

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 14.06.2024 14:52:21
Уникальный программный ключ:
fceb25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Утверждено:

на заседании кафедры высшей математики и
физики
протокол № 3 от 10.11.2023 г.
Зав. кафедрой подписано ЭЦП/Чудинов В.В.

Согласовано:

Председатель УМК
факультета физики и математики
подписано ЭЦП/Бигаева Л.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
для очной формы обучения**

Силовая электроника

Обязательная часть

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 *ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА*

Направленность (профиль) подготовки
Электроэнергетические сети и электрооборудование производственных и жилых объектов

Квалификация
Бакалавр

Разработчик (составитель) Старший преподаватель (должность, ученая степень, ученое звание)	<u>подписано ЭЦП /Красильников В.А.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--	--

Для приема: 2024-2025 г.

Бирск 2023 г.

Составитель / составители: Красильников В.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики протокол № ___ от « ___ » _____ 20__ г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ___ от « ___ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ___ от « ___ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ___ от « ___ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ___ от « ___ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	12
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине	12
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине	14
4.3. Рейтинг-план дисциплины	23
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	23
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	23
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	24
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	24

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4);	ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знает, как использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока
		ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Умеет демонстрировать понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами
		ОПК-4.3. Анализирует установившиеся режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик	Владеет анализом установившихся режимов работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик
	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности (ОПК-5);	ОПК-5.1. Использует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов при выборе конструкционных материалов в соответствии с требуемыми характеристиками	Знает области применения, свойства, характеристики и методы исследования конструкционных материалов при выборе конструкционных материалов в соответствии с требуемыми характеристиками
		ОПК-5.2. Проводит расчеты параметров и	Умеет проводить расчеты параметров и режимов объектов профессиональной дея-

	<p>режимов объектов профессиональной деятельности с использованием свойств, характеристик и методов исследования электро-технических материалов</p> <p>ОПК-5.3. Выполняет расчеты на прочность простых конструкций</p>	<p>тельности с использованием свойств, характеристик и методов исследования электро-технических материалов</p> <p>Владеет расчетами на прочность простых конструкций</p>
<p>Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности (ОПК-6);</p>	<p>ОПК-6.1. Выбирает средства измерения</p>	<p>Знает, как выбирать средства измерения</p>
	<p>ОПК-6.2. Проводит измерения электрических и неэлектрических величин</p>	<p>Умеет проводить измерения электрических и неэлектрических величин</p>
	<p>ОПК-6.3. Обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность</p>	<p>Владеет способами обработки результатов измерений и оценки их погрешностей</p>

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Силовая электроника» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Цель изучения дисциплины: формирование у студентов знаний, умений и навыков по разделу силовой электроники – трансформаторах, методах их расчета; полупроводниковых приборах и схемах, принципах построения различных устройств выпрямления и стабилизации. Рассматриваются полупроводниковые схемы реализации устройств.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Силовая электроника» на 7 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36.2
лекций	18
практических/ семинарских	0
лабораторных	18
контроль самостоятельной работы (КСР)	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	71.8
Учебных часов на подготовку к дифзачету (Контроль)	0

Форма контроля:

Дифзачет 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Лек	Лаб	ДЗ	СРС			
4 курс / 7 семестр								
1	Раздел 1. Трансформаторы. Классификация, параметры трансформаторов. Конструкции трансформаторов. Принцип действия							
2	<p>Трансформаторы. Классификация, параметры трансформаторов.</p> <p>Классификация трансформаторов по уровню мощности, по назначению, по числу фаз. Силовой трансформатор. Автотрансформатор. Импульсные трансформаторы. Измерительные трансформаторы. Измерительно-силовые трансформаторы. Согласующие трансформаторы. Фазоинвертирующие трансформаторы. Потери в трансформаторах. Параметры однофазного трансформатора в различных режимах. Электромагнитная схема трансформатора.</p>	2	4		8	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Конспект	Лабораторная работа, Групповой опрос, Тестирование

	Коэффициентом трансформации. Многофазные трансформаторы.							
3	<p>Конструкции трансформаторов. Принцип действия</p> <p>Основные части конструкции трансформатора - обмотки; магнитная система (магнитопровод); система охлаждения. Базовые концепции конструкций трансформаторов: стержневой и броневой типы трансформаторов. Конструктивный расчет трансформатора, работающего в двухтактном режиме перемагничивания. Моделирование сердечника и процессов в нем.</p>	2	2		10	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Конспект	Тестирование, Лабораторная работа, Групповой опрос
4	<p>Раздел 2. Полупроводниковые приборы. Диоды. Полупроводниковые приборы. Транзисторы. Полупроводниковые приборы. Тиристоры. Однофазные и многофазные выпрямители. Управляемые выпрямители</p>							
5	<p>Полупроводниковые приборы. Диоды.</p> <p>Полупроводники. Свойство p—n - переходов, а также других электрических переходов, используемое в полупроводниковых диодах. Разделение по функциональному назначению полупроводниковых диодов. Стабилитроны.</p>	2	2		10	Осн. лит-ра №№ 1,2	Конспект	Тестирование, Групповой опрос, Лабораторная работа
6	<p>Полупроводниковые приборы. Транзисторы.</p>	4	4		13.8	Осн. лит-ра №№ 1,2	Конспект	Групповой опрос, Лабораторная работа, Тестирование

	Явления взаимодействия двух близко расположенных р—п-переходов, на которых основана работа биполярных транзисторов. Режимы работы биполярного транзистора. Основной режим работы биполярного транзистора, применяемый для усиления сигналов. Полевые транзисторы с управляющим р—п-переходом. МДП-транзисторы с индуцированным каналом и со встроенным каналом.							
7	Полупроводниковые приборы. Тиристоры. Тиристоры: динисторы, тринисторы, симисторы. Наиболее распространенная структура тиристора. Управляемые и неуправляемые тиристоры. Вольт-амперные характеристики управляемых тириستоров. Основная область применения тиристоров.	2	2		10	Осн. лит-ра №№ 1,2	Конспект	Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос
8	Однофазные и многофазные выпрямители Понятие об идеализированных вентилях. Основные схемы выпрямления однофазного тока: однополупериодная, нулевая, двухполупериодная, мостовая. Основные схемы выпрямления трехфазного тока: трехфазная нулевая, мостовая. Их сравнение. Составные схемы выпрямления трехфазного тока. Выходной ток идеализированного неуправляемого выпрямителя. Его гармонический состав. Коэффициент искажения. Влияние высших гармоник выходного тока выпрямителя на питающую сеть. Понятие об электромагнитной совместимости выпрямителя с питающей сетью.	4	2		10	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Конспект	Групповой опрос, Тестирование, Лабораторная работа

9	Управляемые выпрямители Управляемые (регулируемые) выпрямители создаются с применением тиристорных, транзисторных или других управляющих приборов. Сущность работы тиристорного управляемого выпрямителя. Схема управления тиристором. Фазоимпульсный (вертикальный) принцип управления тиристорным выпрямителем и его использование в тиристорных преобразователях различного назначения. Двухполупериодный тиристорный управляемый выпрямитель. Структурная схема многофазной системы импульсно-фазового управления (СИФУ). Схема трехфазного, однополупериодного тиристорного преобразователя. Схема трехфазного мостового (двухполупериодного) тиристорного преобразователя.	2	2		10	Осн. лит-ра №№ 1,2	Конспект	Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос
10	Дифференцированный зачет			1	0.2			
Итого по 4 курсу 7 семестру		18	18	1	72			
Итого по дисциплине		18	18	1	72			

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Дифзачет)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знает, как использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Умеет демонстрировать понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
ОПК-4.3. Анализирует установившиеся режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их	Владеет анализом установившихся режимов работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик	режимов работы и характеристик				
--	--------------------------------	--	--	--	--

Код и формулировка компетенции: Способен использовать свойства конструкционных и электро-технических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности (ОПК-5);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Дифзачет)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ОПК-5.1. Использует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов при выборе конструкционных материалов в соответствии с требуемыми характеристиками ОПК-5.2. Проводит расчеты параметров и режимов объектов профессиональной деятельности с использованием свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов ОПК-5.3. Вы-	Знает области применения, свойства, характеристики и методы исследования конструкционных материалов при выборе конструкционных материалов в соответствии с требуемыми характеристиками	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
	Умеет проводить расчеты параметров и режимов объектов профессиональной деятельности с использованием свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
	Владеет расчетами на прочность простых конструкций	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

полняет расчеты на прочность простых конструкций					
--	--	--	--	--	--

Код и формулировка компетенции: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности (ОПК-6);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Дифзачет)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ОПК-6.1. Выбирает средства измерения	Знает, как выбирать средства измерения	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
ОПК-6.2. Проводит измерения электрических и неэлектрических величин	Умеет проводить измерения электрических и неэлектрических величин	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
ОПК-6.3. Обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	Владеет способами обработки результатов измерений и оценки их погрешностей	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных	Знает, как использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных	Групповой опрос, Конспект, Лабораторная работа, Тестирование

процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	
ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Умеет демонстрировать понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос
ОПК-4.3. Анализирует установленные режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик	Владеет анализом установленных режимов работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик	Лабораторная работа
ОПК-5.1. Использует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов при выборе конструкционных материалов в соответствии с требуемыми характеристиками	Знает области применения, свойства, характеристики и методы исследования конструкционных материалов при выборе конструкционных материалов в соответствии с требуемыми характеристиками	Конспект, Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос
ОПК-5.2. Проводит расчеты параметров и режимов объектов профессиональной деятельности с использованием свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов	Умеет проводить расчеты параметров и режимов объектов профессиональной деятельности с использованием свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов	Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос
ОПК-5.3. Выполняет расчеты на прочность простых конструкций	Владеет расчетами на прочность простых конструкций	Лабораторная работа
ОПК-6.1. Выбирает средства измерения	Знает, как выбирать средства измерения	Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос, Конспект
ОПК-6.2. Проводит измерения электрических и неэлектрических величин	Умеет проводить измерения электрических и неэлектрических величин	Тестирование, Групповой опрос, Лабораторная работа
ОПК-6.3. Обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	Владеет способами обработки результатов измерений и оценки их погрешностей	Лабораторная работа

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины

Шкалы оценивания:

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Что является полупроводником?

1) Si	2) N	3) Cu	4) Fe
-------	------	-------	-------

2. Примесная проводимость p-типа получается добавлением:

1) Донорной примеси	2) Акцепторной примеси	3) Другого полупроводника	4) Проводящего материала
---------------------	------------------------	---------------------------	--------------------------

3. Неосновными носителями заряда в полупроводнике p-типа являются:

1) Электроны	2) Дырки	3) Позитроны	4) Атомы
--------------	----------	--------------	----------

4. При отсутствии внешнего поля в несимметричном p-n переходе:

1) Отсутствуют токи	2) Существует только дрейфовый ток	3) Существует только диффузионный ток	4) Существует и диффузионный и дрейфовый токи
---------------------	------------------------------------	---------------------------------------	---

5. Потенциальный барьер в симметричном p-n переходе:

1) Выше в зоне с большей концентрацией примеси	2) Выше в зоне с меньшей концентрацией примеси	3) Отсутствует	4) Симметричный
--	--	----------------	-----------------

6. При прямом включении внешнего поля через p-n- переход:

1) Переход сгорает.	2) Отсутствуют токи	3) Существует ток только основных носителей заряда	4) Существует ток только неосновных носителей заряда
---------------------	---------------------	--	--

7. Условное графическое обозначение диода приведено на рисунке:

1)	2)	3)	4)
----	----	----	----

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.

Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Конспект

Классификация трансформаторов

Силовой трансформатор.

Автотрансформатор.

Импульсные трансформаторы.

Измерительные трансформаторы.

Измерительно-силовые трансформаторы.

Согласующие трансформаторы.

Фазоинвертирующие трансформаторы.

Потери в трансформаторах.

Многофазные трансформаторы.

Основные части конструкции трансформатора - обмотки; магнитная система (магнитопровод); система охлаждения.

Конструктивный расчет трансформатора, работающего в двухтактном режиме перемангничивания.

Однотактный режим перемангничивания, анализ процессов.

Внешние характеристики трансформаторов.

Коэффициент полезного действия.

Трансформаторы в ключевых схемах.

Режимы работы трансформатора.

Номинальный режим работы трансформаторов.

Токи, напряжения и потери энергии в сердечнике

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания конспектов

Критерии оценки:

- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);
- логическое построение и связность текста;
- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);
- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);
- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).

1- выставляется, если текст конспекта оформлен аккуратно, выбрано главное и второстепенное, выделены ключевые слова и понятия, конспект написан лаконично с применением системы условных сокращений.

Групповой опрос

Классификация трансформаторов

Силовой трансформатор.

Автотрансформатор.

Импульсные трансформаторы.

Измерительные трансформаторы.

Измерительно-силовые трансформаторы.

Согласующие трансформаторы.

Фазоинвертирующие трансформаторы.

Потери в трансформаторах.

Многофазные трансформаторы.

Основные части конструкции трансформатора - обмотки; магнитная система (магнитопровод); система охлаждения.

Конструктивный расчет трансформатора, работающего в двухтактном режиме перемагничивания.

Однотактный режим перемагничивания, анализ процессов.

Внешние характеристики трансформаторов.

Коэффициент полезного действия.

Трансформаторы в ключевых схемах.

Режимы работы трансформатора.

Номинальный режим работы трансформаторов.

Токи, напряжения и потери энергии в сердечнике

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания группового опроса

Описание методики оценивания выполнения группового опроса: оценка за ответы в процессе группового опроса ставится на основании знания теоретического материала по опрашиваемой теме.

Критерии оценки:

- оценка "отлично" выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на все поставленные перед ним теоретические вопросы, продемонстрировал знание терминологии, определений.

- оценка "хорошо" выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и определений. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Лабораторная работа

Лабораторная работа

№2

ИЗУЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА

Цель работы: ознакомление с устройством и работой однофазного трансформатора, снятие характеристик трансформатора.

Введение.

Трансформатором называется устройство, преобразующее переменное высокое (низкое) напряжение в низкое (высокое) напряжение. Трансформаторы служат также для преобразование тока. Всякий трансформатор характеризуется коэффициентом трансформации, мощностью и коэффициентом полезного действия, меняющимся с нагрузкой. Принцип работы трансформатора заключается в сохранении практически постоянного значения суммарного магнитного потока в сердечнике.

Измерения.

Необходимые приборы и принадлежности: исследуемый трансформатор, два вольтметра, два амперметра, ваттметр, низкоомный реостат, автотрансформатор.

Упражнение 1. Опыт холостого хода.

Соберите схему рис.1.

рис.1

1) Оставьте вторичную цепь разомкнутой. Для этого выньте штыревой контакт в первичной обмотке трансформатора тока.

2) Изменяя напряжение на входе трансформатора измерьте электродвижущую силу $E_2=U_2$ наводимую во вторичной обмотке, ток холостого хода и потребляемую трансформатором мощность P_o . По результатам измерений заполните таблицу.

№	, В	, А	P_o , Вт	, В
	40			
	60			
	80			
	100			
	120			
	140			
	160			
	180			
	200			
	220			

3) Взяв отношение вычислите коэффициент трансформации.

Измеренная в данном эксперименте мощность практически определяется мощностью, идущей на потери в железе (гистерезис и вихревые токи). $P_o=P_{ж}$

Упражнение 2. Снятие нагрузочных характеристик, определение коэффициента полезного действия трансформатора и угла сдвига фаз первичной цепи.

Используя уже собранную схему (рис.1) замкните цепь трансформатора тока. Реостат

увеличивая нагрузку во вторичной цепи, произведите измерения тока I_1 , напряжения U_2 , мощности P_1 при 10-13 различных значениях тока нагрузки. Увеличение нагрузки во вторичной цепи достигается уменьшением сопротивления. Наибольший ток I_2 определяется пределом измерения амперметра A_2 . Однако он не должен превышать предельного тока (20А). для данного трансформатора, определяемого по паспортным данным трансформатора. Вычислите коэффициенты мощности первичной цепи, коэффициенты полезного действия трансформатора для каждого значения тока нагрузки I. Коэффициент мощности . Коэффициент полезного действия трансформатора определяется отношением мощности, выделяющейся во вторичной цепи, к мощности подаваемой к первичной цепи. Данные измерений и вычислений занесите в таблицу:

Постройте графики зависимостей: ; ; ; .

Упражнение 4. Опыт короткого замыкания и вычисление к.п.д. трансформатора.

рис. 2

При испытании мощных трансформаторов к.п.д. определяют косвенным путем из опытов холостого хода и короткого замыкания. Для определения потерь в обмотках трансформатора снимают характеристику короткого замыкания. Для снятия этой характеристики соберите схему рис.2. В схеме короткого замыкания напряжение на первичную обмотку трансформатора подается с автотрансформатора.

В сеть вторичной обмотки включается амперметр A_2 . Перед включением в цепь схемы необходимо регулятор напряжения автотрансформатора повернуть влево до упора, т.е. сделать так, чтобы напряжение U_1 было равным нулю.

Только после этого схему можно включать в сеть. После включения схемы в сеть, нужно плавно увеличивать напряжение регулятором напряжения на автотрансформаторе до такого значения, при котором ток во вторичной цепи силового трансформатора не получится равным току короткого замыкания I_k , т.е. равным номинальному допустимому току во вторичной обмотке, определяемому по паспорту трансформатора. Для данного трансформатора номинальный ток равен 20 А.

При токе короткого замыкания во вторичной цепи, отметьте мощность P_1 потребляемую в первичной цепи и напряжения U_1 подводимое к первичной цепи. Так как это напряжение U_1 очень мало (несколько вольт от минимального), то потерями в железе, в первичном приближении пропорциональных второй степени подводимого к первичной обмотке напряжения, можно пренебречь. Тогда вся подводимая к трансформатору мощность расходуется на нагревание его обмоток (потери в меди) где I_k - ток короткого замыкания, I_1 - ток в первичной цепи, R_1 и R_2 - сопротивление обмоток. Так как коэффициент трансформации известен, то $I_1 = kI_k$, $P_{\text{меди}} = I_k^2(R_1 + R_2) = I_k^2 R_{\text{экв}}$. Отсюда, $R_{\text{экв}}$ - эквивалентное сопротивление трансформатора, отнесенное ко вторичной обмотке. Зная (из опыта холостого хода) потери в железе $P_{\text{ж}}$ и эквивалентное сопротивление трансформатора $R_{\text{экв}}$ рассчитайте коэффициент полезного действия трансформатора для трех - четырех значений тока нагрузки I_2 , лежащей между $0,5I_k$ и I_k пользуясь уравнением: и сравните их с данными упражнения 3. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

№ изм	$P_{\text{ж}}$	$P_{\text{меди}}$	I_2	U_2	$\eta_{\text{выч}}$

Постройте график зависимости и сравните его с графиком:

Контрольные вопросы:

1. Объяснить физические процессы в рабочем режиме трансформатора?
2. Начертите векторную диаграмму трансформатора в рабочем режиме при его активной нагрузке.
3. Объясните, какие изменения произойдут в режиме работы трансформатора, если в его сердечнике создать воздушный зазор.
4. В паспорте трансформатора указывается нормальное напряжение при котором можно подключить его обмотки. Как скажется на работе трансформатора понижение (повышение) питающего напряжения?
5. Почему в опыте холостого хода мощность, потребляемая в первичной цепи, практически определяет мощность идущую на потери в железе?
6. Однофазный трансформатор включен в сеть с напряжением и питает лампы накаливания (\circ) при напряжении. Определите ток в первичной обмотке и потери меди если известно, что коэффициент мощности первичной цепи потери холостого хода к.п.д. и ток.
7. Объясните ход построенной вами кривой:.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Описание методики оценивания выполнения лабораторных работ: оценка за выполнение лабораторных работ ставится на основании знания теоретического материала по теме лабораторной работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты лабораторной работы.

Критерии оценки:

- оценка "отлично" выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с оборудованием, применения знания на практике, анализа результатов лабораторной работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;
- оценка "хорошо" выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, имеются пробелы в знании применяемых методик исследования; демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты лабораторной работы, формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи;
- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с оборудованием, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты лабораторной работы и формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи;
- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты лабораторной работы и формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи.

Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифзачету, 4 курс / 7 семестр

1. Классификация трансформаторов
2. Силовой трансформатор.
3. Автотрансформатор.
4. Импульсные трансформаторы.
5. Измерительные трансформаторы.
6. Измерительно-силовые трансформаторы.
7. Согласующие трансформаторы.
8. Фазоинвертирующие трансформаторы.
9. Потери в трансформаторах.
10. Многофазные трансформаторы.
11. Основные части конструкции трансформатора - обмотки; магнитная система (магнитопровод); система охлаждения.

12. Конструктивный расчет трансформатора, работающего в двухтактном режиме перемангничивания.
13. Однотактный режим перемангничивания, анализ процессов.
14. Внешние характеристики трансформаторов.
15. Коэффициент полезного действия.
16. Трансформаторы в ключевых схемах.
17. Режимы работы трансформатора.
18. Номинальный режим работы трансформаторов.
19. Токи, напряжения и потери энергии в сердечнике.
20. Полупроводники
21. Свойство $p-n$ -переходов, а также других электрических переходов, используемое в полупроводниковых диодах.
22. Разделение по функциональному назначению полупроводниковых диодов.
23. Режимы работы биполярного транзистора.
24. Основной режим работы биполярного транзистора, применяемый для усиления сигналов.
25. Полевые транзисторы с управляющим $p-n$ -переходом.
26. МДП-транзисторы с индуцированным каналом и со встроенным каналом.
27. Управляемые и неуправляемые тиристоры.
28. Вольт-амперные характеристики управляемых тиристоров.
29. Основная область применения тиристоров.
30. Понятие об идеализированных вентилях.
31. Основные схемы выпрямления однофазного тока: однополупериодная, нулевая, двухполупериодная, мостовая.
32. Основные схемы выпрямления трехфазного тока: трехфазная нулевая, мостовая.
33. Составные схемы выпрямления трехфазного тока.
34. Выходной ток идеализированного неуправляемого выпрямителя. Его гармонический состав. Коэффициент искажения. Влияние высших гармоник выходного тока выпрямителя на питающую сеть.
35. Понятие об электромагнитной совместимости выпрямителя с питающей сетью.
36. Управляемые (регулируемые) выпрямители создаются с применением тиристоров, транзисторов или других управляющих приборов.
37. Схема управления тиристором.
38. Фазоимпульсный (вертикальный) принцип управления тиристорным выпрямителем и его использование в тиристорных преобразователях различного назначения.
39. Двухполупериодный тиристорный управляемый выпрямитель.
40. Структурная схема многофазной системы импульсно-фазового управления (СИФУ). Схема трехфазного, однополупериодного тиристорного преобразователя.
41. Схема трехфазного мостового (двухполупериодного) тиристорного преобразователя.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания диф. зачета

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 40 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

При оценке ответа на диф.зачете максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- **15-20 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **5-9 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-4 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Электротехника и электроника. В 2-х томах. Том 1. Электрические, электронные и магнитные цепи. Учебник для вузов [Электронный ресурс] / Бабичев Ю. Е. — М. : Мир горной книги, 2007. — 599 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электрон-

но-библиотечную систему «Университетская библиотека online .— ISBN 978-5-91003-015-6 .— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/79262/>>.

2. . Электротехника и электроника : учеб. для академ. бакалавриата, по направл. подготовки "Конструкторско-технолог.обеспеч. машиностроит. производств", "Автоматизац. технолог. процессов и производств" / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов ; Московский гос. технолог. ун-т .— Москва : Юрайт, 2014 .— 431 с. : ил. — (Бакалавр. Академический курс) .— Книга доступна в электронной библиотечной системе biblio-online.ru .— Библиогр.: с. 431 .— ISBN 978-5-9916-3855-5 : 420 р. 00 к.

Дополнительная литература

1. Земляков, В.Л. Электротехника и электроника : учебник / В.Л. Земляков ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет", Факультет высоких технологий. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2008. - 304 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241108>.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bashedu.ru/>.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rsl.ru/>.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--90ax2c.xn--plai/viewers/>.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npoed.ru/>.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.bashkortostan.ru/>.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

Программное обеспечение

1. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
2. Office Professional Plus - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159-ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
3. Windows - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159- ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 108(ФМ)	Лекционная, Семинарская	магазин ME-4, стенд, трансформатор, учебная мебель, учебно-методические пособия
Аудитория 109(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	конструктор ПервоРобот, учебная мебель.
Аудитория 201(ФМ)	Для хранения оборудования	блок питания, вольтметр, преусилитель сигнала, учебная мебель
Аудитория 224(ФМ)	Лекционная, Семинарская	ноутбук, проектор, учебная мебель, экран
Аудитория 301 Читальный зал (электронный каталог)(ФМ)	Для самостоятельной работы	компьютеры в сборе, учебная мебель
Аудитория 222(ФМ)	Для самостоятельной работы	компьютеры в сборе, проектор, учебная мебель, экран для проекторов