

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 05.09.2022 17:45:27  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Радиоэлектронные средства  
информационного обмена»



**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

**«ИНЖЕНЕРНЫЙ ДИЗАЙН»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

по профилю

**«Радиоэлектронные средства информационного обмена»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. доцент В.Ю. Приходько

ассистент Нестеров А.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС

22.05.2019, протокол № 8

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФРТ, 13.06.2019, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

|  |     |
|--|-----|
| Обеспечивающий факультет   | ФРТ |
| Обеспечивающая кафедра   | РЭС |
| Общая трудоемкость (ЗЕТ)   | 5   |
| Курс   | 4   |
| Семестр  | 8   |
| <b>Виды занятий</b>  |     |
| Практические занятия (академ. часов)                             | 60  |
| Иная контактная работа (академ. часов)                           | 1   |
| Все контактные часы (академ. часов)                              | 61  |
| Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов) | 119 |
| Всего (академ. часов)  | 180 |
| <b>Вид промежуточной аттестации</b>                              |     |
| Дифф. зачет (курс)   | 4   |

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ИНЖЕНЕРНЫЙ ДИЗАЙН»**

Рассматриваются этапы разработки радиоэлектронного устройства, начиная с получения технического задания и заканчивая созданием 3D-модели, как альтернативного варианта производства. Демонстрируются основные возможности программного обеспечения по созданию сопутствующей документации и моделированию СВЧ-структур.

### **SUBJECT SUMMARY**

### **«ENGINEERING DESIGN»**

The stages of the development of electronic devices from receipt of technical specifications and ending with the creation of 3D-model are considered as an alternative production. The basic features of the software to create documentation and simulation of microwave structures are demonstrated.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Цель дисциплины - освоение методики автоматизированного проектирования на всех этапах разработки радиоэлектронного устройства с использованием современных САПР. Знание теоретического расчета СВЧ структур и их моделирования, изучение влияния геометрических параметров структур на их характеристики. Формирование навыков и умений практического освоения основных этапов разработки радиоэлектронного устройства с использованием основных возможностей программного обеспечения по созданию радиоэлектронного устройства.
2. Освоение методики автоматизированного проектирования на всех этапах разработки радиоэлектронного устройства с использованием современных САПР, начиная с составления технического задания и заканчивая выпуском конструкторской документации.
3. Знание теоретических методов расчета СВЧ структур и их моделирования, изучение влияния геометрических параметров структур на их характеристики, созданию библиотек элементов, созданию электрической схемы, разработки и компоновки печатного узла, трассировки печатной платы, созданию 3D моделей устройств.
4. Освоение методики автоматизированного проектирования на всех этапах разработки радиоэлектронного устройства с использованием современных САПР. Умение оформлять сопутствующую документации согласно требованиям ГОСТ.
5. Формирование навыков практического освоения основных этапов разработки радиоэлектронного устройства с использованием основных возможностей программного обеспечения по созданию радиоэлектронного устройства, созданию библиотек элементов, созданию электрической схемы, разработки и ком-

поновки печатного узла, трассировки печатной платы, созданию 3D моделей устройств.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Информационные технологии»
2. «Схемотехника аналоговых устройств»
3. «Основы конструирования и технологии телекоммуникационных систем»
4. «Техническая электродинамика»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### 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/<br/>индикатора<br/>компетенции</b> | <b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>  |
|--|---|
| ПК-2   | Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов                          |
| <i>ПК-2.1</i>  | <i>Знает правила работы с различными информационными системами и базами данных</i>  |
| <i>ПК-2.2</i>  | <i>Умеет работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием современных технических средств</i>  |
| <i>ПК-2.3</i>  | <i>Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования</i>   |
| ПК-5   | Способен осуществлять подготовку типовых технических проектов и первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на различные инфокоммуникационные объекты национальным и международным стандартам и техническим регламентам |
| <i>ПК-5.1</i>  | <i>Знает принципы системного подхода в проектировании систем связи (телекоммуникаций)</i>   |
| <i>ПК-5.2</i>  | <i>Знает современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение</i>   |
| <i>ПК-5.3</i>  | <i>Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации</i>   |
| <i>ПК-5.4</i>  | <i>Владеет навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами</i>   |
| СПК-2  | Способен выполнять расчет и проектирование устройств связи и их элементов с использованием компьютерных технологий моделирования и оптимизации  |
| <i>СПК-2.1</i>   | <i>Знает этапы разработки и основы расчета СВЧ устройств связи и способы моделирования объектов связи</i>   |
| <i>СПК-2.2</i>   | <i>Умеет использовать средства автоматизации проектирования сетей связи и их элементов</i>  |
| <i>СПК-2.3</i>   | <i>Владеет навыками создания библиотек элементов, оптимизации электрических схем, формирования 3D моделей проектируемых устройств</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                                | Пр, ач | ИКР, ач | СР, ач |
|-------|---|--------|---------|--------|
| 1     | Введение  | 1      |         |        |
| 2     | Особенности систем обозначений конструкторской документации | 3      |         | 10     |
| 3     | СВЧ структуры на микрополосковых линиях                     | 6      |         | 12     |
| 4     | Создание библиотечного элемента                             | 6      |         | 12     |
| 5     | Создание схемы электрической принципиальной                 | 6      |         | 12     |
| 6     | Компоновка и трассировка печатной платы                     | 12     |         | 26     |
| 7     | Создание трехмерной модели устройства                       | 6      |         | 12     |
| 8     | Создание чертежа печатной платы                             | 8      |         | 12     |
| 9     | Создание чертежей деталей                                   | 6      |         | 12     |
| 10    | Оформление документации на устройство                       | 4      |         | 10     |
| 11    | Заключение  | 2      | 1       | 1      |
|       | Итого, ач   | 60     | 1       | 119    |
|       | Из них ач на контроль                                       | 0      | 0       | 0      |
|       | Общая трудоемкость освоения, ач/зе                          |        | 180/5   |        |

#### 4.1.2 Содержание

| № п/п | Наименование темы дисциплины                                | Содержание   |
|-------|---|--|
| 1     | Введение  | Назначение и задачи дисциплины. Общее и индивидуальное задания на проектирование. Последовательность выполнения этапов проектирования и задействованное программное обеспечение. Особенности учебного пособия. Сравнение результатов моделирования полосового фильтра на микрополосковых линиях и экспериментальных данных, полученных на опытном образце. |
| 2     | Особенности систем обозначений конструкторской документации | Проработка списка конструкторской документации. Демонстрация составных частей изделия на примере опытного образца. Организация файловой структуры проекта. Создание схемы электрической структурной, особенности заполнения основной надписи и ее дополнительных граф, поиск необходимой информации в документации на микросхемы.                          |

| №<br>п/п | Наименование темы<br>дисциплины             | Содержание  |
|----------|---|---|
| 3        | СВЧ структуры на микрополосковых линиях     | Линейное моделирование: расчет ширины полоскового элемента с волновым сопротивлением 50 Ом, расчет порядка фильтра, создание схемы встречно-штыревого полосового фильтра или полосового фильтра на параллельно связанных резонаторах (в зависимости от варианта индивидуального задания), ручная и автоматическая оптимизация, статистический анализ. Электромагнитное моделирование.   |
| 4        | Создание библиотечного элемента             | Посадочное место для танталового конденсатора с типоразмером из варианта индивидуального задания, условное графическое обозначение полярного конденсатора с соблюдением требований ЕСКД, взаимосвязь между условным графическим обозначением и посадочным местом. Создание трехмерной модели корпуса танталового конденсатора и установочного чертежа.  |
| 5        | Создание схемы электрической принципиальной | Поиск необходимой информации в документации на различные компоненты (резисторы, конденсаторы, диоды и др.), расчет элементов схемы «токового зеркала», расчет параметрического стабилизатора напряжения, расчет токоограничивающего резистора для светодиода, расчет резисторов для обеспечения необходимого уровня напряжения на выходе микросхемы стабилизатора с подстраиваемым напряжением, проверка правильности организации соединений и заполнения атрибутов компонентов. Создание перечня элементов для схемы электрической принципиальной и перечня элементов к ней согласно требованиям ЕСКД. |
| 6        | Компоновка и трассировка печатной платы     | Разбор примера компоновки и трассировки небольшой печатной платы; переход от схемы электрической принципиальной к печатной плате; группировка компонентов по функциональному назначению; создание контура детали, закрывающей СВЧ-тракт; замена линий взаимосвязи между компонентами печатными проводниками; добавление монтажных и переходных отверстий; задание областей с отсутствием защитной паяльной маски; автоматическая проверка файла трассировки. Создание удостоверяющего листа для данных проектирования согласно требованиям ЕСКД.  |
| 7        | Создание трехмерной модели устройства       | Трехмерная модель печатного узла; расчет толщины и массы печатной платы; трехмерная модель детали, закрывающей СВЧ-тракт; трехмерная модель детали для крепления печатного узла и СВЧ-разъемов; создание крепежных отверстий под винты; проверка пересечений в трехмерных моделях и корректировка по ее результатам; добавление рисунков топологии печатной платы в трехмерную модель.  |

| № п/п | Наименование темы дисциплины          | Содержание   |
|-------|---------------------------------------|--|
| 8     | Создание чертежа печатной платы       | Простановка размеров и предельных отклонений, прорисовка структуры печатной платы, создание технических требований, добавление таблиц с информацией о слоях и параметрах конструкции печатной платы. Создание спецификации на печатный узел согласно требованиям ЕСКД с использованием перечня элементов на схему электрическую принципиальную. Создание сборочного чертежа на печатный узел согласно требованиям ЕСКД с использованием трехмерной модели и файла трассировки, добавление установочных чертежей компонентов. |
| 9     | Создание чертежей деталей             | Использование взаимосвязей с трехмерными моделями, добавление дополнительных видов, разрезов и выносных элементов, простановка размеров и предельных отклонений с учетом собираемости устройства и выполнения требования по высоте, расчет позиционных допусков осей крепежных отверстий, указание баз, проверка полноты простановки размеров.   |
| 10    | Оформление документации на устройство | Создание спецификации на устройство согласно требованиям ЕСКД с использованием трехмерной модели. Создание сборочного чертежа на устройство согласно требованиям ЕСКД, создание местного разреза, простановка номеров позиций. Представление трехмерной модели в pdf.  |
| 11    | Заключение                            | Оценка перспектив автоматизированного проектирования конструкций РЭС   |

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

| Наименование практических занятий  | Количество ауд. часов |
|--|-----------------------|
| 1. Список конструкторской документации. Схема электрическая структурная.                             | 4                     |
| 2. Моделирование СВЧ-фильтра.  | 6                     |
| 3. Библиотечный элемент, его трехмерная модель и установочный чертеж.                                | 6                     |
| 4. Схемы электрические принципиальная, соединений, перечень элементов.                               | 6                     |
| 5. Компоновка и трассировка печатной платы (начало).   | 6                     |
| 6. Компоновка и трассировка печатной платы (окончание). Удостоверяющий лист к данным проектирования. | 6                     |
| 7. Трехмерное моделирование устройства.  | 6                     |

| <b>Наименование практических занятий</b>                                  | <b>Количество ауд. часов</b> |
|---|------------------------------|
| 8. Чертеж печатной платы. Спецификация и сборочный чертеж печатного узла. | 8                            |
| 9. Чертежи деталей.   | 6                            |
| 10. Спецификация и сборочный чертеж устройства. Трехмерная модель.        | 6                            |
| <b>Итого</b>  | <b>60</b>                    |

#### **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 пройденно-

го материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

| <b>Текущая СРС</b>  | <b>Примерная<br/>трудоемкость, ач</b> |
|---|---------------------------------------|
| Работа с лекционным материалом, с учебной литературой   | 35                                    |
| Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)                 | 0                                     |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 0                                     |
| Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ   | 0                                     |
| Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям                                    | 14                                    |
| Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам  | 0                                     |
| Выполнение расчетно-графических работ   | 0                                     |
| Выполнение курсового проекта или курсовой работы  | 0                                     |
| 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 | 35                                    |
| Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену   | 35                                    |
| <b>ИТОГО СРС</b>  | <b>119</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 библи. |
|---------------------------|--|--------------------|
| Основная литература       |  |                    |
| 1                         | Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭС средствами современных САПР [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Проектирование и технология электронных средств" и специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" / И.Г.Мироненко, В.Ю.Суходольский, К.К.Холуянов и др.; Под ред. И.Г.Мироненко, 2002. -391 с.                                 | 150                |
| 2                         | Моделирование в сквозном проектировании функциональных узлов РЭС средствами САПР P-CAD 2001/2002 [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов 654300 "Проектирование и технология электронных средств" / [И.Г. Мироненко [и др.]], 2005. -63 с.  | 122                |
| 3                         | 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                |
| 4                         | Суходольский, Владислав Юрьевич. Altium Designer: сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 211000 "Конструирование и технология электрон. средств" / В. Ю. Суходольский, 2014. -560 с.   | 22                 |
| Дополнительная литература |  |                    |
| 1                         | Разевиг, Всеволод Данилович. Проектирование печатных плат в P-CAD 2001 [Текст] : монография / В.Д. Разевиг, 2003. -557 с.  | 26                 |
| 2                         | Малорацкий, Лев Германович. Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях [Текст] / Л.Г. Малорацкий, Л.Р. Явич, 1972. -232 с.   | 10                 |
| 3                         | Талалай, Павел Григорьевич. КОМПАС-3D V11 на примерах [Текст] / П.Г. Талалай, 2010. -616 с.  | 5                  |
| 4                         | Лопаткин А. Проектирование печатных плат в Altium Designer [Электронный ресурс], 2016. -400 с.   | неогр.             |
| 5                         | Лопаткин А. Проектирование печатных плат в системе Altium Designer [Электронный ресурс] : учебное пособие для практических занятий, 2017. -554 с.  | неогр.             |
| 6                         | Суходольский В. Altium Designer: проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах [Электронный ресурс] / В. Суходольский, 2010. -480 с.  | неогр.             |

| № п/п | Название, библиографическое описание   | К-во экз. в библ. |
|-------|--|-------------------|
| 7     | Суходольский В. Ю. Altium Designer: сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах [Электронный ресурс] / В. Ю. Суходольский, 2014. -560 с. | неогр.            |

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

| № п/п | Электронный адрес  |
|-------|--|
| 1     | Altium Designer Documentation <a href="https://www.altium.com/ru/documentation/%20altium-designer/">https://www.altium.com/ru/documentation/%20altium-designer/</a>                        |
| 2     | Основы работы в Microwave Office 2002 (на примерах) <a href="https://eurointech.ru/education/selftraining/awr_mwo/">https://eurointech.ru/education/selftraining/awr_mwo/</a>              |
| 3     | Altium Designer -цикл статей Владимира Прановича <a href="https://eurointech.ru/education/selftraining/altium_designer/">https://eurointech.ru/education/selftraining/altium_designer/</a> |
| 4     | Справочные таблицы и технологии производства <a href="https://www.rezonit.ru/support">https://www.rezonit.ru/support</a>   |

## 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10419>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Инженерный дизайн» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

#### Дифференцированный зачет

| Оценка              | Количество баллов | Описание  |
|---------------------|-------------------|---|
| Неудовлетворительно | 0 – 51            | теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий  |
| Удовлетворительно   | 52 – 67           | теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки   |
| Хорошо              | 68 – 84           | теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками |
| Отлично             | 85 – 100          | теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному  |



## Особенности допуска

Допуск к дифф. зачету: выполнение практических работ, защита отчетов на коллоквиумах.

К правилам формирования оценки относятся:

1. Занятия до защиты.

1.1. Если основной этап проектирования (или его часть) выполнен вне аудиторных занятий, то он полностью не засчитывается. Бригада может выполнить его заново в аудитории до дня защиты без бонусных баллов.

Исключения: любые расчеты, этапы № 1 и 2, оформление отчета.

1.2. Преподаватель путем индивидуальной беседы разбирает с каждым студентом все возникшие затруднения и ошибки, возникшие при выполнении этапов проектирования в течение аудиторных занятий, а также дает необходимые разъяснения. При этом студенту должна быть предоставлена возможность самому понять причину возникшей проблемы и разобраться в ней, что достигается путем наводящих вопросов или указания мест в электронном учебном пособии с разъяснениями.

Максимальное количество подходов преподавателя по решению одной проблемы не должно быть больше трех.

Умалчивать о найденных ошибках преподавателю не допускается.

Найденные и исправленные ошибки до дня защиты в штрафных баллах не учитываются.

1.3. Дополнительные этапы проектирования преподавателем проверяются только на защите.

1.4. Передача отчета на проверку до дня защиты не допускается.

1.5. В конце пятой и десятой недели преподаватель высылает таблицу с баллами и их расшифровкой по каждому студенту в группе.

1.6. Студенту до проведения защиты необходимо самостоятельно позаботиться об устранении долгов, связанных с пропуском занятий или с медленной скоро-

стью выполнения этапов проектирования, и о повышении своей оценки с помощью выполнения дополнительных этапов проектирования.

Если один из студентов бригады полностью пропустил основной этап проектирования, то он самостоятельно может выполнить его в аудитории до дня защиты.

## 2. Защита.

2.1. В день защиты каждой бригаде необходимо принести на проверку готовый отчет, содержащий по всем выполненным этапам требуемые в соответствующих разделах пособия результаты (выводы, расчеты, графики и пр.).

Если основной этап проектирования, на котором выполнение задания остановилось, был выполнен частично, то в отчете должно быть представлено все, что по нему было сделано. Иначе этап полностью не засчитывается.

Формулировки «не знал», «забыл», «не прочитал», «отсутствовал», «не распечаталось», «не получилось» и подобные не рассматриваются.

Исключение – выполненные в присутствии преподавателя КД из основных этапов проектирования. Их можно донести в течение дня защиты до выставления оценки в ведомость и зачетную книжку.

2.2. Одинаковые дополнительные этапы проектирования не засчитываются всем студентам без выявления оригиналов и копий.

Кроме того, преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов по выполнению этих этапов. Если студент не может ответить (или отвечает неправильно), то такие этапы ему не засчитываются.

2.3. Переделка отдельных этапов или их корректировка, а также выполнение любых этапов проектирования в день защиты не допускается.

Исключение – п. 2.8.

2.4. Просмотр (фотографирование) проверенных преподавателем отчетов до окончания защиты или вынос их за пределы аудитории (или фотографирование) после защиты не допускается.

Исключения – пп. 3.1 и 4.1.

2.5. Использование смартфонов, телефонов и прочих средств связи во время ответов на вопросы по отчету не допускается.

2.6. При ответах на вопросы по отчету принимается первый данный студентом ответ. Допускается уточнение вопроса преподавателем.

2.7. При ответах на вопросы по отчету подсказки не допускаются.

При первой подсказке делается предупреждение и из аудитории уходят все студенты, получившие оценки, а остальные отходят от стола преподавателя. Также у отвечающего в данный момент студента осуществляется принудительная замена вопроса.

При второй подсказке до конца дня защиты преподаватель общается с каждым студентом без посторонних. При отказе покинуть аудиторию назначается штрафной балл подсказавшему с постепенным увеличением его значения ( $-0,1$ ;  $-0,5$ ;  $-1$ ;  $-2$ ). Также у отвечающего в данный момент студента осуществляется принудительная замена вопроса.

2.8. Если по итогам защиты до получения ближайшей более высокой оценки не хватает  $0,1$  балла и менее, то в присутствии преподавателя студент в день защиты в одиночку (даже если была бригада из двух человек) может выполнить необходимое количество дополнительных этапов проектирования, которые не были сделаны его бригадой ранее, для достижения требуемого порога оценки. При любой подсказке или попытке списать делается предупреждение. При втором предупреждении студенту выставляется оценка, которую он получил до начала выполнения дополнительных этапов проектирования.

2.9. Если студент пропускает защиту по уважительной причине, то об этом ему необходимо сообщить преподавателю лично или через других студентов до окончания дня защиты.

В противном случае студент отправляется на первую пересдачу, а при проверке отчета выполненные на аудиторных занятиях основные этапы проектирования будут засчитываться с коэффициентом  $0,7$ .

2.10. Каждый студент может письменно сформулировать свое мнение о дис-

циплине (организация и проведение занятий, возникшие трудности при выполнении проектирования, степень заинтересованности, система выставления оценок, различные пожелания и т. п.) в свободной форме или в соответствии с вопросами, выданными преподавателем.

Отзыв должен быть уникальным, подписанным, с пояснениями и объемом не менее половины листа формата А4 с размером шрифта № 14.

Отзывы могут быть полностью прочитаны преподавателем только после выставления оценки. Они не могут быть переданы другим лицам, а их содержание не может повлиять на отношение преподавателя к студенту. Преподаватель может использовать полученную информацию исключительно в обезличенном виде для возможных корректировок учебного процесса.

Наличие отзыва позволяет студенту заменить один из вопросов по отчету на защите (возможность второй замены приведена в прил. В).

2.11. Спорные ситуации решаются через кафедру или деканат.

3. Первая пересдача.

3.1. Если после этапа «защиты» студент получил оценку «неудовлетворительно», то ему отдается его отчет, и за время до назначенного дня первой пересдачи он должен выполнить хотя бы один ранее полностью не выполненный дополнительный этап проектирования (иначе начисляется штраф 0,15 балла).

Допускается выполнение полностью не выполненных основных этапов проектирования с коэффициентом 0,2, при этом минимальное количество всех основных этапов проектирования в отчете для пересдачи – 8.

Копии этапов проектирования не засчитываются (также см. п. 2.2).

Если на пересдачу уходят два студента из одной бригады, то этапы проектирования выполняются ими совместно.

3.2. Максимальная оценка, которую можно получить по результатам первой пересдачи, – «хорошо».

3.3. На первой пересдаче после проверки отчета и выставления нового предварительного итога (исходный балл – балл, полученный после защиты) студенту

в обязательном порядке задаются вопросы по отчету (ранее отвеченные вопросы по отчету заменяются).

Минимальное количество вопросов по отчету – 7.

Максимальное количество вопросов по отчету должно позволить получить суммарный балл 2,5 при правильных ответах на все вопросы.

Варианты баллов за каждый ответ: «+0,1», «0», «-0,1».

При ответах на вопросы допускается сделать две замены.

Оценка выставляется в соответствии с табл. Д.1.

Если студент получает оценку «неудовлетворительно», то по согласованию с кафедрой (деканатом) может быть назначена вторая пересдача.

4. Вторая пересдача.

4.1. До назначенного дня второй пересдачи студент забирает свой отчет, а также вытягивает семь билетов с теоретическими вопросами по контрольной работе (ранее отвеченный билет заменяется).

Минимальное количество основных этапов проектирования для пересдачи – 8 (коэффициент за любые выполненные этапы – 0).

4.2. Максимальная оценка, которую можно получить по результатам второй пересдачи, – «удовлетворительно».

4.3. На второй пересдаче студенту задается равное количество вопросов по теории и отчету (ранее отвеченные вопросы по отчету заменяются).

При ответах можно пользоваться только своим отчетом без каких-либо пометок, относящихся к ответам на теоретические вопросы.

Общее количество вопросов рассчитывается как минимальное их количество, позволяющее получить суммарный балл 2,5 при всех правильных ответах (исходный балл – балл, полученный после первой пересдачи), округленное до ближайшего четного целого числа в большую сторону.

Варианты баллов за каждый ответ: «+0,1» и «0».

При ответах на вопросы допускается сделать две замены.

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

### Примерные вопросы к дифф.зачету

| № п/п | Описание   |
|-------|--|
| 1     | Что такое сборочная единица по ГОСТ 2.101-68?  |
| 2     | Перечислите стадии разработки изделий  |
| 3     | Что такое литера? Приведите примеры литер на разных стадиях проектирования.  |
| 4     | Приведите схему составления обозначения изделия и основного КД по основной структуре системы обозначения                                     |
| 5     | Что понимается под полным комплектом КД?   |
| 6     | Каким образом на схеме электрической структурной обозначить большое количество функциональных частей?  |
| 7     | Что такое децибел-милливатт? Как осуществить перевод в милливатты и обратно?   |
| 8     | Сколько уровней ослабления есть у микросхемы аттенюатора с тремя управляющими входами?   |
| 9     | Перечислите основные классы фильтров   |
| 10    | Что такое полоса задерживания фильтра?   |
| 11    | Чем обусловлен переход от сосредоточенных индуктивностей и емкостей к элементам с распределенными параметрами на СВЧ?                        |
| 12    | Можно ли по АЧХ фильтра сделать вывод о его порядке? Обоснуйте ответ.  |
| 13    | Особенности методов оптимизации Random (Global) и Random (Local).  |
| 14    | Для чего используется электромагнитное моделирование?  |
| 15    | Что такое УГО? Какие их типы применяют при выполнении схем?  |
| 16    | Что понимается под эскизом при создании 3D-модели? Виды кон-туров в эскизе и их назначение.  |
| 17    | Назовите возможные основные виды на чертеже  |
| 18    | Что такое схема принципиальная (полная)?   |
| 19    | Как присвоить позиционные обозначения, если на схеме изделия есть функциональные группы и элементы, не входящие в эти функциональные группы? |
| 20    | Как записать в перечень элементов элементы одного типа с одинаковыми параметрами и последовательными порядковыми номерами?                   |
| 21    | Особенности трассировки трасс высокочастотных сигналов на ПП.  |
| 22    | Для чего свободные области ПП заполняют земляным полигоном?  |
| 23    | Какие типы размеров существуют в КОМПАС-3D в параметрическом режиме?   |
| 24    | Что должен содержать сборочный чертеж?   |
| 25    | Перечислите три вида монтажа   |
| 26    | Перечислите методы изготовления ПП.  |

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      | Особенности систем обозначений конструкторской документации | Практическая работа |
| 2      | СВЧ структуры на микрополосковых линиях                     | Практическая работа |
| 3      | Создание библиотечного элемента                             | Практическая работа |
| 4      | Создание схемы электрической принципиальной                 | Практическая работа |
| 5      | Компоновка и трассировка печатной платы                     |                     |
| 6      |   | Практическая работа |
| 7      | Создание трехмерной модели устройства                       | Практическая работа |
| 8      | Создание чертежа печатной платы                             | Практическая работа |
| 9      | Создание чертежей деталей                                   | Практическая работа |
| 10     | Оформление документации на устройство                       | Коллоквиум          |

### 6.4 Методика текущего контроля

Процесс выставления оценки начинается с первого занятия, продолжается до окончания защиты и состоит из пяти частей:

- формирование предварительного балла;
- формирование бонусных баллов;
- формирование штрафных баллов;
- подсчет предварительного итога;
- перевод баллов в оценку.

**Предварительный балл.** Предварительный балл получается суммированием баллов за выполненные основные этапы проектирования с учетом коэффициентов участия (подробнее см. в прил. Б).

Максимальный предварительный балл – 5,0 (см. табл. 2.2 из электронного учебного пособия на с. 32 и 33).

**Бонусные баллы.** Бонусные баллы назначаются за работу на занятиях и за выполнение дополнительных этапов проектирования. Данные баллы прибавляются к значению предварительного балла.



Максимальный бонусный балл за работу на занятиях ограничен значением 0,5 (см. прил. В).

Максимальный бонусный балл за дополнительные этапы проектирования – 1,5 (см. табл. 2.3 из электронного учебного пособия на с. 34).

**Штрафные баллы.** Штрафные баллы назначаются за ошибки, допущенные в представленном на защиту отчете.

Для основных этапов проектирования штрафные баллы вычитаются из предварительного балла и бонусных баллов за работу на занятиях, для дополнительных этапов проектирования – из соответствующих бонусных баллов. Максимальные их значения не могут быть больше значений, указанных для каждой группы этапов проектирования.

Виды и правила назначения штрафных баллов приведены в прил. Г.

**Предварительный итог.** Предварительный итог представляет собой сумму предварительного балла, всех бонусных и штрафных баллов.

**Оценка.** Определение оценки по значению предварительного итога осуществляется в соответствии с прил. Д.

#### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, 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  |
|------------------------|--------------------------------------|--|--|
| Практические занятия   | Компьютерный класс                   | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска, проектор, экран. Класс персональных компьютеров по количеству обучаемых. | 1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) AltiumDesigner; 4)Microwave Office; 5) Компас-3D |
| 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;<br>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> |
|--------------|-------------|---|---|--|------------------------|
| 1            | 20.05.2020  | Программа актуальна, изменения не требуются | 20.05.2020, протокол № 3                    | доцент,<br>к.т.н., доцент В.Ю. Приходько |                        |
| 2            | 20.04.2021  | Программа актуальна, изменения не требуются | 20.04.2021, протокол № 2                    | доцент,<br>к.т.н., доцент В.Ю. Приходько |                        |
| 3            | 29.03.2022  | Программа актуальна, изменения не требуются | 29.03.2022, протокол № 3                    | доцент,<br>к.т.н., доцент В.Ю. Приходько |                        |