

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.07.03.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 3 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 3 семестр - 16 часов; |
| Консультации | 3 семестр - 18 часов; |
| Самостоятельная работа | 3 семестр - 73,2 часа; |
| в том числе на КП/КР | 3 семестр - 10 часов; |
| Иная контактная работа | 3 семестр - 4 часа; |
| включая: Перекрестный опрос Решение задач | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Защита курсовой работы | 3 семестр - 0,3 часа; |
| Экзамен | 3 семестр - 0,5 часа; |
| | всего - 0,8 часа |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Вишняков С.В. |
| | Идентификатор | R35b26072-VishniakovSV-02810d9 |

С.В. Вишняков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Вишняков С.В. |
| | Идентификатор | R35b26072-VishniakovSV-02810d9 |

С.В. Вишняков

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Вишняков С.В. |
| | Идентификатор | R35b26072-VishniakovSV-02810d9 |

С.В. Вишняков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Освоение методов проектирования цифровых систем

Задачи дисциплины

- Изучить методы моделирования и проектирования плат печатного монтажа;
- Освоить проектирование сложных цифровых устройств с использованием ИС.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|---|
| ПК-1 Способен осуществлять проектирование вычислительных комплексов и систем, включая разработку аппаратного, программного обеспечения, системную интеграцию, ввод в эксплуатацию | ИД-1ПК-1 Демонстрирует знание принципов проектирования ЭВМ, микропроцессорных систем и вычислительных систем | знать: - Методы обеспечения скоростной передачи данных между цифровыми устройствами; - Методы проектирования цифровых систем. |
| ПК-1 Способен осуществлять проектирование вычислительных комплексов и систем, включая разработку аппаратного, программного обеспечения, системную интеграцию, ввод в эксплуатацию | ИД-3ПК-1 Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием | уметь: - Проводить моделирование режимов линий передачи данных; - Проектировать топологию печатной платы. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительные машины, комплексы, системы и сети (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Методы обработки сигналов во временной и частотной области
- уметь Осуществлять синтез цифровых устройств

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Цифровые системы - степени интеграции | 16.7 | 3 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 4.7 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Цифровые системы - степени интеграции"</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Цифровые системы - степени интеграции" материалу.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Цифровые системы - степени интеграции"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 1-124</p> |
| 1.1 | Цифровые системы - степени интеграции | 16.7 | | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 4.7 | |
| 2 | Особенности | 17 | | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|--|---|
| | функционирования высокоскоростных трактов передачи данных | | | | | | | | | | | | | | Повторение материала по разделу "Особенности функционирования высокоскоростных трактов передачи данных" |
| 2.1 | Особенности функционирования высокоскоростных трактов передачи данных | 17 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 5 | - | | <p>Подготовка к лабораторной работе: Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Особенности функционирования высокоскоростных трактов передачи данных" материалу.</p> <p>Подготовка курсовой работы: Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p>Самостоятельное изучение теоретического материала: Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности функционирования высокоскоростных трактов передачи данных"</p> <p>Изучение материалов литературных источников:</p> <p>[3], стр.187-214</p> | |
| 3 | Проектирование плат печатного монтажа | 22 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | | <p>Подготовка к текущему контролю:</p> <p>Повторение материала по разделу "Проектирование плат печатного монтажа"</p> | |
| 3.1 | Проектирование плат печатного монтажа | 22 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | | <p>Подготовка к лабораторной работе: Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Проектирование плат печатного монтажа" материалу.</p> | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование плат печатного монтажа"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], стр.1-104 [2], стр.1-40 [4], стр. 1-57</p> |
| 4 | Измерение параметров и испытание трактов передачи данных | 22 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Измерение параметров и испытание трактов передачи данных"</p> | |
| 4.1 | Измерение параметров и испытание трактов передачи данных | 22 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Измерение параметров и испытание трактов передачи данных" материалу.</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Измерение параметров и испытание трактов передачи данных"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|------------|-------------|-------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | источников: [1], стр.289-314 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Курсовая работа (КР) | 30.3 | - | - | - | 16 | - | 4 | - | 0.3 | 10 | - | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 32 | 16 | - | 16 | 2 | 4 | - | 0.8 | 39.7 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 32 | 16 | - | 18 | | 4 | | 0.8 | 73.2 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Цифровые системы - степени интеграции

1.1. Цифровые системы - степени интеграции

Интегральные схемы. Платы печатного монтажа. Технологии, ограничения и проблемы.

2. Особенности функционирования высокоскоростных трактов передачи данных

2.1. Особенности функционирования высокоскоростных трактов передачи данных

Режимы в линиях передачи. Погонные параметры, вторичные параметры линий и эквивалентные схемы. Излучение. Экранирование..

3. Проектирование плат печатного монтажа

3.1. Проектирование плат печатного монтажа

САПР для проектирования плат печатного монтажа. Необходимость тепловых и электродинамических расчетов. Методы оптимизации при трассировке плат печатного монтажа. Линии и слои питания..

4. Измерение параметров и испытание трактов передачи данных

4.1. Измерение параметров и испытание трактов передачи данных

Измерительные приборы для определения режимов в трактах, анализаторы цепей, анализаторы спектра. Проведение испытаний печатных плат в сборе..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Трассировка печатной платы;
2. Моделирование режимов трактов передачи данных;
3. Знакомство с САПР печатных плат;
4. Знакомство с измерительными приборами, проведение экспериментов с трактами.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

3 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Реализация системы цифровой обработки сигналов
- Реализация системы контроля отпечатков пальцев
- Реализация ультразвукового дефектоскопа

График выполнения курсового проекта

| | | | | | |
|--------------------------|-------|-------|--------|---------|--------------------------|
| Неделя | 1 - 4 | 5 - 8 | 9 - 12 | 13 - 16 | Зачетная |
| Раздел курсового проекта | 1 | 2 | 3 | 4 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 15 | 20 | 25 | 40 | - |

| | | | | | |
|--|----|----|----|-----|---|
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 15 | 35 | 60 | 100 | - |
|--|----|----|----|-----|---|

| | |
|---------------|---|
| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
| 1 | Анализ технического задания, выбор технологической базы |
| 2 | Разработка функциональной и структурной схем системы |
| 3 | Определение характеристик компонентов системы |
| 4 | Проектирование и оптимизация платы печатного монтажа |

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|------------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| Методы проектирования цифровых систем | ИД-1ПК-1 | | + | | | Перекрестный опрос/Защита лабораторной работы 2 |
| Методы обеспечения скоростной передачи данных между цифровыми устройствами | ИД-1ПК-1 | + | | | | Перекрестный опрос/Защита лабораторной работы 1 |
| Уметь: | | | | | | |
| Проектировать топологию печатной платы | ИД-3ПК-1 | | | + | | Решение задач/Защита лабораторной работы 3 |
| Проводить моделирование режимов линий передачи данных | ИД-3ПК-1 | | | | + | Решение задач/Защита лабораторной работы 4 |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита лабораторной работы 3 (Решение задач)
2. Защита лабораторной работы 4 (Решение задач)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы 1 (Перекрестный опрос)
2. Защита лабораторной работы 2 (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 3 семестр, оценка за курсовую работу.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Афанасьев, А. О. OrCAD 7.0...9.0: Проектирование электронной аппаратуры и печатных плат / А. О. Афанасьев, С. А. Кузнецова ; Ред. С. Л. Корякин-Черняк . – СПб. : Наука и техника, 2001 . – 464 с. – (Профи) . - ISBN 5-943870-13-X .;
2. Дембицкий, Н. Л. Автоматизированное проектирование печатных плат на ПЭВМ : Учебное пособие / Н. Л. Дембицкий, А. В. Назаров, К. Б. Охлопков, Моск. авиац. ин-т им. С. Орджоникидзе (МАИ) . – М. : МАИ, 1992 . – 40 с. - ISBN 5-7035-0308-6 : 100.00 .;
3. А. И. Белоус, В. А. Солодуха, С. В. Шведов- "Основы конструирования высокоскоростных электронных устройств: краткий курс «белой магии»", Издательство: "Техносфера", Москва, 2017 - (872 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496397>;
4. Мылов Г. В., Таганов А. И.- "Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат", Издательство: "Горячая линия-Телеком", Москва, 2014 - (168 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=55673.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. Ansys / CAE Fidesys;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Scilab;
5. KiCad;
6. Deeds;
7. Libre Office;
8. ОС Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
11. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | З-505, Лекционная аудитория каф. ВМСС | парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | З-505, Лекционная аудитория каф. ВМСС | парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | З-506, Учебно-исследовательская лаборатория цифровых технологий защиты информации каф. ВМСС | стол преподавателя, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, сервер, компьютер персональный, инвентарь специализированный |

| | | |
|---|--|---|
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | 3-505, Лекционная аудитория каф. ВМСС | парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус |
| Помещения для самостоятельной работы | Е-517, Лаборатория моделирования и исследования световой среды каф. "Светотехники" | |
| | Е-519, Лаборатория спектральных и колориметрических измерений каф. "Светотехники" | стол преподавателя, стул, компьютер персональный |
| | Е-522, Лаборатория физических основ источников оптического излучения каф. "Светотехники" | стол преподавателя, стул |
| Помещения для консультирования | Е-402, Кабинет сотрудников "ВМСС" | |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Е-403, Склад | стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов |
| | 3-308, Кабинет сотрудников каф. ВМСС | инвентарь учебный |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование цифровых устройств

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Защита лабораторной работы 1 (Перекрестный опрос)

КМ-2 Защита лабораторной работы 2 (Перекрестный опрос)

КМ-3 Защита лабораторной работы 3 (Решение задач)

КМ-4 Защита лабораторной работы 4 (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Цифровые системы - степени интеграции | | | | | |
| 1.1 | Цифровые системы - степени интеграции | | + | | | |
| 2 | Особенности функционирования высокоскоростных трактов передачи данных | | | | | |
| 2.1 | Особенности функционирования высокоскоростных трактов передачи данных | | | + | | |
| 3 | Проектирование плат печатного монтажа | | | | | |
| 3.1 | Проектирование плат печатного монтажа | | | | + | |
| 4 | Измерение параметров и испытание трактов передачи данных | | | | | |
| 4.1 | Измерение параметров и испытание трактов передачи данных | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 25 | 25 | 25 |

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Проектирование цифровых устройств

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Анализ технического задания, выбор технологической базы — рабочие материалы
- КМ-2 Разработка функциональной и структурной схем системы — представление схем
- КМ-3 Определение характеристик компонентов системы — таблицы характеристик
- КМ-4 Контроль выполнения работы

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Анализ технического задания, выбор технологической базы | | + | | | |
| 2 | Разработка функциональной и структурной схем системы | | | + | | |
| 3 | Определение характеристик компонентов системы | | | | + | |
| 4 | Проектирование и оптимизация платы печатного монтажа | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 15 | 20 | 25 | 40 |