

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана факультета
радиотехники и электроники



Небольсин В.А.

«07» февраля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Проектирование источников питания»

Направление подготовки 11.04.03 Конструирование и технология
электронных средств

Профиль Силовая электроника

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 мес

Форма обучения очная / заочная

Автор программы

/Пирогов А.А./

Заведующий кафедрой
конструирования и
производства
радиоаппаратуры

/Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

/ Башкиров А.В./

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Подготовить обучаемых к самостоятельному выполнению разработки источников питания по техническому заданию

1.2. Задачи освоения дисциплины

Обеспечить уровень знаний необходимый для того, что бы обучаемый на основе технического задания и используя полученный опыт мог разработать схему и конструкцию источника питания пригодные для реализации конечного продукта

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Проектирование источников питания» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Проектирование источников питания» направлен на формирование следующих компетенций:

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать схемотехнику источников питания на уровне достаточном для проектирования любого изделия силовой схемотехники
	уметь применять электронные компоненты на основе глубоко знания их основных и дополнительных параметров, применять весь спектр конструктивных и схемотехнических решений для повышения эффективности изделия
	владеть навыками подбора основных компонентов силового контура по основным и дополнительным параметрам, оптимизации параметров используемых элементов схемы и применяемых решений для повышения эффективности конечного изделия

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Проектирование источников питания» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
Аудиторные занятия (всего)	88	26	62
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	36		36
Самостоятельная работа	56	10	46
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	36	144
зач.ед.	5	2	3

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	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Однотактные преобразователи напряжения.	Однотактные прямоходовые и обратногоходовые преобразователи напряжения (ПН). Однотактные обратногоходовые ПН: автогенераторный, классический, квазирезонансного типа, с активным клампером, синхронным выпрямителем. Однотактные прямоходовые ПН: с обмоткой размагничивания, двухтранзисторная, резонансная, с активным клампером, Комбинированные: прямо-обратногоходовая, асимметричный полумост.	12	6	6	6	30
2	Корректоры коэффициента мощности (ККМ)	Понятие коэффициента мощности. Базовые схемы КМ. Типовые контроллеры для схем ККМ. Корректоры коэффициента мощности ККМ. Роль корректоров. Активные и пассивные ККМ. Активные ККМ понижающего, повышающего и комбинированного типа. Режимы работы ККМ. Снижение потерь. Многофазные ККМ. Безмостовые ККМ. Достоинства и недостатки. Способы устранения основных недостатков. Область применения. Составление ТЗ – индивидуально. Выбор способа реализации и ККМ. Моделирование и расчет выбранной схемы. Защита полученного результата. <u>Разработка и изготовление макета</u>	12	6	6	6	30
3	Двухтактные преобразователи напряжения	Схема: полумостовая, мостовая. Многофазные схемы. Схемы выпрямителей. Синхронные выпрямители	10	6	6	6	28
4	Резонансные ПН	Резонансные ПН : полумостовой LLC типа, мостовой резонансный ПН	10	6	4	6	26

5	Методы повышения эффективности преобразователей напряжения.	Схемотехнические, топологические, конструктивные подходы повышения качества ПН. Снижения динамических потерь: квазирезонансное переключение, вспомогательные ключи, выбор момента коммутации и сигнальные процессоры. Равномерная загрузка ключей. Синхронное выпрямление. Снижение помех. Экранировка магнитных и электрических полей. Применение методов повышения качества ПН к каждому из рассмотренных типов ПН. Выбор базовой топологии и повышение ее эффективности.	10	4	4	3	21
Итого			54	28	26	27	135

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Однотактные преобразователи напряжения
2. Двухтактные преобразователи напряжения

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Схемотехника источников питания»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Схемотехника источников питания персональных компьютеров
- Бесперебойные источники питания и их схемотехника
- Направления развития современной схемотехники и элементной базы преобразовательной техники

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

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-3	знать схемотехнику источников питания на уровне достаточном для проектирования	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

	любого изделия силовой схемотехники			
	уметь применять электронные компоненты на основе глубоко знания их основных и дополнительных параметров, применять весь спектр конструктивных и схемотехнических решений для повышения эффективности изделия	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 подбора основных компонентов силового контура по основным и дополнительным параметрам, оптимизации параметров используемых элементов схемы и применяемых решений для повышения эффективности конечного изделия	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 2, 3 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-3	знать схемотехнику источников питания на уровне достаточном для проектирования любого изделия силовой схемотехники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь применять электронные компоненты на основе глубоко знания их основных и дополнительных параметров, применять весь спектр конструктивных и	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	схемотехнических решений для повышения эффективности изделия			
	владеть навыками подбора основных компонентов силового контура по основным и дополнительным параметрам, оптимизации параметров используемых элементов схемы и применяемых решений для повышения эффективности конечного изделия	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	знать схемотехнику источников питания на уровне достаточном для проектирования любого изделия силовой схемотехники	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять электронные компоненты на основе глубоко знания их основных и дополнительных параметров, применять весь спектр конструктивных и схемотехнических решений для повышения эффективности изделия	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками подбора основных компонентов силового контура	Решение прикладных задач в конкретной	Задачи решены в полном объеме и	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве	Задачи не решены

по основным и дополнительным параметрам, оптимизации параметров используемых элементов схемы и применяемых решений для повышения эффективности конечного изделия	предметной области	получены верные ответы	верный ответ во всех задачах	задач	
--	--------------------	------------------------	------------------------------	-------	--

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 Классический полумост с выпрямителем со средней точкой.
- 2 Классический полумост с удвоителем тока
- 3 Асимметричный полумост.
- 4 Полный мост с широтным управлением.
- 5 Полный мост с фазовым управлением.
- 6 Резонансная мостовая схема с фазовым м управлением.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Моделирование однотактного обратного преобразователя напряжения на основе UC3842
2. Моделирование однотактного прямоходового преобразователя напряжения на основе UC3842
3. Моделирование однотактного обратного преобразователя напряжения на основе автогенераторной схемы
4. Моделирование однотактного преобразователя напряжения на основе контроллера NCP.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Моделирование двухтактного преобразователя напряжения на основе полумостовой схемы
2. Моделирование схемы преобразователя на основе асимметричного полумоста
3. Моделирование схемы преобразователя на основе резонансного полумоста.
4. Моделирование схемы корректора коэффициента мощности на основе повышающего преобразователя напряжения.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

- 1 Классический полумост с выпрямителем со средней точкой.
- 2 Классический полумост с удвоителем тока
- 3 Асимметричный полумост.
- 4 Полный мост с широтным управлением.
- 5 Полный мост с фазовым управлением.

6 Резонансная мостовая схема с фазовым управлением.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- 1 Критерии выбора схемотехнического решения для реализации проекта
- 2 Основные параметра индуктивных элементов
- 3 Активная и реактивная мощность в используемых компонентах
- 4 Расчетный ресурс электролитических конденсаторов
- 5 Критерии выбора номиналов компонентов
- 6 Особенности работы выбранного контроллера
- 7 Преимущества и недостатки выбранной схемы реализации
- 8 Основные и дополнительные параметры достигнутые в изделии
- 9 Сравнительная (по отношению к другим возможным решениям) стоимость выбранной реализации (высокая, низкая средняя)
- 10 Сравнительная (по отношению к другим возможным решениям) сложность и технологичность выбранной реализации (высокая, низкая средняя)
- 11 Достигнутая плотность преобразования мощности

7.2.6. 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.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Однотактные преобразователи напряжения.	ПК-3	Тест
2	Корректоры коэффициента мощности (ККМ)	ПК-3	Тест
3	Двухтактные преобразователи напряжения	ПК-3	Тест
4	Резонансные ПН	ПК-3	Тест
5	Методы повышения эффективности преобразователей напряжения.	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.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Подгорный В.В., Семенов Е.С. Источники вторичного электропитания. Практикум / -М.: Издательство "Горячая линия-Телеком", 2016. – 150 с.

<https://e.lanbook.com/book/111088>

2. Теория работы и расчет импульсных преобразователей напряжения / -М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2015, - 30 с.

<https://e.lanbook.com/book/103376>

3. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радио-электронных устройств (часть 1): учебное пособие /В.А. Кологривов Томск: ТУСУР – 2012. 120 с.:

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4930

4. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радио-электронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Томск : ТУСУР – 2012. 132 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4929

5. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы: Учеб. пособие. 9-е изд./В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=300

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:

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> - единое окно доступа к информационным

ресурсам;

<http://www.edu.ru/> - федеральный портал «Российское образование»;

Образовательный портал ВГТУ;

<http://www.iprbookshop.ru/> - электронная библиотечная система

IPRbooks;

www.elibrary.ru - научная электронная библиотека

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

<https://docplan.ru/> - бесплатная база ГОСТ.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (компьютерный класс), оснащенная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;
- принтер цветной лазерный;
- 3D принтер «Альфа-2»;
- доска магнитно-маркерная поворотная

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон.

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

По дисциплине «Проектирование источников питания» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета источников питания. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
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, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.

Подготовка к промежуточной аттестации	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, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
---------------------------------------	--

11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			