

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный
технический университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по самостоятельной работе по дисциплине «Автоматизи-
рованное проектирование печатных плат электронных
средств» для студентов направления 11.03.03 «Конструирова-
ние и технология электронных средств» (профиль «Проекти-
рование и технология радиоэлектронных средств») всех форм
обучения

Воронеж 2015

Составители: канд. техн. наук А.В. Турецкий,
канд. техн. наук Н.В. Ципина

Методические указания по самостоятельной работе по дисциплине «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств», для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.В. Турецкий, Н.В. Ципина. Воронеж, 2015. 23 с.

Методические указания содержат рабочую программу и контрольные задания по дисциплине «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств», составленные в соответствии с учебным планом для бакалавров направления 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств", профиля «Проектирование и технология радиоэлектронных средств»

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2003 и содержатся в файле СРС_АППЭС.doc.

Табл. 4. Библиогр.: 3 назв.

Рецензент д-р техн. наук, проф. О.Ю. Макаров

Ответственный за выпуск зав. кафедрой д-р техн. наук,
проф. А.В. Муратов

Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный
технический университет», 2015

ЦЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является формирование у студентов базовых знаний и навыков автоматизированного проектирования электронных средств, с использованием систем автоматизированных проектирования ПП P-CAD, Altium Designer, SolidWorks. Формирование практических навыков автоматизированного конструкторского проектирования РЭС для проектирования узлов на печатных платах (ПП), их возможностей, назначения основных программных средств и этапов проектирования.

Основными задачами при изучении дисциплины являются: освоение методов автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств, формирование практических навыков проектирования узлов на печатных платах, освоение программ для автоматизированного конструкторского проектирования РЭС для проектирования узлов на печатных платах.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Студент должен знать:

- современную элементную базу радиоэлектронных устройств,

- методику проектирования узлов на печатных платах.

Студент должен

- уметь по техническому заданию проектировать узлы на печатных платах;

- владеть методами проектирования современной радиоэлектронной аппаратуры с применением средств автоматизированного проектирования.

1. ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ, ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ И ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Студенты изучают дисциплину «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств» в течение одного семестра.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении физики, высшей математики, основ радиоэлектроники и др.

Распределение видов учебных занятий и контрольных мероприятий по семестрам приведено в табл. 1.

Таблица 1
Распределение видов учебных занятий

Вид занятий	Количество часов и семестр
	8
Общая трудоемкость	108
Аудиторные занятия	48
Лекции	12
Лабораторные занятия	24
Практические занятия	12
Самостоятельная работа	60
Рубежи контроля знаний	Зачет

Темы рабочей программы, количество лекционных часов и количество часов самостоятельной работы студентов на каждую из тем приведены в табл. 2.

Таблица 2

Темы рабочей программы, количество лекционных часов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практические занятия	Лаб. раб.	СРС	Всего часов
1	Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов ПП. (P-CAD, Altium Designer, SolidWorks).Создание символов компонентов для схем электрических принципиальных.	1-2	2	4	2	10	18
2	Разработка посадочных мест на печатной плате и упаковка выводов конструктивных элементов РЭС	3-4	2	4	2	10	18
3	Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств в программе Library Executive.	5-6	2	4	1	10	17
4	Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы.	7-8	2	4	3	10	19
5	Компоновка элементов на печатной плате. Автоматическая и ручная трассировка проводников	9-10	2	4	2	10	18
6	Экспорт печатной платы, схемы электрической принципиальной в КОМПАС. Разработка конструкторской документации	11-12	2	4	2	10	18
	Итого		12	24	12	60	108

2. ПРОГРАММА КУРСА, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

2.1. Содержание разделов дисциплины

2.2 Методические указания к темам и контрольные вопросы

Методические указания к теме 1

Тема 1.

1. Введение. Предмет, цель и содержание курса, главные тенденции и перспективы развития автоматизированного проектирования. Конструкторское проектирование МЭА и топологическое проектирование БИС. Уровни и задачи проектирования. Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов печатных плат. (2 часа)

Самостоятельное изучение. Основные понятия и определения.

Методические указания

В результате изучения темы студенты должны получить сведения о главных тенденциях и перспективах развития конструкторского проектирования МЭА и топологического проектирования БИС.

Понятия и определения следует освоить, воспользовавшись учебником /2, с. 12-20, 7, с. 64-67/.

Вопросы для самопроверки

1. Изложите перспективы применения автоматизированного проектирования.

2. Дайте определение конструкторского проектирования МЭА

3. Дайте определение топологического проектирования БИС.

2. Общие сведения о системе проектирования ПП P-CAD. Состав системы, ее возможностей, назначение основных программных модулей и этапов прохождения проекта. Запуск системы (2 часа).

Самостоятельное изучение. Основные технические характеристики системы.

Методические указания

Система P-CAD представляет собой интегрированный пакет программ, предназначенный для проектирования многослойных печатных плат радиоэлектронных средств, адаптирована к операционной среде Windows и использует все настройки и возможности последней. В состав P-CAD входят четыре основных модуля – P-CAD Schematic, P-CAD PCB, Library Executive, P-CAD Autorouters и ряд других вспомогательных программ.

Материалы темы содержатся в учебнике /1, с.7-11/.

Вопросы для самопроверки

1. Какие задачи решает система P-CAD?
2. Перечислите состав программных модулей системы.
3. Назовите технические характеристики системы.
4. Поясните порядок запуска программных модулей системы.
5. Каково назначение каждого из программных модулей системы?

3. Интерфейс пользователя. Порядок проектирования печатных плат. Исходные данные для проектирования.

Самостоятельное изучение. Экран пользовательского интерфейса системы

Методические указания

Экраны программных модулей организованы по единому образцу. Небольшие отличия касаются только специфике решаемых модулями задач, что упрощает процесс изучения и работы с системой.

Проектировщик узла печатной платы РЭС обычно вместе с техническим заданием на проектирование получает на бумажном носителе и исходную электрическую схему. В случае если электронная библиотека с условными схемными обозначениями элементов неполная, или отсутствует, ее необходимо создать. Поэтому необходимо владеть всем арсеналом средств системы, от создания условных графических элементов схем до получения рисунка печатной платы.

При подготовке вопросов по теме необходимо проработать материал учебника /1, с. 11-20/.

Вопросы для самопроверки

1. Как организован экран пользовательского интерфейса системы?
2. Какие команды размещения используются в программе?
3. Перечислите основные процедуры и используемые программные модули при проектировании печатных плат средствами системы.
4. Какие исходные данные необходимы для проектирования?

4. Общие сведения о графическом редакторе P-CAD Symbol Editor. Команды графического редактора P-CAD Symbol Editor. Порядок создания символов компонентов для схем электрических принципиальных. Настройка конфигураций графического редактора Symbol/Wizard. Создание библиотеки электрорадиоэлементов (ЭРЭ).

Самостоятельное изучение. Настройка конфигураций программы Symbol Editor. Порядок ввода текста и атрибутов элементов.

Методические указания

В результате изучения темы студенты должны изучить методики разработки символов электрорадиоэлементов средствами редактора P-CAD Symbol Editor, овладеть практическими навыками создания условных графических обозначений элементов электрических схем

Материалы темы содержатся в учебнике /1, с.21-31, с.53-67, 9/.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните назначение редактора символов P-CAD Symbol Editor.
2. Поясните назначение пиктограмм на панели инструментов.
3. Объясните назначение полей в нижней части экрана.
4. Как создается библиотека УГО элементов?
5. Каким образом настраивается конфигурация программы Symbol Editor?
6. Какова последовательность действий при создании УГО ЭРЭ?
7. Как выполняется вычерчивание контура ЭРЭ?
8. Каким образом проставляются выводы ЭРЭ?
9. Каков порядок ввода текста и атрибутов элементов?
10. Как устанавливается точка привязки УГО элемента?
11. Каким образом производится запись сформированного УГО элемента?

Тема 2.

5. Общие сведения о программе P-CAD Pattern Editor. Команды графического редактора P-CAD Pattern Editor. Пиктограммы меню инструментов. Посадочное место компонента.

Самостоятельное изучение. Настройка конфигураций программы Pattern Editor

Методические указания

Посадочное место – это комплект конструктивных элементов печатной платы, предназначенный для монтажа отдельного ЭРЭ. В него входят в различных сочетаниях контактные площадки, металлизированные отверстия, печатные проводники на наружных слоях и гладкие крепежные отверстия. Кроме этого посадочное место может включать в себя параметры защитной и паяльной масок, элементы маркировки и графические элементы сборочного чертежа.

При подготовке вопросов необходимо проработать материал по литературе /1, с.68-86, 10/.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните назначение редактора Pattern Editor.
2. Поясните назначение кнопок на панели инструментов.
3. Каким образом настраивается конфигурация программы Pattern Editor?
6. Создание стеков контактных площадок (Pad Stacks) и переходных отверстий (Via Stacks).

Самостоятельное изучение. Редактирование стеков контактных площадок, переходных отверстий.

Методические указания

Для освоения темы необходимо изучить методики создания стеков контактных площадок (Pad Stacks), редактирования, создания переходных отверстий (Via Stacks).

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /1, с. 35-42/.

Вопросы для самопроверки

1. Какова последовательность действий при создании стеков контактных площадок?
2. Как производится запись стеков контактных площадок?
3. Какова последовательность действий при формировании переходных отверстий (Via Stacks)?

7. Создание установочных мест компонентов. Создание установочных мест компонентов со штырьевыми контактами. Создание установочных мест компонентов с планарными контактами. Создание установочных мест компонентов с помощью программы-мастера Pattern Wizard.

Самостоятельное изучение. Понятия о компонентах со штырьевыми контактами и планарными контактами.

Методические указания

Для освоения темы необходимо изучить методики разработки посадочных мест на печатных платах средствами редактора P-CAD Pattern Editor, овладение практическими навыками разработки посадочных мест для конструктивных элементов.

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /1, с. 32-35, 42-46/.

Вопросы для самопроверки

1. Какова последовательность действий при создании посадочного места ЭРЭ?
2. На каком слое и как создается контур микросхемы?
3. Каким образом выполняется процедура перенумерации контактов?
4. Как вводится точка привязки ЭРЭ?
5. Каким образом вводятся атрибуты ЭРЭ?
6. Как производится запись посадочного места ЭРЭ в библиотеку?
7. Как формируется стиль контактных площадок для штыревых ЭРЭ?
8. Как формируется стиль контактных площадок для планарных ЭРЭ?

Тема 3

8. Общие сведения о программе Library Executive.

Самостоятельное изучение. Назначение программы Library Executive.

Методические указания

При решении задач согласования используемых в практике символов компонентов и их посадочных мест и внесения дополнительных данных для упаковки компонента в корпус используется менеджер библиотек P-CAD Library Executive.

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /1, с. 47-53, 10, с. 11-19/.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните назначение программы Library Executive.
2. Поясните назначение пиктограмм системных команд.
3. Какая информация представлена в диалоговом окне Component Information?

9. Упаковка выводов конструктивных элементов радио-электронных средств.

Самостоятельное изучение. Проверка правильности заполнения таблицы упаковочной информации.

Методические указания

Для освоения темы необходимо изучить методики упаковки выводов конструктивных элементов РЭС средствами программы Library Executive, приобретение навыков упаковки выводов конструктивных элементов РЭС.

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /1, с. 47-53, 10, с. 11-19/.

Вопросы для самопроверки

1. Какой порядок создания библиотечного элемента?
2. Каким образом заполняется таблица упаковочной информации?
3. Какие колонки входят в упаковочную таблицу?
4. Каким образом проверяется правильность заполнения таблицы?
5. Как выполняется запись элемента в библиотеку?
6. Поясните порядок заполнения таблицы для микросхем.
7. Поясните порядок заполнения таблицы для транзисторов.
8. Поясните порядок заполнения таблицы для двухвходовых ЭРЭ.

Тема 4

10. Общие сведения о графическом редакторе P-CAD Schematic. Настройка конфигураций редактора. Создание схем электрических принципиальных.

Самостоятельное изучение. Размещение элементов, входящих в электрическую схему.

Методические указания

Для освоения темы необходимо изучить методики работы с графическим редактором P-CAD Schematic, приобретение навыков создания и оформления электрических схем.

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /1, с. 99-119, 136-156, 11, с. 4-15/.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните назначение программы P-CAD Schematic.
2. Поясните назначение кнопок на панели инструментов.
3. Объясните назначение полей в нижней части экрана.
4. Каким образом выбираются для размещения элементы, входящие в электрическую схему?

11. Редактирование объектов электрической схемы. Изменение атрибутов, компонентов и цепей. Перемещение, копирование и удаление компонентов и цепей. Генерация списка соединений и текстовых отчетов.

Самостоятельное изучение. Запись схемы в виде списка соединений.

Методические указания

В результате изучения темы студенты должны изучить методики поиска и редактирования объектов электрической схемы. Просмотр, добавление, изменение атрибутов компонентов и цепей, перемещение, копирование и удаление компонентов и цепей схемы. Изменение позиционных обозначений

компонентов. Генерация списков соединений, текстовых отчетов. Сохранение схем.

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /1, с. 119-135, 11, с. 7-15/.

Вопросы для самопроверки

Каким образом выбираются для размещения элементы, входящие в электрическую схему?

1. Как выполняется вращение УГО ЭРЭ на рабочем поле?

2. Как производится соединение выводов ЭРЭ на схеме?

3. Поясните порядок введения в схему общей шины.

4. Каким образом производится подключение выводов ЭРЭ к шине?

5. Для чего и как устанавливаются порты на линии связи?

6. Для чего и как схема записывается в виде списка соединений?

Тема 5

12. Общие сведения о графическом редакторе P-CAD PCB. Настройка конфигураций редактора. Настройка параметров монитора. Структура слоев печатной платы. Задание барьеров трассировки.

Самостоятельное изучение. Задание слоев печатной платы.

Методические указания

В результате изучения темы студенты должны изучить методики работы с графическим редактором P-CAD PCB, назначение редактора P-CAD PCB. Необходимо знать, как настраиваются параметры монитора, как задаются слои печатной платы.

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /1, с. 159-174, 209-240, 12, с. 4-8/.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните назначение графического редактора P-CAD РСВ.

2. Поясните назначение кнопок на панели инструментов.

3. Объясните назначение полей в нижней части экрана.

4. Как настраиваются параметры монитора?

5. Как и в каком слое вводится контур печатной платы?

6. Как загружаются библиотеки ЭРЭ?

7. Как загружается список соединений электрической схемы?

13. Упаковка и размещение электрорадиоэлементов на печатной плате. Редактирование компонента. Оптимизация электрических связей.

Самостоятельное изучение. Оптимизация длин соединений на печатной плате.

Методические указания

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /1, с. 174-187, 12, с. 4-16/.

Вопросы для самопроверки

1. Как выполняется размещение ЭРЭ на плате?

2. Как удалить мешающие надписи у элементов на плате?

3. Как средствами программы можно выполнить оптимизацию длин соединений на печатной плате?

4. Как сохранить результаты размещения ЭРЭ на печатной плате?

14. Трассировка проводников ПП. Ручная трассировка соединений печатных плат.

Самостоятельное изучение. Смена слоев в процессе разводки проводников.

Методические указания

Для освоения темы необходимо изучить методику ручной трассировки проводников печатных плат средствами графического редактора P-CAD PCB. Приобретение навыков разводки проводников печатных плат.

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /1, с. 188-198, 264-265, 12, с. 16-17/.

Вопросы для самопроверки

1. Как загружается файл размещения ПП?
2. Как задать условия проектирования?
3. Как задать шаг сетки и допустимые зазоры?
4. Как выполняется ручная трассировка проводников?
5. Как производится смена слоя в процессе разводки проводника?

15. Интерактивная трассировка цепей ПП.

Самостоятельное изучение. Редактирование рисунка печатной платы, оптимизация цепей.

Методические указания

Для освоения темы необходимо изучить методику интерактивной трассировки проводников печатных плат средствами графического редактора P-CAD PCB.

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /1, с. 199-204, 265-266, 12, с. 17-18/.

Вопросы для самопроверки

1. Как прокладываются проводники при интерактивной трассировке?
2. Как задается ширина сигнальных цепей, земляных шин и шин питания?
3. Какими командами выполняется редактирование рисунка печатной платы?
4. Какими командами выполняется оптимизация цепей?
5. Как сохранить полученный результат?

16. Автоматическая трассировка проводников ПП.

Самостоятельное изучение. Задание стратегии трассировки проводников для автоматической трассировки проводников.

Методические указания

Для проработки темы необходимо изучить методики автоматической трассировки проводников печатных плат программами Quick-Router и Shape-Based Router.

Необходимо воспользоваться учебником /1, с. 241-263, 266-269, 12, с. 19-21/.

Вопросы для самопроверки

1. Какие программы автоматической трассировки печатных проводников включает система P-CAD и чем они отличаются?
2. Как вызываются программы Quick-Router и Shape-Based Router?
3. Как задаются конфигурации слоев, шаг сетки, ширина проводников?
4. Как задается стратегия трассировки проводников?

5. Как выполнить автоматическую трассировку проводников?

Тема 6

Экспорт печатной платы, схемы электрической принципиальной в КОМПАС.

Самостоятельное изучение. Редактирование рисунка печатной платы, оптимизация цепей.

Методические указания

Для освоения темы необходимо изучить методику интерактивной трассировки проводников печатных плат средствами графического редактора P-CAD PCB.

Для проработки темы необходимо воспользоваться учебником /3, с. 199-204, 265-266, 12, с. 17-18/.

Вопросы для самопроверки

1. Как прокладываются проводники при интерактивной трассировке?
2. Как задается ширина сигнальных цепей, земляных шин и шин питания?
3. Какими командами выполняется редактирование рисунка печатной платы?
4. Какими командами выполняется оптимизация цепей?
5. Как сохранить полученный результат?

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

по курсу “ Автоматизированное проектирование печатных плат ЭС ”

1. Цель и задачи курса. Уровни и задачи проектирования.

2. Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов печатных плат.
3. Общие сведения о системе проектирования ПП P-CAD.
4. Состав системы. Основные технические характеристики системы. Запуск системы.
5. Интерфейс пользователя.
6. Порядок проектирования печатных плат.
7. Общие сведения о графическом редакторе P-CAD Symbol Editor.
8. Команды графического редактора P-CAD Symbol Editor. Порядок создания символов компонентов для схем электрических принципиальных.
9. Настройка конфигураций графического редактора Symbol/Wizard. Создание библиотеки электрорадиоэлементов (ЭРЭ).
10. Общие сведения о программе P-CAD Pattern Editor.
11. Создание посадочных мест на для монтажа конструктивных элементов.
12. Создание посадочных мест компонентов.
13. Стеки контактных площадок и переходных отверстий.
14. Создание установочных мест компонентов.
15. Создание установочных мест компонентов со штырьевыми контактами.
16. Создание установочных мест компонентов с планарными контактами.
17. Создание установочных мест компонентов с помощью программы-мастера Pattern Wizard.
18. Общие сведения о программе Library Executive.
19. Создание библиотечных элементов.
20. Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.
21. Общие сведения о графическом редакторе P-CAD Schematic.
22. Настройка конфигураций редактора.

23. Создание схем электрических принципиальных.
24. Редактирование объектов электрической схемы. Изменение атрибутов, компонентов и цепей.
25. Перемещение, копирование и удаление компонентов и цепей. Генерация списка соединений и текстовых отчетов.
26. Общие сведения о графическом редакторе P-CAD PCB.
27. Настройка конфигураций редактора. Структура слоев печатной платы.
28. Упаковка и размещение электрорадиоэлементов на печатной плате.
29. Трассировка проводников ПП.
30. Ручная трассировка соединений печатных плат.
31. Интерактивная трассировка цепей ПП.
32. Автоматическая трассировка проводников ПП.

4. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

При выполнении контрольной работы студенты прорабатывают два вопроса, перечисленные в предыдущем разделе. Варианты контрольных работ представлены в табл. 3

Варианты контрольных работ		Таблица 3	
№ вар-та	№ вопросов	№ вар-та	№ вопросов
1	1, 25	13	13, 27
2	2, 26	14	14, 28
3	3, 27	15	15, 29
4	4, 28	16	16, 30
5	5, 29	17	17, 31
6	6, 30	18	18, 32
7	7, 31	19	19, 13
8	8, 32	20	20, 14
9	9, 30	21	21, 15
10	10, 31	22	22, 16
11	11, 32	23	23, 17
12	12, 20	24	24, 18

5. ПЛАН-ГРАФИК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4
План график самостоятельной работы

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
8 семестр		Зачет	60
1	Подготовка к практическому занятию	проверка	5
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
2	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	5
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
3	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	
4	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
5	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	5
6	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	

Продолжение табл. 4

1	2	3	4
7	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
8	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	
9	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	5
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
10	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
11	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
12	Подготовка к защите практических занятий	отчет, защита	5
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саврушев, Э.Ц. P-CAD для Windows. Система проектирования печатных плат [Текст] / Э.Ц. Саврушев.– М.: ЭКОМ, 2002. – 320 с.
2. Мактас, М.Я. Уроки по САПР P-CAD И SPECSTRA [Текст] / М.Я. Мактас . – М.: СОЛОН-Пресс, 2011. – 224 с.
3. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств [Текст] / Н.К. Юрков. 2-е изд. испр. и доп. – М.: Лань, 2014. - 480 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Цель преподавания и изучения дисциплины.....	1
1. Виды учебных занятий, формы контроля знаний студентов и организация учебной работы.....	2
2. Программа курса, методические указания и вопросы для самопроверки.....	4
3. Контрольные задания	17
4. Варианты контрольных работ.....	19
5. План-график самостоятельной работы.....	20
Библиографический список.....	32

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по самостоятельной работе по дисциплине «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения

Составители:

Турецкий Андрей Владимирович
Ципина Наталья Викторовна

В авторской редакции

Подписано к изданию 09.09.2015.

Уч.-изд. л. 1,4.

ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный
технический университет"
394026 Воронеж
Московский просп., 14