

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 07.07.2023 11:45:30
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Радиотехнические средства
передачи, приема и обработки
сигналов»



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

«ЭЛЕКТРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ

СРЕДСТВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.01 «Радиотехника»

по профилю

«Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Матвеев А.В.

старший преподаватель Похвалин А.А.

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)	3
Курс	3
Семестр	5
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	56
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

Дисциплина обеспечивает подготовку в области проектирования силовых радиоустройств, входящих в комплекс радиоэлектронных средств (РЭС) и устройств различного назначения.

Изучаются принципы преобразования электрической энергии. В дисциплине рассматриваются также тематически связанные с основным материалом вопросы электромагнитной совместимости и стандартизации.

SUBJECT SUMMARY

«ELECTROCONVERTING DEVICES OF RADIO ELECTRONIC MEANS»

This subject devoted to the study of power radio devices, included in the complex radio systems and devices for different purposes.

We study the principles of the conversion of electrical energy. In the discipline are considered as thematically related to the main material issues of electromagnetic compatibility and standardization.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины: подготовка студента, обладающего достаточным уровнем знаний, умений и навыков для реализации формируемых компетенций в области электропреобразовательных устройств.

2. Задачи дисциплины:

-изучение закономерностей построения выпрямителей, инверторов, конверторов, линейных и импульсных стабилизаторов напряжения и тока. Знание законов действия электромагнитных устройств, освоение методов расчета основных узлов электропреобразовательных устройств телекоммуникационных систем;

-формирование навыков экспериментальных исследований электропреобразовательных устройств телекоммуникационных систем;

-освоение принципов проектирования силовых преобразовательных устройств телекоммуникационных систем, умение технически грамотно выбирать и применять на основе заданных характеристик современную элементную базу.

3. Знания закономерности построения выпрямителей, инверторов, конверторов, линейных и импульсных стабилизаторов напряжения и тока. Знание законов действия электромагнитных устройств, освоение методов расчета основных узлов электропреобразовательных устройств телекоммуникационных систем.

4. Умения технически грамотно выбирать и применять на основе заданных характеристик современную элементную базу. Работать с принципиальными схемами основных функциональных узлов и блоков электропреобразовательных устройств.

5. Навыки проектирования силовых преобразовательных устройств телекоммуникационных систем.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Теоретические основы электротехники»
3. «Основы электроники и радиоматериалы»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Прием и обработка широкополосных сигналов в системах специальной радиоэлектроники»
2. «Прием и обработка радиосигналов»

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-2	Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов и блоков радиотехнических устройств и систем</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем</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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			1
2	Неуправляемые выпрямители	6	5		11
3	Управляемые выпрямители	4	3		7
4	Сглаживающие фильтры	4			4
5	Стабилизация напряжения и тока	4	6		10
6	Преобразователи переменного и постоянного тока	2			3
7	Импульсные источники электропитания	2			3
8	Основные законы электромагнетизма и характеристики ферромагнитных материалов	2			3
9	Дроссели и трансформаторы источников вторичного электропитания	4			4
10	Широкополосные и импульсные трансформаторы	2	3		5
11	Электрические машины постоянного и переменного тока	2			4
12	Заключение	1		1	1
	Итого, ач	34	17	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет курса "Электропреобразовательные устройства РЭС" и его задачи. Характеристика дисциплины как целостной системы знаний, охватывающей вопросы использования электрофизических явлений при построении преобразовательных устройств. Структура и содержание дисциплины; ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Принципы построения устройств электропитания сложных радиотехнических систем. Первичные и вторичные источники электропитания РЭС, их основные характеристики.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Неуправляемые выпрямители	<p>Назначение выпрямителей. Структурные схемы. Принцип выпрямления переменного тока. Классификация схем выпрямления: однотактные и двухтактные, однофазные и многофазные.</p> <p>Влияние характера нагрузки на работу выпрямителя. Анализ выпрямительных схем при нагрузках с различной реакцией.</p> <p>Влияние индуктивных и резистивных сопротивлений в анодных цепях диодов на работу выпрямителя. Внешняя характеристика выпрямителя.</p> <p>Схемы выпрямителей с умножением напряжения. Бестрансформаторные выпрямители для микроэлектронной радиоаппаратуры.</p> <p>Особенности работы трансформатора в выпрямителе: коэффициенты увеличения расчетной мощности трансформатора, вынужденное намагничивание магнитопровода трансформатора и способы его устранения.</p>
3	Управляемые выпрямители	<p>Общие принципы управления выпрямленным напряжением. Схемы тиристорных выпрямителей. Режим работы при нагрузке с резистивной и индуктивной реакцией. Регулировочные характеристики.</p>
4	Сглаживающие фильтры	<p>Коэффициент сглаживания. Основные схемы, характеристики и основы расчета сглаживающих фильтров. Переходные процессы в фильтрах. Активные фильтры, принцип построения и характеристики.</p>
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>Принцип действия линейных компенсационных стабилизаторов напряжения и тока, функциональная схема, коэффициент стабилизации. Импульсные (ключевые) стабилизаторы. Интегральные стабилизаторы.</p>
6	Преобразователи переменного и постоянного тока	<p>Принцип работы, классификация, область применения инверторов и конверторов в РЭС. Однотактные и двухтактные транзисторные инверторы. Основные схемы и характеристики транзисторных конверторов.</p>
7	Импульсные источники электропитания	<p>Выпрямители с импульсной нагрузкой и модуляторы. Принцип работы, классификация импульсных модуляторов по типу накопителя энергии и коммутатора.</p>
8	Основные законы электромагнетизма и характеристики ферромагнитных материалов	<p>Законы магнитной цепи. Характеристики и параметры ферромагнитных материалов, применяемых в РЭС.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
9	Дроссели и трансформаторы источников вторичного электропитания	<p>Назначение и классификация дросселей. Нелинейность дросселя с замкнутым магнитопроводом.</p> <p>Назначение и классификация трансформаторов. Сетевые трансформаторы. Уравнения ЭДС и МДС двухмоточного трансформатора. Эквивалентные электрические схемы трансформатора. Потери, КПД и внешняя характеристика трансформатора.</p> <p>Конструктивное выполнение трансформаторов. Особенности трансформаторов для микроэлектронной радиоаппаратуры.</p> <p>Основы расчета трансформаторов. Связь электромагнитной мощности с габаритами трансформатора, рабочей частотой и параметрами магнитопровода.</p>
10	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> <p>Широкополосные и импульсные трансформаторы на основе отрезков линии передачи. Принципы построения трансформаторов с нецелочисленными значениями коэффициента трансформации. Эквивалентная схема, конструкции и характеристики.</p>
11	Электрические машины постоянного и переменного тока	<p>Области применения электрических машин в РЭС. Принцип действия электрических машин, устройство коллекторных, асинхронных, синхронных машин. Режимы работы -режимы двигателя, генератора. Основные характеристики электрических машин, рабочие и регулировочные характеристики двигателей, внешние характеристики генераторов.</p>
12	Заключение	<p>Основные тенденции и направления дальнейшего развития и совершенствования электропреобразовательных устройств РЭС. Миниатюризация источников вторичного электропитания, повышение КПД преобразовательных устройств, работающих в широком диапазоне частот; вопросы электромагнитной совместимости.</p>

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование однофазного однотактного выпрямителя	2
2. Исследование однофазного двухтактного выпрямителя	3
3. Исследование управляемого выпрямителя	3

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
4. Исследование транзисторного линейного стабилизатора постоянного напряжения	3
5. Исследование импульсного стабилизатора постоянного напряжения	3
6. Исследование широкополосного трансформатора	3
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и ин-

формационными 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 дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

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

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	7
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	6
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	10
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	1
ИТОГО СРС	56

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Арсеньев, Геннадий Николаевич. Электропреобразовательные устройства РЭС [Текст] : учеб. пособие для вузов Космических войск по направлению "Радиотехника" / Г.Н. Арсеньев, И.В. Литовко, 2008. -494 с.	20
2	Электропреобразовательные устройства [Текст] : лаб. практикум / [А. В. Матвеев [и др.], 2013. -97, [1] с.	45
3	Электропреобразовательные устройства [Текст] : лаб. практикум / А.В. Митрофанов, В.В.Полевой, В.Г. Сафин [и др], 2002. -75 с.	5
4	Попков, Олег Захарович. Основы преобразовательной техники [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика, электротехнологии" / О.З. Попков, 2010. -199, [1] с.	36
5	Попков, Олег Захарович. Основы преобразовательной техники [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика, электротехнологии" / О.З. Попков, 2005. -200 с.	8
Дополнительная литература		
1	Иванов-Цыганов, Анатолий Иванович. Электротехнические устройства радиосистем [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Радиотехника" / А.И. Иванов-Цыганов, 1984. -280 с.	51
2	Попков, Олег Захарович. Основы преобразовательной техники [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика, электротехнологии" / О.З. Попков, 2010. -199, [1] с.	36
3	Руденко, Владимир Семенович. Основы преобразовательной техники [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Промышленная электроника" / В.С. Руденко, В.И. Сенько, И.М. Чиженко, 1980. -423 с.	63
4	Сажнев, Александр Михайлович. Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств [Электронный ресурс] : Учебное пособие Для вузов / Сажнев А. М., Рогулина Л. Г., 2020. -204 с	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Источники вторичного электропитания http://www.studfiles.ru/preview/1604939/
2	Сажнев, А. М. Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств https://urait.ru/bcode/446283

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11364>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

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

Особенности допуска

Допуск к сдаче дифф. зачета требует выполнения цикла лабораторных работ и защиты отчетов по ним. Оценка на дифф. зачете выставляется по результатам ответа на билет.

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

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Какими показателями характеризуется работа выпрямителя?
2	Нарисовать и объяснить работу исследуемых схем выпрямителей, а также временные диаграммы токов и напряжений в основных цепях при различных нагрузках: а) резистивной R_n ; б) резистивно-индуктивной $L\phi R_n$; в) резистивно-емкостной $R_n C$.
3	Объяснить ход внешних характеристик выпрямителя при различных сглаживающих фильтрах
4	Нарисовать графики зависимостей постоянной составляющей выпрямленного напряжения U_0 от индуктивности дросселя в цепи нагрузки ($U_0 = f(L\phi)$), коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения $k_p = f(L\phi)$ для однофазной одноконтурной, однофазной одноконтурной с обратным диодом и однофазной двухконтурной схем выпрямления.
5	Как изменится форма импульса тока диода: а) при изменении значений индуктивности $L\phi$ в цепи нагрузки; б) при изменении емкости C_1 фильтра для исследуемых схем выпрямителей?
6	Дать сравнительную оценку зависимости коэффициента сглаживания фильтров от тока нагрузки I_0 для выпрямителей с индуктивным и емкостным фильтрами.
7	Что такое габаритная (типовая) мощность трансформатора в выпрямителе и коэффициент мощности выпрямителя, как они зависят от схемы и от характера нагрузки выпрямителя? Почему значение $P_{ГАБ} > P_0$?
8	Что такое вынужденное намагничивание сердечника трансформатора и как оно влияет на характеристики выпрямителя? Каковы способы устранения вынужденного намагничивания?
9	Как и почему изменяется напряжение на выходе компенсационного стабилизатора при увеличении (уменьшении) напряжения на входе, сопротивления нагрузки, напряжения эталонного источника, коэффициента передачи цепи обратной связи, температуры элементов схемы?
10	От каких параметров зависят динамические потери (в транзисторе и рекуперативном диоде) в импульсных преобразователях и стабилизаторах?
11	В чем причина возникновения сквозных токов в импульсных преобразователях и в чем их опасность?

Форма билета

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

БИЛЕТ № 2

Дисциплина **Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств ФРТ**

1. В чем отличие схемы компенсационного стабилизатора тока от схемы стабилизатора напряжения?

2. Как изменяется значение основного магнитного потока (магнитной индукции) в сердечнике трансформатора при изменении напряжения на первичной обмотке, сопротивления нагрузки, магнитной проницаемости материала сердечника, частоты входного сигнала?

3. Задача.

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
5	Неуправляемые выпрямители	
6	Управляемые выпрямители	Коллоквиум
9	Стабилизация напряжения и тока	
10		Коллоквиум
13	Дроссели и трансформаторы источников вторичного электропитания	
14		Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

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

на лабораторных работах:

В процессе обучения по дисциплине «Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств» студент обязан выполнить 6 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых двух лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 6, 10, 14 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 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. 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. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, 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.

Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

самостоятельной работы студентов

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

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска, ноутбук, проектор, экран.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторные стенды для изучения электропреобразовательных устройств – в соответствии с контингентом	
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