

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 20.03.2023 10:38:56  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Биотехнические и медицинские  
аппараты и системы»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

---

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
И КОНСТРУИРОВАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ»**

**для подготовки бакалавров**

**по направлению**

**12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»**

**по профилю**

**«Биотехнические и медицинские аппараты и системы»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Боброва Ю.О.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БТС  
01.02.2022, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФИБС, 31.03.2022, протокол № 6

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	БТС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	51
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	94
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ»**

В дисциплине рассматриваются вопросы разработки и построения электронных узлов медицинской техники с применением средств электронного проектирования. Изучаемые средства включают в себя программу для схемотехнического моделирования MicroCap и среду для проектирования печатных плат Circuit Maker. После прохождения курса студенты получают базовые знания и навыки по работе с современными средствами для быстрого прототипирования, в том числе с применением технологий 3D-печати.

### **SUBJECT SUMMARY**

### **«COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS FOR THE CONSTRUCTION OF MEDICAL EQUIPMENT»**

The discipline deals with the development and construction of electronic components of medical equipment by using electronic design tools. The tools studied include the MicroCap circuit design software and the Circuit Maker PCB design environment. After completing the course, students receive basic knowledge and skills in working with modern tools for rapid prototyping, including using 3D printing technologies.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. При изучении дисциплины обучающиеся получают теоретические знания о способах моделирования элементов и процессов биологических и биотехнических систем и и практические навыки исследования и разработки технических средств с применением профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов

2. Задачи дисциплины:

Приобретение знаний о приёмах анализа, расчета типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях с использованием систем автоматизированного проектирования.

Развитие навыков проектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях с использованием систем автоматизированного проектирования.

Развитие умения формирования технического задания для разработки приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем

3. Развитие знания разработки технологических процессов и технической документации на изготовление и сборку функциональных элементов, блоков и узлов медицинских изделий и биотехнических систем.

4. Развитие умения по работе с современными средствами для быстрого прототипирования, в том числе с применением технологий 3D-печати.

5. Развитие навыка создания интегрированных биотехнических систем и медицинских систем и комплексов для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Теоретические основы электротехники»
2. «Элементная база электроники»
3. «Электроника и микропроцессорная техника»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (преддипломная практика)»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-3	Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем
<i>ПК-3.1</i>	<i>Разрабатывает функциональные и структурные схемы медицинских изделий и биотехнических систем, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования</i>
<i>ПК-3.2</i>	<i>Разрабатывает проектно-конструкторскую и техническую документацию на всех этапах жизненного цикла медицинских изделий и биотехнических систем, узлов и деталей в соответствии с требованиями технического задания</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2	0		2
2	Этапы проектирования	4	0		4
3	Сквозное проектирование	2	0		4
4	Роль моделирования в проектировании	2	0		4
5	Виды анализа	2	0		8
6	Программа схемотехнического моделирования MicroCap	4	0		4
7	Анализ по постоянному току	2	4		4
8	Анализ во временной области	2	4		4
9	Анализ нелинейных искажений	2	4		4
10	Тепловой анализ	2	4		4
11	Частотный анализ	2	4		4
12	Анализ Монте-Карло	2	4		4
13	Оптимизация параметров	2	2		4
14	Этапы конструирования печатных плат	2	0		4
15	Параметры моделей радиоэлектронных элементов	2	0		4
16	Программа для проектирования печатных плат Circuit Maker	2	2		4
17	Библиотеки корпусов и посадочных мест	2	2		4
18	Преобразование принципиальной схемы в плату	2	0		4
19	Расположение электронных компонентов на печатной плате	2	2		4
20	Трассировка печатных плат.	2	0		4
21	Завершающие этапы проектирования печатных плат	2	0		4
22	Подготовка печатной платы к производству	2	0		4
23	Подготовка технической документации	2	2		4
24	Заключение	1		1	0
	Итого, ач	51	34	1	94
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			



## 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Системы автоматизированного проектирования и конструирования медицинской техники, основные определения, назначение, применение, история и тенденции развития. Обзор современных САПР.
2	Этапы проектирования	Основные этапы проектирования: от технического задания до конструкторской документации.
3	Сквозное проектирование	Сквозное проектирование. Иерархический принцип проектирования в САПР.
4	Роль моделирования в проектировании	Роль моделирования при проектировании медицинской техники. Моделирование электрических, тепловых, механических, гидро-и аэродинамических процессов.
5	Виды анализа	Виды анализа электронных принципиальных схем: временной, частотный, по постоянному току, по переменному току, тепловой, Монте-Карло.
6	Программа схемотехнического моделирования MicroCap	Программа схемотехнического моделирования MicroCap, её версии, возможности и основные особенности. Виды анализа.
7	Анализ по постоянному току	Анализ по постоянному току в MicroCap на примере двухкаскадного усилителя на биполярных транзисторах. Способы задания рабочей точки.
8	Анализ во временной области	Анализ во временной области в MicroCap на примере двухкаскадного усилителя на биполярных транзисторах. Задание коэффициента усиления.
9	Анализ нелинейных искажений	Анализ нелинейных искажений в программе MicroCap на примере двух-каскадного усилителя на биполярных транзисторах. Нелинейность характеристик электронных компонентов.
10	Тепловой анализ	Тепловой анализ в программе MicroCap на примере двухкаскадного усилителя на биполярных транзисторах. Температурные зависимости электронных компонентов.
11	Частотный анализ	Частотный анализ в MicroCap на примере активных фильтров первого и второго порядка на операционных усилителях. ЛАЧХ, ФЧХ, групповая задержка.
12	Анализ Монте-Карло	Анализ Монте-Карло в программе MicroCap на примере режекторного фильтра. Разброс параметров электронных компонентов.
13	Оптимизация параметров	Оптимизация параметров в MicroCap на примере полосового фильтра. Оптимум функций.
14	Этапы конструирования печатных плат	Назначение и типы печатных плат. Основные этапы конструирования печатных плат в специализированных САПР, базовые понятия и правила разводки печатных плат.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
15	Параметры моделей радиоэлектронных элементов	Виды корпусов радиоэлектронных элементов. Основные параметры моделей радиоэлектронных элементов. Особенности разработки моделей конструктивных элементов в САПР
16	Программа для проектирования печатных плат Circuit Maker	Основы работы в САПР Circuit Maker, функциональные возможности.
17	Библиотеки корпусов и посадочных мест	Создание библиотек корпусов и посадочных мест в САПР Circuit Maker, интегрированные библиотеки, облачное хранилище данных и технической документации, система подбора компонентов Ostopart
18	Преобразование принципиальной схемы в плату	Подготовка принципиальной схемы для последующей разработки печатной платы. Преобразование принципиальной схемы в плату в САПР Circuit Maker.
19	Расположение электронных компонентов на печатной плате	Расположение электронных компонентов на печатной плате. Основные принципы и правила, автоматическое расположение компонентов
20	Трассировка печатных плат.	Трассировка печатных плат, основные принципы и правила. Подготовка к трассировке. Автоматическая и ручная трассировка в САПР Circuit Maker. Работа со слоями печатной платы.
21	Завершающие этапы проектирования печатных плат	Работа с межслойными переходами. Размещение текста и графических элементов. Создание полигонов сплошной заливки. Блокировка объектов. Проверка проекта. Информация о плате. Печать результатов.
22	Подготовка печатной платы к производству	Промышленные форматы. Формат DXF, Gerber Output. Создание файлов в формате N/C drill.
23	Подготовка технической документации	Подготовка технической документации. Основные правила и рекомендации. ГОСТ.
24	Заключение	Основные тенденции развития современных средств автоматизированного проектирования.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Сборка и моделирования электронных схем в сапр microsap 12: общие рекомендации	4
2. Получение зависимости вольт-амперной характеристики диода от температуры и построение термометра на его основе	4
3. Исследование активных режекторных фильтров	4

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
4. Расчёт параметров и моделирование работы усилительных каскадов на биполярных транзисторах	4
5. Изучение возможностей моделирования аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразований	4
6. Изучение возможностей оптимизации параметров элементов при моделировании частотно-корректирующих цепей	4
7. Анализ Монте-Карло в MicroCap на примере режекторного фильтра.	2
8. Подготовка принципиальной схемы для разработки печатной платы. Создания библиотек корпусов и посадочных мест в САПР Circuit Maker.	2
9. Расположение электронных компонентов на печатной плате. Трассировка печатных плат, основные принципы и правила. Подготовка к трассировке. Автоматическая и ручная трассировка в САПР Circuit Maker.	2
10. Работа с межслойными переходами. Размещение текста и графических элементов. Создание заливки. Блокировка объектов. Проверка проекта. Информация о плате. Печать результатов.	2
11. Подготовка технической документации. Основные правила и рекомендации. ГОСТ.	2
Итого	34

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

## 4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

## 4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно прорабатывать материал, изучаемый на лекционных занятиях, дополнять его сведениями из литературных источников, рекомендованных преподавателем. Часть тем из рабочей программы отдаётся целиком на самостоятельную проработку, эти темы отдельно указываются преподавателем и обсуждаются на практических заданиях, с осуществлением контроля уровня самоподготовки. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	14
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	24
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	11
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	10
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>94</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Проектирование узлов электронно-медицинской аппаратуры с помощью пакета EСAD MicroCAP 8 [Текст] : метод. указания к лаб. работам по электронике и микропроцессорной технике / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2008. -39 с.	137
2	Белов, Александр Викторович. Проектирование и расчет узлов электронно-медицинской техники [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. , бакалавров и магистров 200300-"Биомед. инженерия" 201000 -"Биотехн. системы и технологии" / А.В. Белов, Е.В. Садыкова, Т.В. Сергеев, 2011. -94, [1] с.	30
3	Разевиг, Всеволод Данилович. Схемотехническое моделирование с помощью Micro-Cap 7 [Текст] : справочное издание / В.Д. Разевиг, 2003. -367 с.	25
4	Суходольский, Владислав Юрьевич. Altium Designer : проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальностям 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" и 210202 "Проектирование и технология электронно-вычислительных средств" направления 210200 "Проектирование и технология электронных средств" / В.Ю. Суходольский, 2010. -VIII, 472 с.	120
Дополнительная литература		
1	Титце, Ульрих. Полупроводниковая схемотехника [Текст] : в 2 т. : пер. с нем. -(Схемотехника). Т. 2, 2008. -941 с.	30
2	Полупроводниковая схемотехника [Текст] : метод. указания к практ. занятиям / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2006. -26 с.	59
3	Хоровиц П. Искусство схемотехники [Текст] : в 3 т. Т. 1 / пер. Б. Н. Бронин, 1993. -412 с. с.	102

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Сайт Spectrum-soft <a href="http://www.spectrum-soft.com/index.shtm">http://www.spectrum-soft.com/index.shtm</a>

<b>№ п/п</b>	<b>Электронный адрес</b>
2	Сайт Circuitmaker <a href="https://circuitmaker.com">https://circuitmaker.com</a>
3	Сайт Texas instruments <a href="http://www.ti.com/analog-circuit/analog-design-journal.html">http://www.ti.com/analog-circuit/analog-design-journal.html</a>
4	Сайт Analog devices <a href="https://www.analog.com/ru/index.html">https://www.analog.com/ru/index.html</a>
5	Сайт Microchip <a href="http://www.microchip.com.ru/">http://www.microchip.com.ru/</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11346>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Системы автоматизированного проектирования и конструирования медицинской техники» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.



## Особенности допуска

Допуск к экзамену при выполнении следующих условий:

- посещаемость лекционных занятий (не менее 70% занятий) и практических занятий (не менее 80% занятий),
- выполнение 2 контрольных работ,
- выполнение 7 практических заданий.

Экзамен проводится по билетам, в билете 3 вопроса.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Отличие систем автоматизированного проектирования от автоматических систем.
2	Классификация САПР по сфере применения.
3	САПР для применения в отраслях общего машиностроения (MCAD – Mechanical CAD)
4	САПР для разработки электронных устройств ECAD (Electronic CAD)
5	Классификация САПР по целевому назначению.
6	Классификация САПР по характеру базовой подсистемы.
7	Математическое обеспечение САПР
8	Техническое обеспечение САПР.
9	Программное обеспечение САПР.
10	Информационное обеспечение САПР.
11	Лингвистическое обеспечение САПР
12	САПР схемотехнического моделирования
13	Опишите два типа аналоговых моделей в САПР схемотехнического моделирования.
14	Процедура моделирования электронных схем в программе PSPICE
15	Функциональные возможности среды PSpice.
16	Модели электронных компонентов
17	Трассировка печатных плат.
18	Применение САПР при проектировании и производстве протезно-ортопедических изделий.
19	Технологии быстрого прототипирования. Печать методом послойного наплавления.
20	Пакеты программ для проектирования печатных плат радиоэлектронных средств
21	Пакеты программ для твердотельного параметрического моделирования.
22	Каким образом настраивается редактор Schematic?

23	Каким образом задается шаг сетки при редактировании принципиальных электрических схем и разводке печатных плат?
24	Каким образом размещаются на рабочем поле отдельные элементы и разные секции микросхем?
25	Как производится соединение выводов ЭРЭ электрическими цепями?
26	Перечислите все возможные варианты, в чем их преимущества и недостатки.
27	От каких условий зависит порядок присвоения элементам схемы позиционных обозначений?
28	Как выполняется проверка схемы на отсутствие ошибок и что является признаком их отсутствия?
29	Каков порядок сохранения разработанной в схемотехническом редакторе принципиальной схемы и передачи её в редактор РСВ?
30	Каким образом создается интегрированная библиотека электронных компонентов, с помощью каких инструментов можно просмотреть содержимое интегрированной библиотеки и отредактировать его?
31	Чем отличаются автоматические системы проектирования от автоматизированных?
32	Что такое печатная плата и каково ее основное назначение? Перечислите основные элементы печатной платы, основные виды печатных плат.

### **Форма билета**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

Дисциплина **Системы автоматизированного проектирования и конструирования медицинской техники БТС**

1. Отличие систем автоматизированного проектирования от автоматических систем.
2. Программное обеспечение САПР.
3. САПР схемотехнического моделирования MicroCap

УТВЕРЖДАЮ

## **Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

### **Примеры вопросов контрольных работ:**

Опишите два типа аналоговых моделей в САПР схемотехнического моделирования.

Процедура моделирования электронных схем в программе PSPICE

Функциональные возможности среды PSpice.

Модели электронных компонентов

Трассировка печатных плат.

Применение САПР при проектировании и производстве протезно-ортопедических изделий.

Технологии быстрого прототипирования. Печать методом послойного наплавления.

Пакеты программ для проектирования печатных плат радиоэлектронных средств

Пакеты программ для твердотельного параметрического моделирования.

Каким образом настраивается редактор Schematic?

Каким образом задается шаг сетки при редактировании принципиальных электрических схем и разводке печатных плат?

Каким образом размещаются на рабочем поле отдельные элементы и разные секции микросхем?

Как производится соединение выводов ЭРЭ электрическими цепями?

Перечислите все возможные варианты, в чем их преимущества и недостатки.

От каких условий зависит порядок присвоения элементам схемы позиционных обозначений?

Как выполняется проверка схемы на отсутствие ошибок и что является признаком их отсутствия?

Каков порядок сохранения разработанной в схемотехническом редакторе принципиальной схемы и передачи её в редактор РСВ?

Каким образом создается интегрированная библиотека электронных компонентов, с помощью каких инструментов можно просмотреть содержимое интегрированной библиотеки и отредактировать его?

Чем отличаются автоматические системы проектирования от автоматизированных?

Что такое печатная плата и каково ее основное назначение? Перечислите основные элементы печатной платы, основные виды печатных плат.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Введение	
2	Этапы проектирования	
3	Сквозное проектирование	
4	Роль моделирования в проектировании	
5	Виды анализа	
6	Программа схемотехнического моделирования MicroCap	
7	Анализ по постоянному току	
8	Анализ во временной области	Контрольная работа
8	Анализ нелинейных искажений	
	Тепловой анализ	
	Частотный анализ	
	Анализ Монте-Карло	
	Оптимизация параметров	
9	Этапы конструирования печатных плат	
10	Параметры моделей радиоэлектронных элементов	
11	Программа для проектирования печатных плат Circuit	
12	Maker	
13	Библиотеки корпусов и посадочных мест	
14	Преобразование принципиальной схемы в плату	
15	Расположение электронных компонентов на печатной плате	
16	Трассировка печатных плат.	Контрольная работа
	Завершающие этапы проектирования печатных плат	
	Подготовка печатной платы к производству	
	Подготовка технической документации	
	Заключение	

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), и выполнение контрольных работ, по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

Критерии оценки контрольных работ:

«отлично» - в контрольной работе каждый из вопросов раскрыт полностью;

• «хорошо» - в контрольной работе каждый из вопросов раскрыт не полностью или студент недостаточно точно отвечает на вопросы по теме;

- «удовлетворительно» - в контрольной работе большинство вопросов имеют существенные ошибки, студент не ориентируется в ней и неверно отвечает на вопросы по теме, либо один из вопросов отвечен неполностью;

- «неудовлетворительно» - в контрольной работе большинство ответов на вопросы отсутствуют, или их содержание не соответствует теме заданного вопроса.

### **на практических (семинарских) занятиях**

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

Выполнение 7 практических работ (заданий), подготовленного бригадой в количестве 2-4 человек, оформленного в виде 1 пояснительной записки на бригаду, оценка за который по четырех балльной шкале выставляется каждому студенту индивидуально в ходе защиты проекта по следующим критериям:

- «отлично» - в пояснительной записке вопрос раскрыт полностью, студент отвечает на вопросы по теме проекта, ориентируется во всех разделах пояснительной записки;

- «хорошо» - в пояснительной записке вопрос раскрыт не полностью или студент недостаточно точно отвечает на вопросы по теме проекта;

- «удовлетворительно» - в пояснительной записке имеются существенные ошибки, студент не ориентируется в ней и неверно отвечает на вопросы по теме проекта;

- «неудовлетворительно» - пояснительная записка отсутствует, или ее со-

держание не соответствует заявленной теме, студент не может ответить на вопросы по теме проекта.

### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска.	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, компьютеры с доступом в сеть Интернет с установленным программным обеспечением, рабочее место преподавателя, проектор, экран, ПК, маркерная доска.	1) Windows 7 Pro-fessional и выше, 2) Microsoft Office 2016 и выше, 3) MicroCap 12 4) Circuitmaker
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше



## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>