположить элементы силовой схемы проекта схемы для имитационного моделирования в программе Matlab-Simulink и соединить их. Задать параметры элементов.
84. Задать формы управляющих сигналов проекта схемы для имитационного моделирования в программе Matlab-Simulink.
85. Задать тип и параметры анализа проекта схемы для имитационного моделирования в программе Matlab-Simulink.
86. Задать виды графиков токов и напряжений проекта схемы для имитационного моделирования в программе Matlab-Simulink.

Билеты состоят из трех вопросов по одному из каждого раздела уровней "иметь представление", "знать" и "уметь"