Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
по учебно-методической работе
филиала ФГБОУ ВО
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске
_____ В.В. Рожков
«28» 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Импульсные источники электропитания

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): 12.03.02 «Оптотехника»

Профиль: «Оптико-электронные приборы и системы»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавриата «Оптотехника», утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 948.

Программу составил:
Заведующий кафедрой
«Электроники и микропроцессорной техники»
д-р техн. наук, доцент _____ Якименко Игорь Владимирович
подпись ФИО

«24» июня 2021 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»
«25» июня 2021 г., протокол № 11

Зам. заведующего кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники**»:**

_____ Смолин Владимир Алексеевич
подпись ФИО

«02» июля 2021 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Ответственный в филиале по работе
с ЛОВЗ и инвалидами

_____ Зуева Елена Владимировна
подпись ФИО

«02» июля 2021 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью является подготовка обучающихся к производственно-технологической деятельности по направлению бакалавриата 12.03.02 «Оптотехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачи: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Б1.В.14 «Импульсные источники электропитания» относится к вариативной части программы.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.В.04 «Основы научных исследований»; Б1.В.12 «Конструирование и проектирование ОЭС»; Б1.В.ДВ.05.01 «Средства передачи информации»; Б1.В.ДВ.05.02 «Схемотехника сопряжения информационных сетей», Б2.В.02(П) «Производственно-технологическая практика».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-4 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментальног о исследования параметров и характеристик приборов оптотехники, оптических и оптико-электронных систем, комплексов различного функционального назначения	**ПК-4.1** Аргументировано выбирает эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов оптотехники, оптических и оптико-электронных систем, комплексов различного функционального назначения	**Знает:** Как аргументировано выбирать эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов оптотехники, оптических и оптико-электронных систем, комплексов различного функционального назначения **Умеет:** Аргументировано выбирать эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов оптотехники, оптических и оптико-электронных систем, комплексов различного функционального назначения **Владеет:** Методами аргументировано выбора эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов оптотехники, оптических и оптико-электронных систем, комплексов

		различного функционального назначения
	ПК-4.2 Реализует на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов оптотехники, оптических и оптико-электронных систем, комплексов различного функционального назначения	**Знает:** Как реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов оптотехники, оптических и оптико-электронных систем, комплексов различного функционального назначения **Умеет:** Реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов оптотехники, оптических и оптико-электронных систем, комплексов различного функционального назначения **Владеет:** Методами реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов оптотехники, оптических и оптико-электронных систем, комплексов различного функционального назначения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура дисциплины:

-	-	Форма контроля						з.е.		-	Итого акад.часов					Курс 4													
																Сем. 7								Сем. 8							
Индекс	Наименование	Экзамен	Зачет	Зачет с оц.	КР	Реферат	РГР	Экспертное	Факт	Часов в з.е.	Экспертное	По плану	Контакт часы	СР	Контроль	з.е.	Итого	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Контроль	з.е.	Итого	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Контроль
Б1.В.14	Импульсные источники электропитания	8					8	5	5	36	180	180	50	94	36									5	180	10	20	20		94	36

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз — экзамен;
ЗаО — зачет с оценкой;
За — зачет;

Виды работ:

Контакт. — контактная работа обучающихся с преподавателем;
Лек. — лекционные занятия;
Лаб. — лабораторные работы;
Пр. — практические занятия;
КРП — курсовая работа (курсовой проект);
РГР — расчетно-графическая работа (реферат);
СР — самостоятельная работа студентов;
з.е. — объем дисциплины в зачетных единицах.

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание	
1	лекционные занятия 5 шт. по 2 часа (10 часов): **Тема 1. Однотактные преобразователи с гальванической развязкой.** 1.1 Обратноходовой и прямоходовой преобразователи. Способы размагничивания трансформатора прямоходового преобразователя. Методика расчета высокочастотных импульсных трансформаторов для источников питания. **Тема 2. Двухтактные преобразователи с гальванической развязкой.** 1.2 Преобразователь со средней точкой первичной обмотки, полумостовой и мостовой преобразователи. Особенности перемагничивания трансформатора двухтактного преобразователя. Расчет выходного дросселя двухтактных преобразователей. **Тема 3. Драйверы управления ключами.** 1.3 Трансформаторные и бестрансформаторные драйверы. Особенности управления ключом верхнего уровня. Реализация драйверов для управления IGBT-транзисторами. **Тема 4. Многоканальные преобразователи.** 1.4 Реализация нескольких каналов выходного напряжения на примере однотактного преобразователя. **Тема 5. Влияние вентильных преобразователей на питающую сеть.** 1.5 Корректоры коэффициента мощности. Системы управления корректорами коэффициента мощности по пиковому и среднему току.	
2	лабораторные работы 5 шт. по 4 часа (**20** часов): 2.1 Исследование обратноходового преобразователя (4 часа). 2.2 Исследование двухтактного преобразователя (4 часа). 2.3 Исследование процессов коммутации силовых ключей (4 часа). 2.4 Исследование перекрестного влияния каналов в схеме многоканального импульсного преобразователя (4 часа). 2.5 Исследование повышающего импульсного регулятора (4 часа).	
3	практические занятия отсутствуют.	
4	расчетно-графическая работа отсутствует.	
5	самостоятельная работа студентов: 5.1. Изучение материалов лекций 5.2. Подготовка к практическим занятиям 5.3. Подготовка к лабораторным работам 5.4. Расчетно-графическая работа **Всего:** 5.5. Подготовка к экзамену	час. 58 - 56 - **94** 36

Текущий контроль: Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

5. Образовательные технологии

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине.

2.	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений.
3.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде). Допуск к лабораторной работе.
4.	Консультации по курсовой работе (курсовому проекту)	Индивидуальные и групповые консультации.
5.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).
6.	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине — экзамен.

Перечень вопросов к экзамену

1. Однотактный обратноходовой преобразователь. Принцип работы, временные диаграммы.
2. Однотактный прямоходовой преобразователь. Принцип работы, временные диаграммы.
3. Схемы защиты прямоходового преобразователя от перенапряжений.
4. «Косой мост». Принцип работы, временные диаграммы, особенности включения вторичной обмотки.
5. Двухтактный преобразователь со средней точкой первичной обмотки трансформатора.
6. Двухтактный мостовой преобразователь.
7. Двухтактный полумостовой преобразователь.
8. Трансформаторные и бестрансформаторные драйверы управления ключами. Особенности управления ключом верхнего уровня. Реализация драйверов для управления IGBT-транзисторами.
9. Влияние импульсных преобразователей на питающую сеть. Коэффициент мощности, коэффициент гармонических искажений.
10. Повышающий корректор коэффициента мощности. Принцип работы, временные диаграммы.
11. Повышающе-понижающий корректор коэффициента мощности. Принцип работы, временные диаграммы.
12. Системы управления корректорами коэффициента мощности. Структурные схемы, принцип работы.

Типовые задачи

Тема 1. Однотактные преобразователи с гальванической развязкой.

1.1 Построить непрерывную модель обратноходового преобразователя в режиме непрерывного тока индуктивного накопителя.

1.2 Вывести выражение для расчета индуктивности намагничивания обратноходового преобразователя.

1.3 Построить непрерывную модель прямоходового преобразователя в режиме непрерывного тока индуктивного накопителя.

Тема 2. Двухтактные преобразователи с гальванической развязкой.

2.1 Рассчитать коэффициент трансформации трансформатора двухтактного полумостового преобразователя. Диапазон входного напряжения преобразователя 100-150 В, выходное напряжение 48 В, непрерывный режим работы индуктивного накопителя.

2.1 Рассчитать коэффициент трансформации трансформатора двухтактного преобразователя со средней точкой первичной обмотки. Диапазон входного напряжения преобразователя 100-150 В, выходное напряжение 48 В, непрерывный режим работы индуктивного накопителя.

2.3 Определить максимальное напряжение на ключах двухтактных преобразователей: а) мостового б) полумостового в) со средней точкой первичной обмотки. Диапазон входного напряжения преобразователя 180-250 В, выходное напряжение 96 В, непрерывный режим работы индуктивного накопителя.

Тема 3. Драйверы управления ключами.

3.1 Рассчитать емкость бутстрепного конденсатора бестрансформаторного драйвера IR2181, управляющего МОП-транзистором IRF540. Минимальное напряжение затвор-исток транзистора 10.5 В, ток заряда затвора 0.5 А, ток разряда затвора 2 А, частота коммутации 100 кГц, максимальный коэффициент заполнения импульсов управления 0.45.

Тема 4. Многоканальные преобразователи.

4.1 Рассчитать сопротивления резистивного делителя и сумматора, выполненного на резисторах и реализующего стабилизацию выходного напряжения обратноходового преобразователя по каналам +5 В, +12 В, -12 В. Гальваническая развязка контура обратной связи по выходному напряжению выполнена на источнике опорного напряжения TL431 и оптроне (PC817). Опорное напряжение TL431 равно 2.5 В, ток катода ИОН в стационарном режиме принять равным 3 мА.

Тема 5. Влияние вентильных преобразователей на питающую сеть.

5.1 Рассчитать индуктивность дросселя и емкость конденсатора корректора коэффициента мощности на основе повышающего регулятора в режиме непрерывного тока индуктивного накопителя. Диапазон входного действующего напряжения равен 85-265 В, мощность нагрузки 200 Вт, частота сети 50 Гц, пульсации выходного напряжения 8%.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок — «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено» (далее — пятибалльная система).

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	**Критерии оценки результатов обучения по дисциплине**
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой,

	рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины.. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «пороговый».
«неудовлетворительно» / не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- лабораторными стендами; персональными компьютерами; специализированной мебелью; доской аудиторной.

Для самостоятельной работы студентов используется помещение для самостоятельной работы, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС филиала.

Программное обеспечение: Matlab, MathCad, Micro-Cap.

8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;

- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается **доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет** для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:
- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:
- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература.

1. *Розанов, Ю.К.* Силовая электроника: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчинский, А.А. Кваснюк. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

2. *Воронин, П. А.* Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение / П. А. Воронин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005.

3. Электрические и электронные аппараты: учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. П. А. Курбатова. – М.: Издательство Юрайт, 2016.

4. Справочник по силовой электронике / Ю.К. Розанов, П.А. Воронин, С.Е. Рывкин, Е.Е. Чаплыгин; под ред. Ю.К. Розанова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014.

5. *Мелешин В.И., Овчинников Д.А.* Управление транзисторными преобразователями электроэнергии. – М.: Техносфера, 2011.

Дополнительная литература.

1. *Анучин, А.С.* Системы правления электроприводов: учебник для вузов / А. С. Анучин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015.

2. *Бурман, А. П.* Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем: учеб. пособие / А. П. Бурман, Ю. К. Розанов, Ю. Г. Шакарян. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012.

3. *Зиновьев, Г.С.* Основы силовой электроники. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003.
4. *Черных, И. В.* Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008.
5. *Герман-Галкин, С. Г.* Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink: учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2013.

Список авторских методических разработок.

Авторские методические разработки расположены по ссылке:
https://drive.google.com/drive/folders/1zWIa9RSfUTbQjZb1QGLQce2um5tfZZhu?usp=sharing

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10