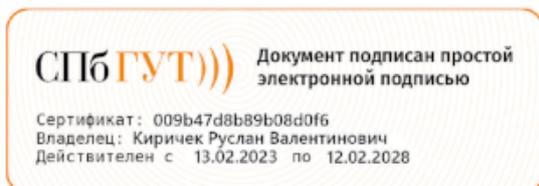


**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра _____ Теоретических основ телекоммуникаций _____
(полное наименование кафедры)



Регистрационный №_23.09/232-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные преобразователи с минимальными динамическими потерями

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.04.04 Электроника и микроэлектроника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

магистр

(квалификация)

Промышленная электроника

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.04.04 Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.09.2017 № 956, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Современные преобразователи с минимальными динамическими потерями» является:

изучения различных способов уменьшения динамических потерь в ключевых преобразователях (ключевые преобразователи с "мягкой" коммутацией, резонансные преобразователи, преобразователи класса E), их достоинств и недостатков.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

рассмотрением принципов работы каждого рассмотренного преобразователя, компьютерному моделированию и рассмотрению различных характеристик каждого рассмотренного преобразователя

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные преобразователи с минимальными динамическими потерями» Б1.В.03 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры «11.04.04 Электроника и наноэлектроника». Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как: «Силовые полупроводниковые ключи в преобразовательной технике»; «Современные преобразователи модуляционного типа».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ПК-1	Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников
2	ПК-2	Готов определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ
3	ПК-5	Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
4	ПК-10	Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

ПК-1.1	Знает современные технические требования к выбору конструктивно-технологического базиса изделий микро- и нанoeлектроники
ПК-1.2	Умеет анализировать литературные и патентные источники при разработке изделий микро- и нанoeлектроники
ПК-1.3	Владеет навыками конструирования изделий микро- и нанoeлектроники
ПК-2.1	Знает схемы и устройства изделий микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения
ПК-2.2	Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ
ПК-2.3	Владеет навыками разработки архитектуры изделий микро- и нанoeлектроники
ПК-5.1	Знает современные технологические процессы производства изделий микро- и нанoeлектроники
ПК-5.2	Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники
ПК-5.3	Владеет навыками проектирования технологических процессов производства изделий микро- и нанoeлектроники
ПК-10.1	Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники
ПК-10.2	Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники
ПК-10.3	Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			2
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	144	144
Контактная работа с обучающимися		44.35	44.35
в том числе:			
Лекции		20	20
Практические занятия (ПЗ)			-
Лабораторные работы (ЛР)		22	22
Защита контрольной работы			-
Защита курсовой работы			-
Защита курсового проекта			-
Промежуточная аттестация		2.35	2.35
Самостоятельная работа обучающихся (СРС)		66	66
в том числе:			
Курсовая работа			-
Курсовой проект			-
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала		66	66
Подготовка к промежуточной аттестации		33.65	33.65
Вид промежуточной аттестации			Экзамен

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная
1	Раздел 1. Импульсные преобразователи напряжения (ИПН) с "мягкой" коммутацией транзисторов	ИПН с переключением при нуле напряжения. ИПН с переключением при нуле тока. ИПН с переключением при нуле тока и напряжения	2		
2	Раздел 2. Резонансные импульсные преобразователи напряжения	ИПН с последовательным резонансным контуром. ИПН с параллельным резонансным контуром. ИПН с последовательно-параллельным резонансным контуром	2		
3	Раздел 3. Преобразователи класса E	Преобразователи класса E. Структура. Принцип работы. Характеристики	2		
4	Раздел 4. Реализация "мягкой" коммутации в инверторе напряжения	Потери в инверторе напряжения. Варианты реализации "мягкой" коммутации	2		

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 5

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Интеллектуальная силовая электроника
2	Особенности проектирования устройств силовой электроники
3	Подавление электромагнитных помех в устройствах и системах промышленной электроники

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семинары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Импульсные преобразователи напряжения (ИПН) с "мягкой" коммутацией транзисторов	8		8		17	33

2	Раздел 2. Резонансные импульсные преобразователи напряжения	8		6		17	31
3	Раздел 3. Преобразователи класса E	2		4		16	22
4	Раздел 4. Реализация "мягкой" коммутации в инверторе напряжения	2		4		16	22
Итого:		20	-	22	-	66	108

6. Лекции

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Номер раздела	Тема лекции	Всего часов
1	1	Потери в ключе и диоде, инерционность диода. Выходная емкость транзистора, ее влияние на потери. Разновидности жесткого и мягкого переключений	2
2	1	Несимметричный DC-DC преобразователь с активным клампом	2
3	1	Несимметричный полумостовой преобразователь. Несимметричный мостовой преобразователь	2
4	1	Мостовой преобразователь с фазовым управлением. Выключение выходных диодов, улучшение их работы	2
5	2	Последовательный и параллельный резонансные преобразователи	2
6	2	DC-DC преобразователи с подключением нагрузки последовательно к резонансному контуру	2
7	2	LLC - преобразователь	2
8	2	DC-DC преобразователи с подключением нагрузки к конденсатору резонансного контура	2
9	3	Преобразователи класса E	2
10	4	Реализация "мягкой" коммутации в инверторе напряжения	2
Итого:			20

7. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	1	Импульсные преобразователи напряжения (ИПН) с "мягкой" коммутацией транзисторов	8
2	2	Резонансные импульсные преобразователи напряжения	6
3	3	Преобразователи класса E	4
4	4	Реализация "мягкой" коммутации в инверторе напряжения	4
Итого:			22

8. Практические занятия (семинары)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 9

№ п/п	Номер раздела	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля	Всего часов
1	1	Импульсные преобразователи напряжения (ИПН) с "мягкой" коммутацией транзисторов	Собеседование	17
2	2	Резонансные импульсные преобразователи напряжения	Собеседование	17
3	3	Преобразователи класса E	Собеседование	16
4	4	Реализация "мягкой" коммутации в инверторе напряжения	Собеседование	16
Итого:				66

11. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета «Положение о фонде оценочных средств» и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы

- формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

13.1. Основная литература:

1. Костиков, В. Г.
Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование : учебник / В. Г. Костиков, Е. М. Парфенов, В. А. Шахнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2001. - 342 с. : ил. - ISBN 5-93517-052-3 : 117.70 р. - Текст : непосредственный.
2. Родыгин, А. В.
Устройства силовой электроники : [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Родыгин. - Новосибирск : НГТУ, 2020. - 76 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152192>. - ISBN 978-5-7782-4129-9 : Б. ц. Книга из коллекции НГТУ - Инженерно-технические науки. Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия

13.2. Дополнительная литература:

1. Семенов, Б. Ю.
Силовая электроника для любителей и профессионалов : научно-популярная литература / Б. Ю. Семенов. - М. : СОЛОН-Р, 2001. - 327 с. : ил. - ISBN 5-93455-089-6 : 93.75 р. - Текст : непосредственный.
2. Негадаев, В. А.
Силовая электроника : [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Негадаев. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. - 126 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/145145>. - ISBN 978-5-00137-161-8 : Б. ц. Книга из коллекции КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева - Инженерно-технические науки
3. Попов, В. И.
Основы силовой электроники : [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. И. Попов, Е. Д. Баранов, А. В. Удовиченко, А. Г. Волков [и др.]. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 92 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152214>. - ISBN 978-5-7782-3943-2 : Б. ц. Книга из коллекции НГТУ - Инженерно-технические науки

14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- www.sut.ru
- lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut

15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

15.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Современные преобразователи с минимальными динамическими потерями» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить пробелы в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

15.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При

работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

15.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

15.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучающегося на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании

текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждение понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

15.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 10

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
4	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
5	Аудитория для самостоятельной работы	Компьютерная техника
6	Читальный зал	Персональные компьютеры

Рабочая программа дисциплины
«Современные преобразователи с минимальными динамическими потерями»

Код и наименование направления подготовки/специальности:

11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность/профиль образовательной программы:

Промышленная электроника

Из п. 14.2 Информационно-справочные системы исключить с 08.01.2020 г.
строку: ЭБС IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)

Основание: прекращение контракта № 4784/19 от 25.01.2019 г. на
предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Внесенные изменения утверждаю:

Начальник УМУ _____ Л.А. Васильева