

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники
Небольсин В.А.

«21» декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Математические методы анализа преобразовательной техники»

Направление подготовки 11.04.03 Конструирование и технология
электронных средств

Магистерская программа Автоматизированное проектирование и
технология радиоэлектронных средств специального назначения

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 мес

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2022

Автор программы

/Пирогов А.А./

Заведующий кафедрой
Конструирования и
производства
радиоаппаратуры

/Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

/Башкиров А.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Получение теоретических знаний о методах исследования, анализа и оптимизации параметров преобразовательных устройств. Получение практических навыков исследования основных видов транзисторных преобразователей.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Получение практических навыков исследования основных видов транзисторных преобразователей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические методы анализа преобразовательной техники» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математические методы анализа преобразовательной техники» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 – Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ

ПК-3 – Способен проектировать функциональные блоки, модули, устройства, системы и комплексы электронных средств с учетом заданных требований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать: источники информации и документации, сайты профессиональных сообществ в сети «Интернет»
	Уметь: находить и анализировать информацию по современным полупроводниковым компонентам, магнитным материалам и техническим решениям
	Владеть: системами САПР и пакетами математических расчетов
ПК-3	Знать: современные способы и инструменты анализа работы транзисторных преобразователей
	Уметь: анализировать и оценивать параметры импульсных транзисторных преобразователей
	Владеть: навыками проектирования и оптимизации основных схем транзисторных преобразователей

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математические методы анализа преобразовательной техники» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические работы	18	18
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки	36	36
Самостоятельная работа	54	54
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СР	Всего, час
1	Расчет и оптимизация потерь в полупроводниковых приборах	Потери в транзисторных преобразователях. Статические и динамические потери. Влияние параметров транзисторов и диодов на динамические потери. Расчет потерь в ключах и диодах. <i>В т.ч. практическая подготовка обучающихся</i>	8	4 4	16	28
2	Расчет магнитных компонентов преобразовательных устройств	Свойства и предельные параметры магнитных материалов. Потери в магнитных материалах и их расчет. Влияние скин-эффекта и эффекта близости на потери в проводниках. Расчет и оптимизация трансформаторов и дросселей <i>практическая подготовка обучающихся</i>	6	4 4	18	28
3	Проектирование систем регулирования и стабилизации выходных параметров	Непрерывные линейные системы автоматического управления. Использование преобразования Лапласа для анализа линейных систем. Графическое представление передаточной функции на s-плоскости. Частотные критерии устойчивости и их практическое применение. Аналоговые устройства коррекции и их виды. <i>практическая подготовка обучающихся</i>	6	2 2	18	26
4	Исследование передаточных функций основных типов транзисторных преобразователей	Линейная модель понижающего, повышающего, обратного преобразователя в режиме непрерывного тока. Управление по пиковому току и влияние на передаточную функцию. Передаточные функции основных видов преобразователей в режиме управления по	6	2	18	26

		пиковому току <i>практическая подготовка обучающихся</i>		2		
Итого			26	12(12)	70	108

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на лабораторных работах:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Расчет потерь в ключах и диодах	ПК-3
2	Расчет и оптимизация трансформаторов и дросселей	ПК-3
3	Практическое применение частотных критериев устойчивости	ПК-2
4	Проектирование корректирующих звеньев	ПК-2

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Расчет магнитных компонентов
2. Расчет потерь в импульсном преобразователе
3. Проектирование корректирующего звена транзисторного преобразователя

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать: источники информации и документации, сайты профессиональных сообществ в сети «Интернет»	Активная работа на практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: находить и анализировать информацию по современным полупроводниковым компонентам, магнитным материалам и техническим решениям	Решение не менее половины стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: системами САПР и пакетами математических расчетов	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать: современные способы и инструменты анализа работы транзисторных преобразователей	Активная работа на практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: анализировать и оценивать параметры импульсных транзисторных преобразователей	Решение не менее половины стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: навыками проектирования и оптимизации основных схем транзисторных преобразователей	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать: источники информации и документации, сайты профессиональных сообществ в сети «Интернет»	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь: находить и анализировать	Решение стандартных	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	информацию по современным полупроводниковым компонентам, магнитным материалам и техническим решениям	практических задач	большинстве задач	
	Владеть: системами САПР и пакетами математических расчетов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать: современные способы и инструменты анализа работы транзисторных преобразователей	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь: анализировать и оценивать параметры импульсных транзисторных преобразователей	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: навыками проектирования и оптимизации основных схем транзисторных преобразователей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Источники и виды потерь в транзисторных преобразователях.
2. Динамические потери в транзисторе при включении и выключении
3. Динамические потери в диоде. Влияние типов и параметров диода на динамические потери
4. Основные соотношения для расчета магнитных компонентов
5. Прямое и обратное преобразование Лапласа, свойства преобразования Лапласа
6. Определение вида АЧХ и ФЧХ линейных систем по расположению нулей и полюсов на s-плоскости.
7. Анализ устойчивости линейных систем с помощью диаграммы Боде.
8. Оценка переходного процесса по АЧХ замкнутой системы.
9. Способы определения непрерывной линейной модели силовой части преобразователя
10. Линейная модель понижающего преобразователя в режиме непрерывного тока
11. Линейная модель повышающего преобразователя в режиме непрерывного тока
12. Устройства коррекции, их типы и вид передаточной функции
13. Схема и анализ корректирующей цепочки 2 рода
14. Управление по пиковому току и его преимущества

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Установка свободного программного обеспечения Octave для проведения математических расчетов.
2. Использование возможностей Octave для построения графиков функций
3. Использование Octave для отображения данных на комплексной плоскости и графического представления передаточных функций.
4. Построение диаграмм Боде в среде Octave7.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.4 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.5 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Расчет и оптимизация потерь в полупроводниковых приборах	ПК-2, ПК-3	Тест
2	Расчет магнитных компонентов преобразовательных устройств	ПК-2, ПК-3	Тест
3	Проектирование систем регулирования и стабилизации выходных параметров	ПК-2, ПК-3	Тест
4	Исследование передаточных функций основных типов транзисторных преобразователей	ПК-2, ПК-3	Тест

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики

выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Семенов, Б. Ю. Силовая электроника для любителей и профессионалов / Б.Ю.Семенов .— М. : СОЛОН-Р, 2001 .— 327 с.

2. Зиновьев, Г. С. Силовая электроника : учебное пособие для бакалавров : [учебное пособие для студ. специальности "Промышл. электроника"] / Г.С. Зиновьев ; Новосибирский гос. техн. ун-т .— 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2012 .— 667 с.

3. Уильямс, Барри. Силовая электроника: приборы, применение, управление : Справочное пособие / Пер.с англ. В.В. Попова .— М. : Энергоатомиздат, 1993 .— 239,[1]с.

4. Ситник, Н. Х. Силовая полупроводниковая техника / Н.Х. Ситник .— М. : Энергия, 1968 .— 320 с.

5. Ушаков В.Н. Электротехника и электроника : Учеб. пособие для студ. вузов / В.Н. Ушаков .— М. : Радио и связь, 1997 .— 327 с.

6. Хоровиц, Пауль. Искусство схемотехники = The art of electronics / П. Хоровиц, У. Хилл ; Пер. с англ. Б.Н. Бронина [и др.] .— Изд. 7-е .— Москва : Мир : БИНОМ, 2011 .— 704 с.

7. Справочник по зарубежным транзисторам / Сост. А. Родин .— М. : Солон, 1998 .— 654 с. — (Ремонт ; Вып. 21)

8. Силовые полупроводниковые приборы / International Rectifier ; Пер. с англ. под ред. В.В. Токарева .— Воронеж, 1995 .— 661 с.

10. Методы расчета электромагнитных полей в устройствах электроники и электротехники / АН УССР. Научн. совет по Кибернетике. Институт кибернетики. Секция "Кибернетическая техника"; [ред. М.И. Сахарова] .— Киев, 1972 .— 102 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Импульсные источники питания. Современная схемотехника.: <http://www.mobipower.ru>
2. Форум по электронике: <http://forum.cxem.net/>
3. Форум Vegalab: <http://forum.vegalab.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория укомплектованное специализированной мебелью, оборудованное техническими средствами обучения: персональными компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Математические методы анализа преобразовательной техники» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками,

	<p>дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>