

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 07.07.2023 12:24:11
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Информационные технологии
проектирования свч устройств»



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

«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

по профилю

«Информационные технологии проектирования свч устройств»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Сафин В.Г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС
09.03.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФРТ, 29.03.2022, 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	3
Семестр	6
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	48
Лабораторные занятия (академ. часов)	16
Практические занятия (академ. часов)	16
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	83
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	97
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	3
Курсовая работа (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

Курс "Основы проектирования мощных электронных средств" является одной из инженерных дисциплин, обеспечивающей подготовку в области проектирования мощных радио-устройств, входящих в комплекс радиотехнических систем и устройств различного назначения. Рассматриваются теория и методы анализа электропреобразовательных устройств (выпрямителей, инверторов, конверторов), линейных и импульсных стабилизаторов напряжения и тока. статических электромагнитных устройств (сетевых, импульсных, согласующих и широкополосных трансформаторов), устройств генерирования колебаний различных диапазонов частот (от сверхнизких до диапазона ОВЧ), устройств управления высокочастотными колебаниями; принципы обеспечения высокой надежности, энергетической эффективности рассматриваемых устройств. Рассматриваются также тематически связанные с основным материалом вопросы электромагнитной совместимости, стандартизации, охраны труда и др.

SUBJECT SUMMARY

«THE BASICS OF DESIGN OF POWER ELECTRONIC DEVICES»

The course "The Basics of Design of Power Electronic Devices" is one of the engineering disciplines that provides training in the design of powerful radio devices included in the complex of radio engineering systems and devices for various purposes. The theory and methods of analysis of electrical conversion devices (rectifiers, inverters, converters), linear and pulse voltage and current stabilizers are considered. static electromagnetic devices (network, pulse, matching and broadband transformers), devices for generating oscillations of various frequency ranges (from ultra-low to the VHF range), high-frequency oscillation control devices; principles for ensuring high reliability, energy efficiency of the devices under consideration. The issues

of electromagnetic compatibility, standardization, labor protection, etc., which are thematically related to the main material, are also considered.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель курса – научить студентов понимать принципы действия мощных электронных средств и пользоваться излагаемыми методами анализа и расчета устройств предназначенных для построения источников вторичного электропитания, преобразования, генерирования, усиления и управления высокочастотными колебаниями в различных диапазонах волн.

2. Задачи дисциплины -изучение теории и методов анализа электропреобразовательных устройств, устройств генерирования колебаний различных диапазонов частот, выработка умений выполнять расчеты их режимов и основных характеристик, а также получение навыков их проектирования на основе современной элементной базы.

3. Знания:

-теории и методов анализа электропреобразовательных устройств (выпрямителей, инверторов, конверторов), линейных и импульсных стабилизаторов напряжения и тока, статических электромагнитных устройств (сетевых, импульсных, согласующих и широкополосных трансформаторов), устройств генерирования колебаний различных диапазонов частот (от сверхнизких до диапазона СВЧ), устройств управления высокочастотными колебаниями;

-принципов обеспечения высокой надежности, электромагнитной совместимости и энергетической эффективности.

4. Умения:

-проводить анализ силовых преобразовательных устройства и ИВЭП радиоэлектронных средств, устройств генерирования и формирования радиосигналов;

-выполнять расчеты их режимов и основных характеристик.

5. Навыки проектирования устройств вторичного электропитания, устройств генерирования колебаний и формирования радиосигналов на основе современной элементной базы

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Теоретические основы электротехники»

2. «Схемотехника аналоговых устройств»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)»

2. «Производственная практика (преддипломная практика)»

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

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

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-1	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов
<i>ПК-1.1</i>	<i>Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований</i>
<i>ПК-1.2</i>	<i>Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования</i>
<i>ПК-1.3</i>	<i>Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов</i>
ПК-3	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
<i>ПК-3.1</i>	<i>Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков</i>
<i>ПК-3.2</i>	<i>Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации</i>
<i>ПК-3.3</i>	<i>Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами</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	0.5				
2	Неуправляемые выпрямители	4	0	2		4
3	Управляемые выпрямители	1	0	2		2
4	Электрические сглаживающие фильтры	2	0	0		4
5	Стабилизация напряжения и тока	6	0	2		4
6	Импульсные источники электропитания	6	0	2		16
7	Дроссели и трансформаторы ИВЭП		0	0		6
8	Широкополосные и импульсные трансформаторы	1	1	0		2
9	Основы теории и расчета ГВВ на безынерционных генераторных приборах	6	2	2		6
10	Схемы резонансных ГВВ	1	0	0		2
11	Особенности работы транзисторных ГВВ на высоких частотах	2	2	0		4
12	Сложение мощностей генераторных приборов в ГВВ	2	1			4
13	Широкополосные усилители мощности	2	2			4
14	Ключевые режимы работы ГВВ	2				4
15	Основы теории и схемы автогенераторов	4	0	2		4
16	Стабильность частоты автогенераторов	2	1	2		4
17	Синтезаторы дискретной сетки частот		6			13
18	Амплитудная модуляция	2	0	2		4
19	Частотная и фазовая модуляция	2	0	0		4
20	Формирование АМ сигнала с одной боковой полосой	2	1			6
21	Заключение	0.5			3	
	Итого, ач	48	16	16	3	97
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе			180/5		

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Структура и содержание дисциплины; ее связь с другими дисциплинами учебного плана и место курса в системе подготовки специалистов. Использование в курсе стандартизированной терминологии, условных графических и буквенных обозначений.
2	Неуправляемые выпрямители	Назначение выпрямителей. Структурные схемы. Принцип выпрямления переменного тока. Классификация схем выпрямления: однотактные и двухтактные, однофазные и многофазные. Влияние характера нагрузки на работу выпрямителя. Анализ выпрямительных схем при нагрузках с различной реакцией. Влияние индуктивных и резистивных сопротивлений в анодных цепях диодов на работу выпрямителя. Токи первичных обмоток сетевого трансформатора в выпрямительном устройстве. Вынужденное намагничивание магнитопровода трансформатора в выпрямителе. Основные характеристики выпрямителей -нагрузочные характеристики при различных фильтрах, коэффициент мощности, понятие о габаритной мощности сетевого трансформатора. Зависимость характеристик от характера нагрузки (типа сглаживающего фильтра). Выпрямители с умножением напряжения. Особенности построения мощных низковольтных выпрямителей.
3	Управляемые выпрямители	Общие принципы управления выпрямленным напряжением. Схемы управляемых (тиристорных) выпрямителей. Работа при различном характере нагрузки -резистивной, резистивно-индуктивной, резистивно-индуктивной с дополнительным диодом. Управляемые выпрямители с "вольтдобавкой". Регулировочные характеристики.
4	Электрические сглаживающие фильтры	Коэффициент сглаживания. Основные схемы, характеристики и основы расчета сглаживающих фильтров. Переходные процессы в фильтрах. Активные фильтры, принцип построения и характеристики.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Стабилизация напряжения и тока	<p>Классификация стабилизаторов и их характеристики. Параметрические стабилизаторы постоянного и переменного напряжения. Схемы, основные характеристики, коэффициент стабилизации. Параметрические стабилизаторы тока.</p> <p>Компенсационные стабилизаторы напряжения и тока -структурные схемы, основные характеристики, схемные решения.</p> <p>Импульсные стабилизаторы постоянного напряжения -принцип построения релейных стабилизаторов и стабилизаторов с широтно-импульсной модуляцией. Варианты построения силовой части импульсных стабилизаторов и преобразователей постоянного напряжения. Стабилизаторы с непрерывно-импульсным регулированием.</p>
6	Импульсные источники электропитания	<p>Выпрямители с импульсной нагрузкой и модуляторы. Принцип работы, классификация импульсных модуляторов по типу накопителя энергии и коммутатора. Модуляторы с емкостным, индуктивным накопителем энергии, с накопителем в виде длинной линии, схемы и характеристики. Особенности импульсных источников питания лазеров и мощных генераторов высокой частоты.</p>
7	Дроссели и трансформаторы ИВЭП	<p>Понятие магнитной цепи. Законы магнитной цепи. Характеристики и параметры ферромагнитных материалов, применяемых в РЭС.</p> <p>Назначение и классификация дросселей. Нелинейность дросселя с замкнутым магнитопроводом.</p> <p>Назначение и классификация трансформаторов. Сетевые трансформаторы. Уравнения ЭДС и МДС двухобмоточного трансформатора. Эквивалентные электрические схемы трансформатора. Потери, КПД и внешняя характеристика трансформатора.</p> <p>Основы расчета трансформаторов. Связь электромагнитной мощности с габаритами трансформатора, рабочей частотой и параметрами магнитопровода.</p>
8	Широкополосные и импульсные трансформаторы	<p>Согласующие трансформаторы. Работа трансформатора в широком диапазоне частот. Эквивалентная схема и частотные характеристики трансформатора. Особенности работы и расчета магнитной цепи трансформатора в диапазоне частот.</p> <p>Импульсные трансформаторы (ИТ) и их применение. Особенности работы магнитной цепи ИТ. Анализ искажений формы импульса в ИТ</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
9	Основы теории и расчета ГВВ на безынерционных генераторных приборах	Сравнительные характеристики генераторных приборов. Аппроксимация статических характеристик генераторных приборов. Анализ генератора с внешним возбуждением в недонапряженном режиме без учета инерционных явлений в генераторном приборе. Энергетические соотношения в ГВВ. Динамические характеристики ГВВ в недонапряженном и перенапряженном режимах. Нагрузочные и настроечные характеристики ГВВ. Анализ ГВВ при включении транзистора с общей базой.
10	Схемы резонансных ГВВ	Общие принципы построения схем генераторов. Выходные цепи генераторов. Простая и сложная схемы выхода. Требования к индуктивным и емкостным компонентам схем. Широкополосные трансформаторы типа длинной линии.
11	Особенности работы транзисторных ГВВ на высоких частотах	Эквивалентная схема биполярного и полевого транзисторов, граничные частоты. Влияние емкости коллекторного перехода на выходное сопротивление генераторного прибора. Влияние индуктивности эмиттерного вывода на входное сопротивление генераторного прибора. Изменение выходной и входной мощностей, и КПД генератора при работе на высоких частотах. Способы улучшения энергетических характеристик. Анализ транзисторного ГВВ на высоких частотах при возбуждении источником тока.
12	Сложение мощностей генераторных приборов в ГВВ	Увеличение выходной мощности ГВВ -параллельное соединение генераторных приборов, двухтактные схемы. Двухтактные схемы на основе встречно-параллельного соединения генераторных приборов. Метод синфазно-противофазных составляющих коллекторных токов при анализе двухтактных схем. Мостовые схемы сложения мощностей ГВВ – резонансные и широкополосные.
13	Широкополосные усилители мощности	Широкополосные усилители, ограничения на ширину полосы усиливаемых частот – теорема об интеграле сопротивления (соотношение Боде). Ограничения диапазонных свойств усилителей. Транзисторные широкополосные усилители, коррекция частотных зависимостей параметров биполярных и МДП-транзисторов. Использование трансформаторов типа длинной линии для построения двухтактных каскадов.
14	Ключевые режимы работы ГВВ	Ключевые режимы ГВВ. Использование высших гармоник для повышения КПД генераторов. Широкополосные ключевые генераторы. Ключевые генераторы на основе двухтактных схем с последовательным или с параллельным контуром в цепи нагрузки. Особенности построения ключевых генераторов сверхнизких частот (0.1 Гц – 100 кГц).

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
15	Основы теории и схемы автогенераторов	Условия стационарности в автогенераторе. Условие устойчивости баланса амплитуд – мягкое, жесткое самовозбуждение автогенератора, прерывистая генерация. Устойчивость баланса фаз в автогенераторе. Обобщенная трехточечная схема автогенератора, многоконтурные автогенераторы.
16	Стабильность частоты автогенераторов	Стабильность частоты автогенератора, влияние дестабилизирующих факторов. Основные свойства кварцевых резонаторов. Кварцевые автогенераторы.
17	Синтезаторы дискретной сетки частот	Синтезаторы частоты -интерполяционные, компенсационные. Использование метода идентичных декад при построении синтезаторов частоты. Синтезаторы с ФАПЧ.
18	Амплитудная модуляция	Амплитудная модуляция -спектр, энергетические соотношения. Модуляционные характеристики и схемы осуществления базовой и коллекторной модуляции.
19	Частотная и фазовая модуляция	Частотная и фазовая модуляция – спектр, сравнительные характеристики. Схемы осуществления фазовой модуляции. Прямой и косвенный методы формирования сигналов с частотной модуляцией.
20	Формирование АМ сигнала с одной боковой полосой	Использование сигнала с одной боковой полосой (ОБП) в радиосвязи. Повышение надежности радиосвязи. Фильтровой, фазо-компенсационный и фазо-фильтровой методы формирования сигнала с ОБП. Формирование комплексного стерео сигнала в радиовещании с полярной модуляцией и с пилоттоном.
21	Заключение	Основные тенденции и направления дальнейшего развития теории и техники устройств электропитания РЭС, устройств генерирования и формирования радиосигналов. Вопросы электро-магнитной совместимости.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование генератора с внешним возбуждением	2
2. Исследование основных схем автогенераторов	2
3. Исследование кварцевых автогенераторов	2
4. Исследование амплитудной модуляции	2
5. Исследование однофазных и двухфазных схем выпрямителей	2
6. Исследование управляемого выпрямителя	2
7. Исследование транзисторного линейного стабилизатора постоянного напряжения	2
8. Исследование импульсного стабилизатора постоянного напряжения	2
Итого	16

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Широкополосные и импульсные трансформаторы	1
2. Основы теории и расчета ГВВ на безынерционных генераторных приборах	2
3. Особенности работы транзисторных ГВВ на высоких частотах	2
4. Сложение мощностей генераторных приборов в ГВВ	1
5. Широкополосные усилители мощности	2
6. Стабильность частоты автогенераторов	1
7. Синтезаторы дискретной сетки частот	6
8. Формирование АМ сигнала с одной боковой полосой	1
Итого	16

4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): практическое освоение студентами основных этапов разработки узлов мощного связного радиопередатчика, согласно индивидуальному заданию.

Содержание работы (проекта): В работе рассчитываются: опорный кварцевый автогенератор, источник питания автогенератора, частотный план синтезатора сетки частот, двухтактный усилитель мощности, источник питания усилителя мощности, блок коммутируемых фильтров.

Требованиями по оформлению курсовой работы: количество источников от 3 до 8, объем: минимальное количество стр. 20 и максимальное количество стр.30, формат оформления Word, шрифт Times New Roman, размер шрифта 14, таблицы, диаграммы и рисунки оформляются средствами Word, формат сдачи работы печатный.

Выполняются схемы электрические принципиальные автогенератора и усилителя мощности.

Индивидуальные задания отличаются диапазоном частот, выходной мощностью, типом используемых транзисторов, типом синтезатора и схемой опорного кварцевого автогенератора.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Расчет опорного кварцевого автогенератора	Design of a reference quartz oscillator
2	Расчет источника питания автогенератора	Designing a quartz generator power supply
3	Расчет частотного плана синтезатора дискретной сетки частот	Designing the frequency plan of the frequency synthesizer
4	Расчет двухтактного усилителя мощности	Design of a push-pull power amplifier
5	Расчет источника питания усилителя мощности	Designing the power supply of a push-pull power amplifier
6	Расчет блока коммутируемых фильтров	Design of a block of switched filters

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 и проводится в рамках практических занятий.

Самостоятельное изучение студентами ряда тем дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	21
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	35
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	97

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	Устройства генерирования и формирования радиосигналов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / [А.В. Митрофанов, В.В. Полевой, В.Г. Сафин, А.А. Соловьев ; под общ. ред. А.А. Соловьева], 2011. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
2	Митрофанов, Александр Васильевич. Устройства генерирования и формирования радиосигналов [Электронный ресурс] : лаб. практикум : [учеб. пособие для вузов по направлению 210300 "Радиотехника"] / А.В. Митрофанов, В.Г. Сафин, А.А. Соловьев, 2009. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
3	Генераторы высоких и сверхвысоких частот [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / [О.В. Алексеев, А.А. Головков, А.В. Митрофанов и др.], 2003. -326 с.	144
4	Электропреобразовательные устройства [Электронный ресурс] : лаб. практикум / [А. В. Матвеев [и др.], 2013. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
5	Электропреобразовательные устройства [Текст] : лаб. практикум / А.В. Митрофанов, В.В.Полевой, В.Г. Сафин [и др], 2002. -75 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Соловьев, Анатолий Антонович. Автогенераторы гармонических колебаний и синтезаторы частоты (основы теории и расчета) [Текст] : Учеб. пособие для вузов по спец. "Радиотехника", "Бытовая радиотехника", "Радиофизика и электроника" направления подготовки дипломированных специалистов "Радиотехника" / А.А.Соловьев, 2000. -93 с.	неогр.
2	Соловьев, Анатолий Антонович. Цифровые методы формирования радиосигналов [Электронный ресурс] : лаб. практикум / А. А. Соловьев, 2017. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Лекции по курсу "Устройства генерирования и формирования радиосигналов" https://www.youtube.com/watch?v=iUiuFy4NW1o&list=PL8C6383C3AF6B93E0
2	Лекции по курсу "Электропреобразовательные устройства РЭС" https://www.youtube.com/playlist?list=PL7C47C40A3BF99387

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13143>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Основы проектирования мощных электронных средств» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
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

Для допуска к экзамену студент должен выполнить и защитить цикл лабораторных работ, а также выполнить курсовую работу и защитить ее. Экзамен проводится по билетам.

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

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Структурная схема мощного электронного средства на примере радиопередающего устройства. Технические требования предъявляемые к мощным электронным средствам.
2	Элементная база мощных электронных средств. Основные характеристики и эквивалентные схемы.
3	Неуправляемые выпрямители. Структурная схема. Однотактные однофазные выпрямители. Влияние характера нагрузки на работу выпрямителя.
4	Двухтактные однофазные выпрямители, многофазные выпрямители. Выпрямители с умножением напряжения.
5	Стабилизаторы напряжения непрерывного типа. Принцип работы. Структурная схема. Основные характеристики.
6	Компенсационные стабилизаторы напряжения. Основные характеристики, коэффициент стабилизации, схемы.
7	Источники опорного напряжения. Параметрические стабилизаторы напряжения и их характеристики.
8	Бандгапы, принцип работы и схемы
9	Импульсные стабилизаторы напряжения, принцип работы, структурные схемы при различных законах регулирования силового элемента.
10	Энергетические характеристики импульсных стабилизаторов напряжения. Влияние характера нагрузки на работу стабилизаторов при различных вариантах построения силовой части.
11	Инверторные преобразователи напряжения. Принцип работы, классификация и варианты схем построения силовой части.
12	ГВВ, структурная схема, аппроксимация статических вольт-амперных характеристик генераторных приборов.
13	Анализ ГВВ в недонапряженном режиме, динамические характеристики, основные энергетические соотношения.
14	Анализ ГВВ в перенапряженном и сильноперенапряженном режимах, динамические характеристики, основные энергетические соотношения
15	Нагрузочные и настроечные характеристики ГВВ
16	Схемы ГВВ. Принципы построения схем генераторов, простая и сложная схемы выхода. Требования к индуктивным и емкостным элементам схем.

17	Особенности схем ГВВ построенных на биполярных транзисторах. Анализ влияния инерционных явлений в биполярных транзисторах. Анализ работы ГВВ при возбуждении от генератора тока.
18	Сложение мощностей генераторных приборов в ГВВ. Двухтактные схемы. Мостовые схемы сложения мощностей ГВВ.
19	Широкополосные схемы ГВВ. Коррекция частотных зависимостей параметров биполярных и полевых транзисторов.
20	Условия стационарности в автогенераторах. Условие устойчивости баланса амплитуд. Мягкое и жесткое самовозбуждение.
21	Условие устойчивости баланса фаз в автогенераторе. Обобщенная трехточечная схема автогенератора, многоконтурные автогенераторы
22	Схемы автогенераторов. Схема Клаппа.
23	Явление прерывистой генерации.
24	Стабильность частоты автогенераторов, влияние дестабилизирующих факторов.
25	Кварцевая стабилизация частоты. Схемы кварцевых автогенераторов.
26	Синтезаторы дискретной сетки частот. Классификация. Элементная база синтезаторов сетки частот.
27	Пассивные синтезаторы сетки частот, структурные схемы, основные характеристики.
28	Активные синтезаторы сетки частот, структурные схемы, основные характеристики.
29	Амплитудная модуляция. Сеточная модуляция смещением, спектр, векторная диаграмма, энергетические соотношения, схемы, основные характеристики.
30	Анодная модуляция, энергетические соотношения, схемы, основные характеристики.
31	Частотная и фазовая модуляция, спектр, векторная диаграмма, сравнительные характеристики.
32	Схемы прямых методов формирования сигналов с фазовой и частотной модуляцией.
33	Косвенные методы формирования сигналов с угловой модуляцией.
34	Амплитудно-фазовая модуляция, спектр, энергетические соотношения.

Форма билета

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Основы проектирования мощных ЭС ФРТ**

1. Структурная схема мощного электронного средства на примере радиопередающего устройства. Технические требования предъявляемые к мощным электронным средствам.

2. Явление прерывистой генерации.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.Н.Малышев

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	Неуправляемые выпрямители Электрические сглаживающие фильтры	
2		
3		
4		Коллоквиум
5	Стабилизация напряжения и тока Импульсные источники электропитания	
6		
7		
8		Коллоквиум
9	Основы теории и расчета ГВВ на безынерционных генераторных приборах Схемы резонансных ГВВ	
10		
11		Коллоквиум
12	Основы теории и схемы автогенераторов Стабильность частоты автогенераторов	
13		
14		Коллоквиум
15	Формирование АМ сигнала с одной боковой полосой	
16		Защита КР / КП

6.4 Методика текущего контроля

на лабораторных занятиях

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Основы проектирования мощных электронных средств» студент обязан выполнить 8 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 4 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 8 и 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 СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выпол-

нения 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 в бригадах. Каждая бригада получает вопросы по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студенты, входящие в бригаду, демонстрируют достаточное знание вопросов, работа считается защищенной.

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.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 70 % 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.

самостоятельной работы студентов

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

при выполнении курсового проекта (работы)

Текущий контроль при выполнении курсового проекта (работы) осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовому проектированию и заданием на курсовой проект (работу).

Оформление пояснительной записки на курсовой проект (работу) выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам принятым в СПбГЭТУ.

Защита курсового проекта (работы) осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации».

Курсовая работа проверяется на корректность проведенного расчета. В случае отсутствия замечаний к расчетной части пояснительной записки, студент получает вопросы по теоретической части или по процедуре проведения расчета, после чего предоставляется время для подготовки ответа.

При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопросов, работа считается защищенной. А курсовая работа оценивается исходя из уровня знаний которые студент продемонстрировал при ответах на вопросы.

На защите курсовой работы студент должен показать: понимание методики расчета отдельных узлов подлежащих расчету, понимание и умение объяснять особенности работы подлежащих расчету схем устройств, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных результатов.

Критерии оценивания курсовой работы

Неудовлетворительно - Расчетная часть содержит значительное количество ошибок. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы

Удовлетворительно - Расчетная часть содержит небольшое количество ошибок. Студент в целом овладел вопросами связанными с курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем

Хорошо - Расчетная часть содержит не более одной ошибки. Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения.

Отлично - Расчетная часть не содержит ошибок. Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

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, доска	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, лабораторные установки: Транзисторный усилитель мощности, Амплитудная модуляция, Автогенераторы гармонических колебаний, Однофазные и двухфазные выпрямители, Тиристорный управляемый выпрямитель, Компенсационный стабилизатор напряжения, Импульсный стабилизатор напряжения	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

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

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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