

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 26.06.2023 13:33:40  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Ремонт и техническое обслужи-  
вание медицинской техники»



**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**

**«ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА»**

**для подготовки бакалавров**

**по направлению**

**12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»**

**по профилю**

**«Ремонт и техническое обслуживание медицинской техники»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Анисимов А.А.

доцент, к.б.н. Сергеев Т.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БТС

14.05.2019, протокол № 3

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФИБС, 30.05.2019, протокол № 9

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

|  |      |
|--|------|
| Обеспечивающий факультет   | ФИБС |
| Обеспечивающая кафедра   | БТС  |
| Общая трудоемкость (ЗЕТ)   | 4    |
| Курс   | 4    |
| Семестр  | 7    |
| <b>Виды занятий</b>  |      |
| Лекции (академ. часов)   | 17   |
| Лабораторные занятия (академ. часов)                             | 17   |
| Практические занятия (академ. часов)                             | 34   |
| Иная контактная работа (академ. часов)                           | 3    |
| Все контактные часы (академ. часов)                              | 71   |
| Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов) | 73   |
| Всего (академ. часов)  | 144  |
| <b>Вид промежуточной аттестации</b>                              |      |
| Дифф. зачет (семестр)  | 7    |
| Курсовая работа (семестр)  | 7    |

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА»**

Дисциплина посвящена изучению принципов работы различных аналоговых, импульсных и цифровых схем: усилителей сигналов с использованием дискретных транзисторов, различных схем на операционных усилителях, аналоговых таймерах, цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователях, микросхемах простейшей цифровой логики. Рассмотрены вопросы, связанные с объединением простейших схем в более сложные устройства. Изучение материала на теоретическом уровне подкреплено практикой при выполнении типовых расчётов на практических занятиях и лабораторных работах.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«ELECTRONICS AND MICROPROCESSOR TECHNOLOGY»**

Discipline is devoted to the study of the principles of operation of various analog, pulse and digital circuits: signal amplifiers using discrete transistors, various circuits on operational amplifiers, analog timers, digital-to-analog and analog-to-digital converters, chips of simple digital logic. Issues related to the integration of the simplest circuits into more complex devices are considered. The study of the material at the theoretical level is supported by the practice of performing standard calculations for laboratory works.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. При изучении дисциплины обучающиеся получают теоретические знания принципов работы основных электронных устройств, построения типовых схем аналоговых и цифровых устройств, практические навыки расчета и проектирования устройств формирования, обработки и передачи аналоговых и цифровых сигналов.

2. Задачи дисциплины:

Формирование навыков экспериментальных исследований электрических характеристик аналоговых и цифровых устройств, проведения расчетов принципиальных электрических схем электронных устройств.

Формирование умения применять методы расчета электронных устройств при решении практических задач разработки и исследования аналоговых и цифровых устройств.

Освоение методов расчета и проектирования аналоговых и цифровых устройств и исследования их электрических характеристик, в том числе с применением специализированных программных пакетов схемотехнического моделирования, овладение навыками исследования электрических характеристик электронных устройств с применением специализированной измерительной техники.

3. Знание принципов работы основных электронных устройств, методов расчета и проектирования устройств формирования, обработки и передачи аналоговых и цифровых сигналов. Знание типовых схем аналоговых и цифровых устройств.

4. Умение применять методы расчета электронных устройств при решении практических задач разработки и исследования аналоговых и цифровых устройств.

5. Навыки расчета и проектирования аналоговых и цифровых устройств и исследования их электрических характеристик, в том числе с применением специализированных программных пакетов схемотехнического моделирования, овладение навыками исследования электрических характеристик электронных устройств с применением специализированной измерительной техники.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Физика»
2. «Теоретические основы электротехники»
3. «Элементная база электроники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))»
2. «Медицинские микропроцессорные системы»
3. «Производственная практика (производственно-технологическая)»
4. «Отображение информации и инженерная психология»
5. «Системы автоматизированного проектирования и конструирования медицинской техники»
6. «Узлы и элементы медицинской техники»

### 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-3   | Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования |
| <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 | Лаб, ач | ИКР, ач | СР, ач |
|-------|---|---------|--------|---------|---------|--------|
| 1     | Введение  | 1       | 0      | 0       |         | 2      |
| 2     | Усилители   | 1       | 2      | 1       |         | 4      |
| 3     | Режимы работы биполярного транзистора                                       | 1       | 1      | 1       |         | 5      |
| 4     | Виды включения биполярных транзисторов                                      | 1       | 2      | 1       |         | 6      |
| 5     | Частотные характеристики каскада на полевых транзисторах                    | 1       | 1      | 0       |         | 3      |
| 6     | Двухкаскадные усилители   | 1       | 2      | 0       |         | 6      |
| 7     | Режимы работы усилителей  | 1       | 1      | 2       |         | 2      |
| 8     | Виды обратной связи в электронных устройствах                               | 1       | 2      | 1       |         | 5      |
| 9     | Управляемые генераторы постоянного тока на транзисторах                     | 1       | 1      | 2       |         | 5      |
| 10    | Замена резистивной нагрузки каскада усиления на динамическую                | 1       | 1      | 0       |         | 2      |
| 11    | Многокаскадные усилители  | 1       | 2      | 1       |         | 5      |
| 12    | Операционные усилители  | 1       | 4      | 2       |         | 6      |
| 13    | Фильтры   | 1       | 2      | 2       |         | 5      |
| 14    | Компараторы   | 1       | 1      | 0       |         | 4      |
| 15    | Генераторы треугольных и прямоугольных импульсов на операционных усилителях | 1       | 2      | 2       |         | 4      |
| 16    | Генераторы синусоидальных колебаний (LC, RC)                                | 1       | 4      | 2       |         | 5      |
| 17    | Основы цифровой электроники и микропроцессорной техники                     | 1       | 6      | 0       |         | 4      |
| 18    | Заключение  | 0       | 0      | 0       | 3       | 0      |
|       | Итого, ач   | 17      | 34     | 17      | 3       | 73     |
|       | Из них ач на контроль   | 0       | 0      | 0       | 0       | 0      |
|       | Общая трудоемкость освоения, ач/зе  | 144/4   |        |         |         |        |

## 4.1.2 Содержание

| № п/п | Наименование темы дисциплины                                 | Содержание  |
|-------|--|---|
| 1     | Введение   | Классификация электронных устройств. Методы анализа схем. Компьютерное схемотехническое моделирование. Сквозное проектирование электронных схем.  |
| 2     | Усилители  | Принципы работы электронного усилителя. Делитель напряжения, задание рабочей точки.   |
| 3     | Режимы работы биполярного транзистора                        | Активный режим, режим насыщения, режим отсечки биполярного транзистора.   |
| 4     | Виды включения биполярных транзисторов                       | Три вида включения биполярных транзисторов. Работа каскада на би-полярных транзисторах с общим эмиттером, общим коллектором (эмиттерный повторитель), общей базой. Их аналоги на униполярных транзисторах и вакуумных лампах.   |
| 5     | Частотные характеристики каскада на полевых транзисторах     | Амплитудно-частотная характеристика каскада на полевых транзисторах, фазовые характеристики.  |
| 6     | Двухкаскадные усилители                                      | Схемы двухкаскадного усилителя на активных усилительных элементах (биполярные транзисторы, полевые транзисторы, биполярные транзисторы с изолированным затвором) с различными типами проводимости.  |
| 7     | Режимы работы усилителей                                     | Классификация усилителей по режимам работы. Усилители класса А, В, С, задание рабочей точки. Виды ключевых режимов работы усилителей: усилители класса D, E, F.   |
| 8     | Виды обратной связи в электронных устройствах                | Отрицательная и положительная обратная связь. Различные виды обратной связи на примере двухкаскадных усилителей различной конфигурации.   |
| 9     | Управляемые генераторы постоянного тока на транзисторах      | Принцип работы источников постоянного тока, базовая схема источника тока на биполярном транзисторе. Простое токовое зеркало, токовое зеркало Уилсона.   |
| 10    | Замена резистивной нагрузки каскада усиления на динамическую | Различие между резистивной и динамической нагрузкой, динамическая нагрузка в схемах усилителей на биполярных транзисторах.  |
| 11    | Многокаскадные усилители                                     | Балансные каскады, схема сопряжения каскадов.   |
| 12    | Операционные усилители                                       | Операционные усилители, основные параметры. Стабилизация коэффициента усиления операционного усилителя за счёт отрицательной обратной связи. Основные схемы включения операционного усилителя (инвертирующее, неинвертирующее, сумматор, дифференциальный усилитель, интегратор). |
| 13    | Фильтры  | Виды частотных пассивных фильтров, общий вид передаточной функции и основные параметры. Интеграторы, дифференциаторы, фазовый контур на операционном усилителе.   |

| № п/п | Наименование темы дисциплины  | Содержание  |
|-------|---|---|
| 14    | Компараторы   | Компараторы без гистерезиса и с гистерезисом на основе операционно-го усилителя. Триггер Шмитта.  |
| 15    | Генераторы треугольных и прямоугольных импульсов на операционных усилителях | Классический релаксационный RC-генератор на базе операционного усилителя, изменение скважности импульсов. Генератор треугольных колебаний на основе триггера Шмитта и интегратора, изменение амплитуды сигнала.   |
| 16    | Генераторы синусоидальных колебаний (LC, RC)                                | Мостовые генераторы Вина на основе операционного усилителя, автоматическая регулировка коэффициента усиления. Генератор на основе операционного усилителя, стабилизированного LC-контуром.  |
| 17    | Основы цифровой электроники и микропроцессорной техники                     | Классификация цифровых устройств. Основные электрические характеристики. Понятия активного и третьего состояний. Типовые схемы логических устройств, реализованных на базовых элементах цифровой техники.<br>Типовые схемы триггерных устройств. Логические функции и таблицы состояния триггерных устройств. Асинхронные и тактируемые триггерные устройства. Многотактные триггеры.<br>Типовые схемы счетчиков. Параллельные и последовательные счетчики. Реверсивные счетчики. Счетчики с предустановкой кода. Синхронные и асинхронные двоичные и двоично-десятичные счетчики. Типовые схемы регистров. Параллельные, последовательные и последовательно-параллельные регистры. Режимы работы регистра сдвига. Регистры как устройства хранения цифровой информации.<br>Формирователи одиночных и периодических импульсов на основе элементов цифровой техники. Цифровые генераторы сигналов произвольной формы. Принцип работы. Основные характеристики. |
| 18    | Заключение  | Основные тенденции развития аналоговой и цифровой электроники. Проблемы повышения быстродействия электронных устройств и снижения электропотребления. Проблемы улучшения шумовых характеристик и надежности работы электронных устройств.   |

## 4.2 Перечень лабораторных работ

| Наименование лабораторной работы                                 | Количество ауд. часов |
|--|-----------------------|
| 1. Изучение работы каскада с общим эмиттером                     | 2                     |
| 2. Изучение базовых схем источников тока                         | 1                     |
| 3. Классы усилителей на биполярных транзисторах                  | 1                     |
| 4. Изучение базовых принципов работы дифференциального усилителя | 2                     |

| <b>Наименование лабораторной работы</b>   | <b>Количество ауд. часов</b> |
|---|------------------------------|
| 5. Разработка модели простейшего операционного усилителя на биполярных транзисторах | 3                            |
| 6. Изучение базовых схем на операционных усилителях                                 | 3                            |
| 7. Изучение свойств активных фильтров на операционных усилителях.                   | 2                            |
| 8. Изучение релаксационных генераторов прямоугольных и треугольных импульсов        | 1                            |
| 9. Изучение генераторов синусоидальных колебаний на базе операционных усилителей    | 1                            |
| 10. Исследование таймера 555 серии.   | 1                            |
| Итого   | 17                           |

### 4.3 Перечень практических занятий

| <b>Наименование практических занятий</b>  | <b>Количество ауд. часов</b> |
|---|------------------------------|
| 1. Принципы работы электронного усилителя   | 3                            |
| 2. Работа каскада на биполярных транзисторах с общим эмиттером, общим коллектором и общей базой                 | 4                            |
| 3. Схемы двухкаскадного усилителя на активных усилительных элементах на биполярных, полевых и IGBT транзисторах | 4                            |
| 4. Виды обратной связи в электронных устройствах  | 3                            |
| 5. Генераторы постоянного тока на биполярных и полевых транзисторах   | 4                            |
| 6. Общая схема сопряжения каскадов на транзисторах  | 2                            |
| 7. Основные параметры операционных усилителей   | 5                            |
| 8. Интеграторы и дифференциаторы на операционных усилителях   | 3                            |
| 9. LC и RC генераторы синусоидальных колебаний  | 4                            |
| 10. Компенсационные стабилизаторы напряжения  | 2                            |
| Итого   | 34                           |

### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Целью курсовой работы является формирование у студентов навыков разработки аналогового устройства медицинского назначения с использованием современной элементной базы, обоснования выбора и разработка структурной схемы устройства, обоснование задания уровней сигналов на входах и выходах элементов устройства, обоснование выбора принципиальной схемы и выбора элементов принципиальной схемы, расчета элементов принципиальной схемы, разработка источника питания аналогового устройства..

Содержание работы (проекта): В рамках выполнения курсовой работы студенты осваивают методы системного подхода и приёмы нахождения технических решений при проектировании электронных систем, предназначенных для решения разнообразных практических задач в рамках потенциально противоречивых технических ограничений. Изучаются общие понятия, подходы, свойства, классификация, методология формирования и оптимизация архитектуры электронных систем, подсистем и элементов с учётом и на базе современной структуры серийных электронных компонентов. Во время выполнения курсовой работы уделяется необходимое внимание методологии аналитико-имитационного расчёта и исследования характеристик электронных систем в целом, а также её подсистем и элементов с использованием современной программы схемотехнического моделирования Microcap 12. Даются необходимые сведения по этапам проектирования и сопроводительной документации, формируемой на каждом этапе проектируемых систем с учётом возможностей современных средств автоматизированного проектирования и быстрого прототипирования. Курсовая работа выполняется в соответствии с техническим заданием, которое утверждается преподавателем для каждого студента индивидуально, и состоит из пяти основных разделов:

1. Обоснование выбора структурной схемы аналогового устройства и его элементов;
2. Расчёт необходимых элементов и цепей электронного устройства (теоретический расчёт);
3. Моделирование разработанного устройства в программе схемотехнического моделирования Microcap 12 (имитационное моделирование);
4. Сборка макета устройств на отладочном стенде NI Elvis с использованием реальных электронных компонентов, его отладка (макетирование);
5. Анализ характеристик разработанного устройства, выводы о проделанной работе.

Пояснительная записка по курсовой работе оформляется по указанным разде-

лам в соответствии с требованиями к оформлению курсовых работ и шаблоном, выложенным на официальном сайте СПбГЭТУ ЛЭТИ в разделе ”Бланки заявлений и шаблоны для обучающихся” (<https://etu.ru/ru/studentam/dokumenty-dlya-ucheby/blanki-zayavlenij-i-shablony-dlya-obuchayushhihsya>). Курсовая работа выполняется каждым студентом в течение всего семестра, разделы предоставляются преподавателю на проверку по мере выполнения на практических занятиях, оформленный по шаблону итоговый отчёт должен быть представлен к защите не позднее недели, предшествующей зачётной. Для допуска к защите курсовая работа должна быть выполнена строго по шаблону и включать все указанные в содержании разделы, иметь объём не менее 15 страниц, список использованных источников - не менее 5.

Требования к защите и критерии оценивания курсовой работы представлены в пункте 6.4..

Темы:

| № п/п | Название темы  | Перевод темы  |
|-------|--|---|
| 1     | Разработка преобразователя напряжение – частота на ОУ                                  | Development of a voltage-frequency converter on Op-Amp            |
| 2     | Разработка схемы импульсного понижающего DC/DC преобразователя на дискретных элементах | Circuit design of step-down DC/DC converter on discrete elements  |
| 3     | Разработка схемы транзисторного усилителя мощности низкой частоты                      | Development of a low frequency transistor power amplifier circuit |

#### 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                                       | 10                         |
| Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях) | 0                          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 10                         |
| Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ                                     | 0                          |

| <b>Текущая СРС</b>  | <b>Примерная<br/>трудоемкость, ач</b> |
|---|---------------------------------------|
| Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям                                    | 15                                    |
| Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам  | 10                                    |
| Выполнение расчетно-графических работ   | 0                                     |
| Выполнение курсового проекта или курсовой работы  | 20                                    |
| 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   | 8                                     |
| <b>ИТОГО СРС</b>  | <b>73</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                         | Хоровиц, Пауль. Искусство схемотехники [Текст] / П. Хоровиц, У. Хилл ; пер. с англ. Б.Н. Бронина [и др.], 2003. -704 с.  | 33                |
| 2                         | Титце, Ульрих. Полупроводниковая схемотехника [Текст] : в 2 т. : пер. с нем. -(Схемотехника). Т. 2, 2008. -941 с.  | 30                |
| 3                         | Анисимов, Алексей Андреевич. Основы медицинской электроники [Текст] : учеб. пособие / А. А. Анисимов, А. В. Белов, Т. В. Сергеев, 2021. -111 с.  | 60                |
| 4                         | Быстров, Юрий Александрович. Схемотехника [Текст] : лаб. практикум / Ю.А. Быстров, Е.А. Колгин, Д.К. Кострин, 2009. -108 с.  | 99                |
| 5                         | Джонс, Мартин Хартли. Электроника -практический курс [Текст] : учебное пособие / М.Х. Джонс; Пер. с англ. Е.В.Воронова, А.Л.Ларина, 1999. -527 с.  | 48                |
| 6                         | Гусев, Владимир Георгиевич. Электроника и микропроцессорная техника [Текст] : учеб. для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Биомедицинская инженерия" по направлению подгот. дипломиров. специалистов "Биомедицинская техника" / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев, 2013. -798 с.        | 24                |
| Дополнительная литература |  |                   |
| 1                         | Ревич, Юрий Всеволодович. Занимательная электроника [Текст] / Ю. В. Ревич, 2016. -576 с.   | 4                 |
| 2                         | 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               |
| 3                         | Фрике, Клаус. Вводный курс цифровой электроники [Текст] : учеб. пособие в обл. проектирования цифровых интегральных схем / К. Фрике ; пер. с нем. под ред. и с доп. В.Я. Кремлева, 2004. -428 с.   | 5                 |

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

| № п/п | Электронный адрес  |
|-------|--|
| 1     | Программа Microcap 12 / Spectrum <a href="http://www.spectrum-soft.com/download/download.shtm">http://www.spectrum-soft.com/download/download.shtm</a> |
| 2     | САПР Дельта-дизайн / Eremex <a href="https://www.aremex.ru/products/delta-design/">https://www.aremex.ru/products/delta-design/</a>                    |

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11354>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Электроника и микропроцессорная техника» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

| <b>Оценка</b>       | <b>Описание</b>   |
|---------------------|---|
| 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 дифф. зачёту с оценкой обучающиеся получают при выполнении следующих обязательных условий: защита курсовой работы, защита отчетов не менее 5 лабораторных работ на коллоквиумах, написание трёх контрольных работ, посещение не менее 60% занятий по всем видам подготовки (лекционные, лабораторные и практические занятия).

Дифференцированный зачёт выставляется на основе оценок, полученных при защите лабораторных работ и написании контрольных работ, с учётом посещаемости.

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

### Вопросы к дифф.зачету

| № п/п | Описание  |
|-------|---|
| 1     | Базовый принцип работы усилителя (нужно уметь раскрыть принцип работы схемы в общем виде).  |
| 2     | Основные схемы включения транзисторов (с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой). Усиление каждой из схем по току и напряжению.  |
| 3     | Основные режимы работы транзисторов (отсечки, линейный, насыщения).   |
| 4     | Каскад с общим эмиттером. Входные и выходные параметры каскада (сопротивление, усиление по мощности). Расчёт рабочей точки, коэффициента усиления. Стабилизация рабочей точки при помощи тока базы, напряжения на базе. |
| 5     | Задача на расчёт элементов схемы (на NPN или PNP транзисторах).   |
| 6     | Каскад с общим коллектором. Входные и выходные параметры каскада (сопротивление, усиление по мощности). Расчёт рабочей точки.   |
| 7     | Транзисторный источник тока. Базовая схема с одним транзистором, её основные недостатки.  |
| 8     | Токовое зеркало. Базовый вариант, схема, принцип работы, основные недостатки. Токовое зеркало Уилсона, основные преимущества схемы.   |
| 9     | Задача на расчёт элементов схемы (на NPN или PNP транзисторах).   |
| 10    | Классы работы усилительных каскадов (А, В, АВ и D). Достоинства и недостатки каждого из классов усилителей.   |
| 11    | Двухтактный эмиттерный повторитель. Схема, принцип работы, удаление переходных искажений.   |
| 12    | Отрицательная обратная связь в усилителе с общим эмиттером, принцип действия ООС  |
| 13    | Общие сведения об операционных усилителях, правила расчета схем на ОУ   |

|    |   |
|----|---|
| 14 | Характеристики идеального ОУ, отличия реальных характеристик ОУ от идеальных  |
| 15 | Отрицательная и положительная обратная связь, вывод формул, влияние ООС на работу ОУ .                                    |
| 16 | Основные схемы включения ОУ, инвертирующий и неинвертирующий усилители, повторитель, дифференциальный усилитель, сумматор |
| 17 | Интеграторы и дифференциаторы, схемы и принципы работы  |
| 18 | Компараторы, принцип работы. Триггер Шмитта, схема, принцип работы  |
| 19 | Условия баланса амплитуд и баланса фаз, их физический смысл   |
| 20 | Релаксационный генератор, схема, принцип работы   |
| 21 | Генератор на мосте Вина, схема, методы стабилизации коэффициента усиления   |
| 22 | RC-генератора с фазосдвигающей цепью. Схема, принцип работы.  |
| 23 | Классическая схема аналогового таймера 555 серии. Принцип работы, базовая схема генератора.                               |
| 24 | Фильтры на основе топологии Саллена и Ки  |
| 25 | Двойной Т-образный фильтр – пробка. Схема, расчёт частоты режекции.   |
| 26 | Цифро-аналоговые преобразователи. Основные типы, структурная схема простейшего ЦАП  |
| 27 | Параллельный АЦП. Структурная схема, принцип работы, основные параметры   |

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

### Контрольная работа №1.

#### Открытые вопросы

1) Проведите расчёт усилителя с общим коллектором на транзисторе NPN типа. Напряжение источника питания -18 Вольт, частота входного сигнала 5 кГц, ток покоя коллектора 6 мА.

2) Проведите расчёт усилителя с общим эмиттером. Задание рабочей точки осуществляется с помощью делителя напряжения в цепи базы, стабилизация рабочей точки за счёт эмиттерного резистора. Начальные условия: напряжение питания +15 В, ток коллектора 5 мА, частота входного сигнала 50 кГц.

3) Проведите расчёт токового зеркала Уилсона со следующими параметрами: транзисторы PNP типа, напряжение источника питания +30 Вольт, ток 10 мА.

#### Тестовая часть.

1) Чем определяется входное сопротивление усилителя на биполярном

транзисторе, включенного по схеме с общим эмиттером?

- а. Сопротивлением базового делителя напряжения
- б. Сопротивлением в цепи эмиттера транзистора
- в. Коэффициентом усиления по току  $\beta$
- г. Ничем из перечисленного
- д. Всеми перечисленными показателями

2) Преимуществом усилителей класса А является:

- а. высокий коэффициент полезного действия
- б. малое энергопотребление
- в. малые нелинейные искажения
- г. высокий коэффициент усиления

3) Класс усилителя, при котором ток в выходной цепи протекает в течение всего периода входного сигнала, называется

- а. Усилитель класса А
- б. Усилитель класса В
- в. Усилитель класса С
- г. Усилитель класса D

4) Класс усилителя, при котором ток в выходной цепи протекает в течение половины периода входного сигнала, называется

- а. Усилителем класса А
- б. Усилителем класса В
- в. Усилителем класса С
- г. Усилителем класса D

5) Класс усилителей, при котором усилитель находится только в двух со-

стояниях — или полностью закрытом, или полностью открытым, называется

а. Усилителем класса А

б. Усилителем класса В

в. Усилителем класса С

г. Усилителем класса D

б) Транзисторный усилитель с общей базой имеет:

а. Очень низкое входное сопротивление

б. Очень высокое выходное сопротивление

в. Очень низкое выходное сопротивление

г. Очень высокое входное сопротивление

7) Схема усилителя с общей базой обеспечивает максимальное усиление

по:

а. току

б. напряжению

в. мощности

г. не обеспечивает усиления

8) Транзисторный усилитель с общим коллектором имеет:

а. очень высокое входное сопротивление.

б. очень низкое выходное сопротивление

в. очень низкое входное сопротивление.

г. очень высокое выходное сопротивление

9) Схема усилителя с общим коллектором обеспечивает максимальное усиление по:

а. напряжению

- б. току
- в. мощности
- г. не обеспечивает усиления

10) При каком режиме работы биполярного транзистора эмиттерный переход смещен в прямом, а коллекторный – в обратном направлении?

- а. активном
- б. отсечки
- в. инверсном
- г. насыщения
- д. нет правильного ответа

11) В каком режиме транзистор используется для усиления сигнала с малыми искажениями?

- а. активном
- б. насыщения
- в. отсечки
- г. рабочем
- д. дифференциальном

12) В каком режиме работы биполярного транзистора эмиттерный и коллекторный переходы смещены в прямом направлении?

- а. активном
- б. насыщения
- в. отсечки
- г. инверсном

13) Отношение периода повторения импульсов к длительности импульса

называется:

- а. скважностью
- б. коэффициентом заполнения
- в. рабочим циклом
- г. коэффициентом модуляции

14) Скважностью называют:

- а. Отношение периода импульса к длительности импульса
- б. Отношение длительности импульса к периоду;
- в. Отношение периода импульса к длительности паузы
- г. Отношение длительности импульса к длительности паузы

15) Какова роль дополнительного транзистора в токовом зеркале Уилсона?

- а. Не оказывает никакого влияния
- б. Обеспечивает высокую степень постоянства выходного тока
- в. Стабилизирует потенциал коллектора токозадающего транзистора
- г. Увеличивает входное сопротивление токового зеркала
- д. Все ответы неправильные
- е. Все ответы правильные

16) Схема усилителя с общим эмиттером обеспечивает максимальное усиление по:

- а. напряжению
- б. току
- в. мощности
- г. не обеспечивает усиления

17) Усилительный каскад на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим коллектором, изменяет фазу входного напряжения на

- а. 180 градусов
- б. 90 градусов
- в. 45 градусов
- г. 270 градусов
- д. не изменяет фазу

18) Усилительный каскад на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером, изменяет фазу входного напряжения на

- а. 90 градусов
- б. 45 градусов
- в. 180 градусов
- г. 270 градусов
- д. 360 градусов

19) Усилительный каскад на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общей базой, изменяет фазу входного напряжения на

- а. 180 градусов
- б. 90 градусов
- в. 45 градусов
- г. 270 градусов
- д. не изменяет фазу

20) В схеме используется транзистор PNP-типа, если  $I_Q = 1$  мА и коэффициент  $\beta$  равен 50, значение  $V_C$  (напряжение коллектора) будет равно (разделитель точка, округлите до двух знаков!):

21) Если  $RL$  в данной цепи составляет 120 кОм, каково выходное напряжение нагрузки?

### **Контрольная работа №2**

1) Отрицательная и положительная обратная связь, вывод формул. Характеристики идеального ОУ, отличия реальных характеристик ОУ от идеальных.

2) Сумматор, повторитель: схема, передаточная характеристика, принцип работы

3) Дифференциатор на ОУ: схема, принципы работы. Нарисуйте график выходного сигнала при подаче прямоугольного, треугольного сигналов на вход дифференциатора.

4) Триггер Шмитта: схема, принцип работы. График зависимости выходного сигнала от входного (петля гистерезиса).

5) Генератор на мосте Вина: схема, принцип работы, методы стабилизации коэффициента усиления

6) Классическая схема аналогового таймера 555 серии. Принцип работы, базовая схема генератора.

7) RC-фильтр верхних частот первого порядка на операционном усилителе. Выведите передаточную характеристику, проведите расчет фильтра для частоты 15 кГц, нарисуйте график АЧХ и ФЧХ.

8) Параллельный АЦП. Структурная схема, принцип работы.

9) Фильтр верхних частот на основе топологии Саллена и Ки второго порядка: схема, расчет частоты среза. Сравнение основных характеристик фильтров Баттерворта, Чебышева и Бесселя.

10) Проведите расчёт для следующих схем: простое токовое зеркало со следующими параметрами: транзисторы PNP типа, напряжение питания +15 Вольт, ток 10 мА; токовое зеркало Уилсона, транзисторы NPN типа, напряжение

питания -10 Вольт, ток 5 мА.

### Контрольная работа №3

1. Входное сопротивление для дифференциального сигнала дифференциального усилителя может быть увеличено при помощи:

- A. Увеличения сопротивления резисторов в эмиттерных цепях
- B. Увеличения коэффициента  $\beta$  транзисторов
- C. Применения транзисторов Дарлингтона
- D. Применения полевых транзисторов
- E. Все указанные выше ответы верны

2. В чем причина дисбаланса дифференциального усилителя?

- A. Транзисторы двух ветвей имеют немного разные характеристики
- B. Разница значений сопротивлений между двумя ветвями
- C. Общая разница между транзисторами и резисторами двух ветвей
- D. Неидеальная природа источника питания
- E. Все указанные выше ответы верны

3. Какие свойства демонстрирует активный интегратор с точки зрения частоты?

- A. Фильтр верхних частот
- B. Фильтр низких частот
- C. Полосовой фильтр
- D. Режекторный фильтр
- E. Не имеет фильтрующих свойств

4. В чем преимущество матрицы «R-2R» перед матрицей «R-2R-4R-8R» в цифроаналоговых преобразователях?

- A. Они точнее
- B. Могут иметь большую разрядность
- C. Ток с источника опорного напряжения является постоянным
- D. Резисторы нагревается более равномерно
- E. Все ответы верны

5. Какова роль дополнительного транзистора в токовом зеркале Уилсона?

- A. Не оказывает никакого влияния
- B. Обеспечивает высокую степень постоянства выходного тока
- C. Стабилизирует входное напряжение
- D. Увеличивает выходное сопротивление токового зеркала
- E. Все ответы неправильные

6. Какова функция выходного каскада операционного усилителя?

- A. Усилитель тока
- B. Усилитель мощности
- C. Обеспечивает малое выходное сопротивление
- D. ответы B и C верны
- E. Все ответы неправильные

7. Сколько компараторов имеет 8-битный аналого-цифровой преобразователь параллельного типа?

- A. 31
- B. 7
- C. 255
- D. 63

Е. 127

8. Как изменение резистора  $R_1$  влияет на выходной сигнал генератора?

- A. Амплитуда выходных импульсов будет меняться
- B. Частота выходных импульсов изменится
- C. Амплитуда сигнала на инвертирующем входе изменится
- D. Частота сигнала на инвертирующем входе изменится
- E. Ответы B, C и D верны

9. Какова величина коэффициента усиления этого усилителя?

- A.  $K_U=10$
- B.  $K_U=1$
- C.  $K_U= -1$
- D.  $K_U=11$
- E.  $K_U=2$

10. Как изменение сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  влияет на значение выходного напряжения?

- A. Уменьшение сопротивления  $R_1$  приведет к снижению  $U_{out}$
- B. Уменьшение сопротивления  $R_1$  приведет к увеличению  $U_{out}$
- C. Повышение сопротивления  $R_2$  приведет к увеличению  $U_{out}$
- D. Изменение сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  не будет влиять на  $U_{out}$

11. Какова величина коэффициента усиления этого усилителя?

- A.  $K_U = 0$
- B.  $K_U = 1$
- C.  $K_U = -1$

D.  $K_U = -2$

E.  $K_U = 2$

F. Нет правильного ответа

12. Схема ниже действует как два вентиля И, соединенных вместе. Предположим, что  $V_u = 0,6$  В для каждого диода. Тогда напряжение на выходе  $V_{O2}$ , при условии, что  $V_1 = V_2 = 5$ В, составит:

A.  $0.6V$

B.  $1.2V$

C.  $5V$

D.  $10V$

E.  $1.8$

D. Нет правильного ответа

13. В схеме используется транзистор PNP-типа, если  $I_Q = 1$  мА и коэффициент  $\beta$  равен 50, значение  $V_c$  (напряжение коллектора) будет равно:

A.  $+ 2.2V$

B.  $+ 11.7V$

C.  $-19.0V$

D.  $-4.39V$

E. Ни один из вышеперечисленных вариантов

14. Какая схема проявляет интегрирующие свойства?

A. Фильтр верхних частот

B. Фильтр низких частот

C. Режекторный фильтр

D. Полосовой фильтр

Е. Нет правильного ответа

15. Если  $R_L$  в данной цепи составляет 120 кОм, каково выходное напряжение нагрузки?

A. 4,21 В

B. 15,79 В

C. 16 В

D. 19,67 В

Е. Ни один из вышеперечисленных вариантов

16. Напряжение на резисторе в приведенной ниже цепи примерно равно:

A. 5 В

B. 10 В

C. 7,98 В

D. 6.02 В

Е. Ни один из вышеперечисленных вариантов

17. Для конфигурации схемы на рисунке, каково значение тока  $i_2$ ?

A. 6/11

B. -8/11

C. 8/11

D. -6/11

Е. 11/11

18. Укажите назначение разделительных конденсаторов в транзисторных усилителях:

A. Для разделения каскадов усилителя.

B. Для частотной коррекции АЧХ.

С. Для обеспечения развязки цепей усилителя по постоянному и переменному токам.

Д. Для подавления шумов и помех

19. В чем преимущества схемы неинвертирующего подключения ОУ к источнику сигнала по сравнению с инвертирующим подключением:

А. Высокое входное сопротивление

В. Низкое выходное сопротивление

С. Низкий уровень собственных шумов

Д. Низкий уровень сдвига нуля.

20. Чем определяется частота синусоидального сигнала, формируемого генератором гармонического сигнала

А. Коэффициентом петлевого усиления

В. Номиналами реактивных элементов в цепи положительной обратной связи

С. Номиналами реактивных элементов в цепи отрицательной обратной связи.

Д. Динамической характеристикой усилителя.

21. Укажите, каким образом следует повысить линейность формируемого пилообразного напряжения

А. Снижением нелинейных искажений усилителя.

В. Улучшением частотных характеристик усилителя

С. Обеспечением постоянства тока заряда конденсатора

Д. Повышением постоянной времени цепи заряда конденсатора.

22. Чем определяется входное сопротивление усилителя на биполярном транзисторе, включенного по схеме с общим эмиттером.

- A. Сопротивлением базового делителя напряжения
- B. Сопротивлением в цепи эмиттера транзистора
- C. Коэффициентом усиления тока базы  $\beta$ .
- D. Всеми перечисленными показателями

23. Триггер – это электронное устройство:

- A. Предназначенное для согласования усилительных каскадов
- B. Имеющее два устойчивых состояния
- C. Предназначенное для формирования последовательности импульсов
- D. Предназначенное для формирования одиночного импульса
- E. Ни один из перечисленных вариантов

24. Какие соотношения для коэффициента усиления  $K$ , входного  $R_{BX}$  и выходного  $R_{ВЫХ}$  сопротивлений соответствуют идеальному ОУ?

- A.  $K \gg 1$ ,  $R_{BX} \gg R_{ВЫХ}$ ,  $R_{ВЫХ} \gg 0$
- B.  $K \gg 1$ ,  $R_{BX} \gg R_{ВЫХ}$ ,  $R_{ВЫХ} \gg 0$
- C.  $K \gg 1$ ,  $R_{BX} \gg 0$ ,  $R_{ВЫХ} \gg R_{ВЫХ}$

25. Сквужностью называют:

- A. Отношение периода импульса к длительности импульса;
- B. Отношение длительности импульса к периоду;
- C. Отношение периода импульса к длительности паузы;
- D. Отношение длительности импульса к длительности паузы.

26. Частота импульсов на входе 4 разрядного двоичного счетчика равна 1 кГц. Частота 0,25 кГц присутствует на ... выходе счетчика:

- A. Первом
- B. Втором

C. Третьем

D. Четвертом.

27. Если сопротивление  $R = 4$  Ом, то эквивалентное входное сопротивление цепи равно...

A. 10 Ом

B. 12 Ом

C. 8 Ом

D. 16 Ом

28. В емкостном элементе  $C$ ...

A. напряжение  $u_C(t)$  совпадает с током  $i_C(t)$  по фазе

B. напряжение  $u_C(t)$  и ток  $i_C(t)$  находятся в противофазе

C. напряжение  $u_C(t)$  отстаёт от тока  $i_C(t)$  по фазе на

D. напряжение  $u_C(t)$  опережает ток  $i_C(t)$  по фазе на

29. Резистор с активным сопротивлением  $R=10$  Ом, конденсатор емкостью  $C=100$  мкФ и катушка с индуктивностью  $L=100$  мГн соединены последовательно. Тогда полное сопротивление цепи  $Z$  при резонансе напряжений равно...

A.  $Z=10$  Ом

B.  $Z=200$  Ом

C.  $Z=100$  Ом

D.  $Z=210$  Ом

E. Нет правильного ответа

30. Определите, при каком соединении (последовательном или параллельном) двух одинаковых резисторов будет выделяться большее количество

тепла и во сколько раз ...

- A. При параллельном соединении в 4 раза
- B. При последовательном соединении в 2 раза
- C. При параллельном соединении в 2 раза
- D. При последовательном соединении в 4 раза

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      | Усилители  |                    |
| 2      | Режимы работы биполярного транзистора  |                    |
| 3      | Виды включения биполярных транзисторов   |                    |
| 4      | Режимы работы усилителей<br>Управляемые генераторы постоянного тока на транзисторах<br>Многокаскадные усилители  | Контрольная работа |
| 5      | Усилители<br>Режимы работы биполярного транзистора<br>Виды включения биполярных транзисторов<br>Частотные характеристики каскада на полевых транзисторах   | Коллоквиум         |
| 6      | Операционные усилители   |                    |
| 7      | Компараторы  |                    |
| 8      | Понятие «виртуального нуля» в операционном усилителе   |                    |
| 9      | Операционные усилители типа Rail-to-Rail   |                    |
| 10     | Генераторы треугольных и прямоугольных импульсов на операционных усилителях  | Контрольная работа |
| 11     | Эффект Миллера и его устранение в каскодных схемах<br>Режимы работы усилителей<br>Виды обратной связи в электронных устройствах<br>Управляемые генераторы постоянного тока на транзисторах<br>Замена резистивной нагрузки каскада усиления на динамическую<br>Многокаскадные усилители | Коллоквиум         |
| 12     | Генераторы синусоидальных колебаний (LC, RC)   |                    |
| 13     | Избирательные ARC усилители, получаемые из генераторов синусоидальных колебаний  |                    |
| 14     | Стабилизаторы напряжения   | Контрольная работа |

|    |   |                |
|----|---|----------------|
| 15 | Режимы работы биполярного транзистора<br>Виды включения биполярных транзисторов<br>Частотные характеристики каскада на полевых транзисторах<br>Двухкаскадные усилители<br>Эффект Миллера и его устранение в каскодных схемах<br>Режимы работы усилителей<br>Виды обратной связи в электронных устройствах<br>Управляемые генераторы постоянного тока на транзисторах<br>Замена резистивной нагрузки каскада усиления на динамическую<br>Многокаскадные усилители<br>Операционные усилители<br>Понятие «виртуального нуля» в операционном усилителе<br>Операционные усилители типа Rail-to-Rail<br>Фильтры<br>Компараторы<br>Генераторы треугольных и прямоугольных импульсов на операционных усилителях<br>Генераторы синусоидальных колебаний (LC, RC)<br>Избирательные ARC усилители, получаемые из генераторов синусоидальных колебаний<br>Стабилизаторы напряжения<br>Основы цифровой электроники и микропроцессорной техники | Защита КР / КП |
| 16 | Генераторы треугольных и прямоугольных импульсов на операционных усилителях<br>Генераторы синусоидальных колебаний (LC, RC)<br>Избирательные ARC усилители, получаемые из генераторов синусоидальных колебаний<br>Стабилизаторы напряжения<br>Основы цифровой электроники и микропроцессорной техники   | Коллоквиум     |

#### 6.4 Методика текущего контроля

##### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **60%** занятий), по результатам которого студент получает допуск к дифф. зачёту.

Для контроля качества освоения теоретического материала студенты пишут не менее трёх контрольных работ (на седьмой, двенадцатой неделе и итоговая контрольная работа перед зачетной неделей). Вопросы, выносимые на контрольные работы, выдаются студентам в начале семестра (в течение первой

недели обучения), строго по материалам, изучаемым в ходе лекций или материалам, предоставленным преподавателем для самостоятельного освоения (с обязательным указанием данных вопросов). В качестве контрольных вопросов могут использоваться различные варианты: с открытым ответом (краткий ответ в текстовом виде), с выбором правильного ответа (тесты), задачи на расчеты.

Каждая из контрольных работ оценивается следующим образом: за каждое правильно выполненное задание начисляются баллы, затем находится процент правильных ответов (как отношение суммы набранных студентом баллов к их максимальному количеству) и выставляется оценка в соответствии со следующими диапазонами:

отлично - 85 - 100% правильных ответов;

хорошо - 70 - 84%;

удовлетворительно - 55 - 69%;

неудовлетворительно - менее 55% правильных ответов.

### **на лабораторных занятиях**

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Электроника и микропроцессорная техника» студент обязан выполнить не менее 7 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 3 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 5, 11, 16 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 3 человек. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГ-ЭТУ правилами оформления студенческих работ и шаблоном, выложенном на

официальном сайте СПбГЭТУ "ЛЭТИ" в разделе "Бланки заявлений и шаблоны для обучающихся" (<https://etu.ru/ru/studentam/dokumenty-dlya-ucheby/blanki-zayavlenij-i-shablony-dlya-obuchayushhihsya>). Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы. Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов, попросить решить небольшую задачу на типовые расчёты по теме лабораторной работы. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной, и ему выставляется оценка по следующей шкале:

Неудовлетворительно - студент испытывает серьезные трудности при ответе на вопросы преподавателя, не ориентируется в своей собственной работе.

Удовлетворительно - студент в целом разобрался с вопросом, но не может ответить чётко без дополнительных наводящих подсказок.

Хорошо - студент разобрался с основным вопросом, но не ответил на дополнительные вопросы (не решил задачу).

Отлично - студент демонстрирует полное владение вопросом, ответил на все дополнительные задания/решил задачи, предложенные преподавателем.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и защиту **не менее 7** лабораторных работ, что является одним из критериев допуска к зачёту.

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

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 55% 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. На практических занятиях обсуждаются вопросы, посвящённые курсовой работе, проводятся консультации по общим вопросам.

### **самостоятельной работы студентов**

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

### **при выполнении курсовой работы**

Текущий контроль при выполнении курсовой работы выполняется на практических занятиях.

Отчёт по курсовой работе оформляется по указанным разделам в соответствии с требованиями к оформлению курсовых работ и шаблоном, выложенным на официальном сайте СПбГЭТУ "ЛЭТИ" в разделе "Бланки заявле-

ний и шаблоны для обучающихся” (<https://etu.ru/ru/studentam/dokumenty-dlya-ucheby/blanki-zayavlenij-i-shablony-dlya-obuchayushhihsya>). Курсовая работа выполняется в течение всего семестра, оформленный по шаблону отчёт должен быть представлен к защите не позднее недели, предшествующей зачётной. Для допуска к защите курсовая работа должна быть выполнена строго по шаблону и включать все указанные в содержании разделы.

Допущенная до защиты курсовая работа оценивается следующим образом:

**Неудовлетворительно** - курсовая работа представлена со значительными нарушениями в оформлении материала, отсутствуют необходимые разделы.

**Удовлетворительно** - выполнены основные разделы курсовой работы, результаты имитационного моделирования не соответствуют техническому заданию, допущены ошибки на этапе расчётов.

**Хорошо** - результаты имитационного моделирования соответствуют техническому заданию, натурное макетирование на стенде не проводилось или его результаты оказались неудовлетворительны.

**Отлично** - выполнено макетирование разработанной схемы на стенде, результаты макетирования совпадают с имитационной моделью и теоретическими расчётами, работа выполнена в полном объёме.

**Итоговая оценка по дисциплине** (дифференцированному зачёту) выставляется по следующей формуле:

$$X = (A + B) * P / 2$$

где X – итоговая оценка (с округлением в большую сторону), A – среднее арифметическое по оценкам, полученным на защите лабораторных работ (с округлением в большую сторону), B – среднее арифметическое по оценкам, полученных при написании трёх контрольных работ (с округлением в большую сторону), P – коэффициент посещаемости, рассчитываемый в зависимости от

количества посещённых занятий (всех видов):

- при менее 60% посещённых занятий студент не допускается до диф. зачёта;

- при проценте посещаемости от 60% до 80% коэффициент имеет значение 0,8;

- при проценте посещаемости от 80% до 100% коэффициент имеет значение 1.

## 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, ноутбук, проектор, экран.  | 1)Windows 7 Professional и выше,<br>2)Microsoft Office 2016 и выше  |
| Лабораторные работы    | Лаборатория                          | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, ПК, лабораторные стенды для проектирования электронных устройств NI Elvis (из расчёта один стенд на рабочую группу из двух студентов), комплект измерительного оборудования: осциллограф, генератор сигналов, мультиметр (из расчёта один комплект на рабочую группу из двух студентов). Рабочее место преподавателя, ПК или ноутбук, экран, проектор, меловая или маркерная доска | 1)Windows 7 Professional и выше,<br>2)Microsoft Office 2016 и выше,<br>3)Microcap 12 Pro-fessional,<br>4)LabView 2016,<br>5)NI ELVIS Traditional,<br>6)Acrobat Reader DC. |
| Практические занятия   | Аудитория                            | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, ноутбук, проектор, экран, маркерная доска.  | 1)Windows 7 Professional и выше,<br>2)Microsoft Office 2016 и выше  |
| 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 7 Professional и выше,<br>2)Microsoft Office 2016 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            | 31.08.2020  | РПД акту-<br>альна | протокол № 10 от<br>31.08.2020 г.           | доц. каф.<br>БТС А.А<br>Анисимов |                        |
| 2            | 19.05.2021  | РПД акту-<br>альна | протокол № 8 от<br>19.05.2021 г.            | доц. каф.<br>БТС А.А<br>Анисимов |                        |
| 3            | 18.05.2022  | РПД акту-<br>альна | протокол № 8 от<br>18.05.2022 г.            | доц. каф.<br>БТС А.А<br>Анисимов |                        |