МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Магнитные элементы электронных устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	28	28	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	62	62	часов
5	Самостоятельная работа	46	46	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 46275

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 от «26» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ПрЭ	_____	Н. С. Легостаев
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперты:

Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	Н. С. Легостаев
Доцент кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	В. Л. Савчук

Согласована на портале № 46275

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Изучение свойств, статических и динамических характеристик и параметров магнитных элементов, как функциональных элементов электронных устройств, необходимых и достаточных для расчета магнитных элементов.

Формирование навыков использования стандартных программных средств для расчета конструктивных и электромагнитных параметров магнитных элементов в новых условиях применения.

1.2. Задачи дисциплины

– Обеспечить студентам знания по устройству, принципу действия и электромагнитным свойствам типовых классов магнитных элементов энергетической электроники.

– Изучить методики расчета электромагнитных и конструктивных параметров магнитных элементов с учетом требований, предъявляемых техническим заданием и обусловленных спецификой их работы в высокочастотных транзисторных преобразователях различного функционального назначения, с использованием средств автоматизации проектирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Магнитные элементы электронных устройств» (Б1.В.ОД.7.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Материалы электронной техники, Основы преобразовательной техники, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика, Энергетическая электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** Принцип действия, основные характеристики и параметры магнитных элементов электронных устройств различного функционального назначения. Методики проектирования, расчета. конструирования и модернизации магнитных элементов с оптимальными параметрами с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных систем. Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области создания магнитных элементов электронной техники

– **уметь** Рассчитывать электромагнитные, конструктивные и тепловые режимы магнитных элементов электронной техники. Выполнять математическое моделирование магнитных элементов с целью оптимизации их параметров. Проводить экспериментальные исследования магнитных элементов.

– **владеть** Методами расчета электромагнитных и конструктивных параметров магнитных элементов основных функциональных узлов энергетической электроники. Методиками проведения эксперимента по исследованию характеристик магнитных элементов на соответствие техническому заданию.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в табли-

Согласована на портале № 46275

це 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	62	62
Лекции	28	28
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	46	46
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств.	6	4	0	10	20	ОПК-7, ПК-1, ПК-5
2 Дроссели.	6	4	0	6	16	ОПК-7, ПК-1, ПК-5
3 Трансформаторы функциональных узлов энергетической электроники.	12	8	16	26	62	ОПК-7, ПК-1, ПК-5
4 Стандартные ряды отечественных и зарубежных магнитных элементов.	4	2	0	4	10	ОПК-7
Итого за семестр	28	18	16	46	108	
Итого	28	18	16	46	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			

Согласована на портале № 46275

1 Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств.	Теоретические положения проектирования магнитных элементов. Конструкции магнитопроводов магнитных элементов. Сердечники для трансформаторов и дросселей высокочастотных транзисторных преобразователей. Конструкции обмоток магнитных элементов. Геометрические параметры магнитных элементов.	6	ОПК-7, ПК-1, ПК-5
	Итого	6	
2 Дроссели.	Сглаживающие дроссели. Дроссели переменного тока. Синфазные дроссели.	6	ОПК-7, ПК-1, ПК-5
	Итого	6	
3 Трансформаторы функциональных узлов энергетической электроники.	Классификация режимов работы трансформатора.Эквивалентная схема трансформатора. Электромагнитные и геометрические соотношения в трансформаторах. Импульсный трансформатор.Методики расчета магнитных элементов высокочастотных транзисторных преобразователей.	12	ОПК-7, ПК-1, ПК-5
	Итого	12	
4 Стандартные ряды отечественных и зарубежных магнитных элементов.	Стандартный ряд дросселей серии Д, трансформаторов серий ТПП и ТАН. Трансформаторы и дроссели научно-производственного предприятия ГАММА-МЕТ. Планарные трансформаторы фирм Himag Solutions и Zettler Magnetics. Индуктивные компоненты компании Premo.	4	ОПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		28	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Материалы электронной техники	+	+	+	
2 Основы преобразовательной техники	+	+	+	+
3 Физика	+	+	+	
Последующие дисциплины				
1 Преддипломная практика	+	+	+	+
2 Энергетическая электроника	+	+	+	+

Согласована на портале № 46275

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
3 Трансформаторы функциональных узлов энергетической электроники.	Определение параметров трансформатора из опыта холостого хода.	4	ОПК-7, ПК-1, ПК-5
	Определение параметров трансформатора из опыта короткого замыкания.	4	
	Измерение индуктивности намагничивания и индуктивности рассеяния трансформатора резонансным методом	4	
	Измерение собственных емкостей обмоток и межобмоточной емкости трансформатора резистивным методом	4	
	Итого	16	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Общие положения проектирования	Магнитопроводы магнитных элементов. Никель-цинковые и марганец-цинковые	4	ОПК-7, ПК-1, ПК-5

Согласована на портале № 46275

магнитных элементов электронных устройств.	ферритовые сердечники. Сердечники из порошковых магнитомягких материалов. .Высокочастотные эффекты в обмотках магнитных элементов. Методы снижения дополнительных потерь в обмотках высокочастотных магнитных элементов.Согласное и встречное включение обмоток.		
	Итого	4	
2 Дроссели.	Немагнитный зазор в магнитопроводе дросселя. Расчет сглаживающих дросселей с магнитопроводом. Методика расчета сглаживающих дросселей при использовании кольцевых магнитопроводов из Мо-пермаллоя. Расчет дросселей переменного тока.	4	ОПК-7, ПК-1, ПК-5
	Итого	4	
3 Трансформаторы функциональных узлов энергетической электроники.	Расчет трансформатора для напряжения синусоидальной формы. Методика расчета трансформатора для напряжения прямоугольной формы. Методика расчета трансформатора-дросселя. Определение основных параметров импульсного трансформатора.	8	ОПК-7, ПК-1, ПК-5
	Итого	8	
4 Стандартные ряды отечественных и зарубежных магнитных элементов.	Современные магнитные элементы и их применение в высокочастотных транзисторных преобразователях.	2	ОПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7, ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
2 Дроссели.	Подготовка к практическим занятиям, семина-	4	ОПК-7, ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен

Согласована на портале № 46275

	рам			
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
3 Трансформаторы функциональных узлов энергетической электроники.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-7, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	26		
4 Стандартные ряды отечественных и зарубежных магнитных элементов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
Итого за семестр		46		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		82		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
6 семестр				
Контрольная работа		10	10	20
Отчет по лабораторной работе		20	20	40
Тест		5	5	10
Итого максимум за период		35	35	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	0	35	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка

Согласована на портале № 46275

≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Учебное пособие [Электронный ресурс]: "Магнитные элементы электронных устройств" / Легостаев Н. С. - 2014. 186 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4272 (дата обращения: 15.09.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника: монография / В.И. Мелешин. М.: Техносфера, 2005. - 627[5]с. ил. - (Мир электроники; VII-13) (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Обрусник В.П. Магнитные элементы электронных устройств [Электронный ресурс]: руководство к организации самостоятельной работы студентов специальности 210106 "Промышленная электроника" / В.П. Обрусник - Томск: ТУСУР, 2012. - 61 с. (для практических занятий стр. 45 - 58) — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/ovp/meeu_sr.rar (дата обращения: 15.09.2018).

2. Обрусник В.П. Магнитные элементы электронных устройств [Электронный ресурс]: руководство к организации самостоятельной работы студентов специальности 210106 "Промышленная электроника" / В.П. Обрусник - Томск: ТУСУР, 2012. - 61 с. (для самостоятельной работы стр. 10-44, 59,60) — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/ovp/meeu_sr.rar (дата обращения: 15.09.2018).

3. Семенов В.Д. Исследование однофазных трансформаторов напряжения малой мощности / В.Д. Семенов, Н.С. Легостаев - Томск: ТУСУР, 2012. - 22 с. (для выполнения лабораторных работ) (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

Согласована на портале № 46275

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования [Электронный ресурс] - Режим доступа: www.elibrary.ru, дата обращения: 22.05.2018.
2. 2/ Информационные, справочные и нормативные базы данных [Электронный ресурс] - Режим доступа https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh, дата обращения: 22.05.2018.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 301б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– LTspice 4
– Microsoft Visio 2010
– PTC Mathcad13, 14
– Windows XP Pro

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория электротехники и электроники

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 302б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры – 12 шт.;
- Осциллограф АСК 1021 – 6 шт.;

Согласована на портале № 46275

- Генератор прямоугольных импульсов – 6 шт.;
- Источник питания 9В, 2А – 6 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Аналоговая электроника» – 12 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Схемотехника» – 16 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Магнитные элементы электронных устройств» – 2 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- LTspice 4
- Microsoft Visio 2010
- PTC Mathcad13, 14
- Windows XP Pro

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 46275

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Укажите единицу измерения в системе СИ магнитной индукции :

а) Тл (Тесла); б) Гн (Генри); в) Э (эрстед); г) Вб (Вебер).

2. Дайте характеристику геометрических размеров ленточного магнитопровода типа ШЛП.

а) Ш-образный ленточный;

б) Ш-образный ленточный с уменьшенным отношением ширины окна к толщине навивки;

в) Ш-образный ленточный с увеличенным окном;

г) Ш-образный ленточный с увеличенным отношением ширины ленты к толщине навивки;

д) Ш-образный ленточный с геометрическими размерами, обеспечивающими наименьшую стоимость трансформатора.

3. Укажите тип сердечника ленточного стержневой конструкции.

а) ШЛ; б) ПЛ; в) ШЛМ; г) ШЛР; д) ОЛ.

4. Укажите тип сердечника ленточного броневой конструкции.

а) ПЛ; б) ПЛМ; в) ПЛР; г) ШЛМ; д) ОЛ.

5. Для магнитопровода типоразмера ОЛ 20/32 - 16 определите внутренний диаметр.

а) 16; б) 20; в) 32; г) 20/32.

6. Шаговой называется обмотка:

а) все витки которой расположены в один слой.

б) витки которой располагаются в ряд вдоль ее оси с шагом, равным наружному диаметру провода.

в) однослойная, витки которой расположены с заданным шагом.

г) витки которой уложены группами вдоль ее оси.

д) витки которой уложены в виде плоской спирали.

7. Однослойной называется обмотка:

а) все витки которой расположены в один слой.

б) витки которой располагаются в ряд вдоль ее оси с шагом, равным наружному диаметру провода.

в) однослойная, витки которой расположены с заданным шагом.

г) витки которой уложены группами вдоль ее оси.

8. Укажите порошковый материал с наименьшей магнитной индукцией насыщения: .

а) MPP; б) High Flux; в) Kool Mμ; г) X Flux; д) Iron Powder.

9. Укажите медный провод с эмалево-волокнистой изоляцией.

а) ПЭТВ – 1; б) ПЭШО; в) ПЭВЛ; г) ПЭТ-155.

10. Определите сплав, основу магнитной фазы которого составляет тройной сплав системы Al – Si – Fe:

а) Мо-пермаллой (MPP); б) High Flux; в) Sendast; г) 80НХС.

11. Электротехническая сталь представляет собой:

а) Сплав железа с никелем; б) Твердый раствор кремния в железе; в) Сплав железа с кобальтом; г) Сплав железа с марганцем.

12. Укажите порошковый материал с наибольшей магнитной индукцией насыщения: .

а) MPP; б) High Flux; в) Kool Mμ; г) X Flux; д) Iron Powder.

13. Укажите связь диаметра провода обмотки магнитного элемента с рабочей частотой тока:

а) диаметра провода обмотки обратно пропорционален квадрату частоты;

б) диаметра провода обмотки обратно пропорционален частоте;

в) диаметра провода обмотки обратно пропорционален корню квадратном из частоты;

г) диаметра провода обмотки обратно пропорционален корню кубическому из частоты.

14. При согласном включении двух обмоток электродвижущая сила самоиндукции

а) вычитается из электродвижущей силы самоиндукции;

Согласована на портале № 46275

б) добавляется к электродвижущей силе самоиндукции;

в) добавляется к электродвижущей силе самоиндукции с коэффициентом, равным отношению числа витков первичной обмотки w1 к числу витков вторичной обмотки w2;

г) вычитается из электродвижущей силы самоиндукции с коэффициентом, равным отношению числа витков первичной обмотки w1 к числу витков вторичной обмотки w2.

15. При встречном включении двух обмоток электродвижущая сила самоиндукции

а) вычитается из электродвижущей силы самоиндукции;

б) добавляется к электродвижущей силе самоиндукции;

в) добавляется к электродвижущей силе самоиндукции с коэффициентом, равным отношению числа витков первичной обмотки w1 к числу витков вторичной обмотки w2;

г) вычитается из электродвижущей силы самоиндукции с коэффициентом, равным отношению числа витков первичной обмотки w1 к числу витков вторичной обмотки w2.

16. Особенностью сглаживающего дросселя является присутствие

а) в токе обмотки дросселя только переменной составляющей;

б) в токе обмотки дросселя только постоянной составляющей;

а) в токе обмотки дросселя как переменной, так и постоянной составляющей одновременно;

г) в магнитопроводе дросселя немагнитного зазора.

17. Оптимизация немагнитного зазора в магнитопроводе дросселя - это подбор такого зазора, при котором дроссель обладает

а) наибольшей добротностью;

б) наибольшей индуктивностью;

в) наименьшим объемом при заданной энергоемкости;

г) наименьшей добротностью.

18. Индуктивность дросселя при постоянной величине магнитной проницаемости

а) пропорциональна числу витков и квадрату площади сечения магнитопровода;

б) пропорциональна квадрату числа витков и обратно пропорциональна площади сечения магнитопровода;

в) пропорциональна квадрату числа витков и площади сечения магнитопровода;

г) пропорциональна числу витков и площади сечения магнитопровода.

19. Мощность трансформатора

а) пропорциональна произведению площади окна магнитопровода на площадь поперечного сечения магнитопровода и обратно пропорциональна частоте напряжения на первичной обмотке трансформатора;

б) пропорциональна площади окна магнитопровода и обратно пропорциональна площади поперечного сечения магнитопровода; ;

в) пропорциональна произведению площади окна магнитопровода на площадь поперечного сечения магнитопровода;

г) пропорциональна произведению площади окна магнитопровода на площадь поперечного сечения магнитопровода и обратно пропорциональна магнитной индукции в магнитопроводе трансформатора.

20. Определите коэффициент трансформации двухобмоточного трансформатора, если известно, что при согласном включении обмоток эквивалентная индуктивность равна 2,46 Гн, а при встречном включении обмоток – 0,94 Гн. Собственные индуктивности первичной и вторичной обмоток равны 1,6 Гн и 0,1 Гн соответственно.

а) 2; б) 4; в) 8; г) 16.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

I. Теоретический вопрос. 1) Законы и уравнения (соотношения) магнитной цепи.

2) Процессы перемагничивания трансформатора (первоначальная кривая намагничивания, предельная петля гистерезиса, частные несимметричные петли гистерезиса, основная кривая намагничивания).

3) Основные параметры ферромагнетика.

4) Величины, характеризующие свойства ферромагнитного материала при одновременном намагничивании постоянным и переменным магнитными полями.

5) Современные магнитные материалы магнитных элементов и их краткая характеристика.

Согласована на портале № 46275

6) Конструкции магнитопроводов магнитных элементов.

7) Общие требования к магнитным материалам магнитных элементов.

8) Способы уменьшения индуктивности рассеяния.

9) Конструкции обмоток магнитных элементов.

10) Высокочастотные эффекты в обмотках магнитных элементов.

11) Методы снижения дополнительных потерь в обмотках высокочастотных магнитных элементов.

12) Согласное и встречное включение обмоток.

13) Основные конструктивные исполнения магнитных элементов.

14) Варианты расположения обмоток на магнитопроводе трансформатора стержневой конструкции.

15) Немагнитный зазор в магнитопроводе магнитного элемента, его влияния на параметры магнитных элементов.

16) Дроссель: основные параметры, эквивалентная схема.

17) Основные этапы, сопровождающие разработку любого магнитного элемента.

18) Исходные данные для расчета сглаживающего дросселя.

19) Основные соотношения при расчете дросселя переменного тока.

20) Принцип действия однофазного трансформатора напряжения.

21) Параметры эквивалентной схемы трансформатора.

22) Физический смысл коэффициента трансформации.

23) Классификация режимов работы трансформаторов высокочастотных транзисторных преобразователей.

24) Мощность высокочастотного трансформатора напряжения.

25) Тепловой режим магнитных элементов.

26) Потери в обмотках высокочастотных магнитных элементов.

27) Основные характеристики трансформатора напряжения.

28) Исходные данные для расчета трансформатора при напряжении прямоугольной формы.

29) Высокочастотный силовой трансформатор, его особенности проектирования.

30) Импульсный трансформатор: временные диаграммы работы. Основные параметры импульсного трансформатора.

II. Задача. Даны параметры схемы замещения трансформатора. Рассчитать ток холостого хода (ток короткого замыкания, резонансные частоты, коэффициент полезного действия, длительность переходных процессов).

14.1.3. Темы контрольных работ

1. Расчет геометрических показателей МЭЭУ. 2. Расчет допустимых электромагнитных нагрузок МЭЭУ. 3. Основные расчетные соотношения для электромагнитных величин МЭЭУ. Расчет схемы замещения трансформатора.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Теоретические положения проектирования магнитных элементов. Конструкции магнитопроводов магнитных элементов. Основные виды магнитопроводов отечественного производства.- Никель-цинковые и марганец-цинковые ферритовые сердечники. Сердечники из порошковых магнитомягких материалов. Конструкции обмоток магнитных элементов. Методы снижения дополнительных потерь в обмотках высокочастотных магнитных элементов. Согласное и встречное включение обмоток. Параметры сглаживающего дросселя. Немагнитный зазор в магнитопроводе дросселя. Однофазный трансформатор с магнитопроводом из магнитного материала и его принцип действия. Параметры эквивалентной схемы замещения трансформатора. Идеальный трансформатор напряжения. Электромагнитные и геометрические соотношения в трансформаторах. Расчет трансформатора для напряжения синусоидальной формы. Расчет трансформатора для напряжения прямоугольной формы. Параметры импульсного трансформатора.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Определение параметров трансформатора из опыта холостого хода.

Определение параметров трансформатора из опыта короткого замыкания.

Измерение индуктивности намагничивания и индуктивности рассеяния трансформатора ре-

Согласована на портале № 46275

зонансным методом

Измерение собственных емкостей обмоток и межобмоточной емкости трансформатора резистивным методом

14.1.6. Методические рекомендации

Необходимо знать теоретические положения проектирования магнитных элементов – закон полного тока и закон электромагнитной индукции, изменение магнитной индукции во времени для напряжения прямоугольной формы, изменение магнитного состояния магнитопроводов при намагничивании постоянным и переменным магнитными полями. Следует знать термины и определения, необходимые для глубокого понимания процессов в электромагнитных цепях с магнитным сердечником и формирования языка общения на профессиональном уровне.

Необходимо знать весь спектр современных магнитных материалов, параметры магнитных материалов, конструкции магнитопроводов магнитных элементов из монолитных металлических материалов и оксидных магнитных материалов. Особое внимание следует уделить конфигурациям ферритовых сердечников и сердечникам из порошковых материалов.

Следует знать конструкции обмоток магнитных элементов и марки медных обмоточных проводов с эмалевой изоляцией. Необходимо знать высокочастотные эффекты в обмотках магнитных элементов и методы снижения дополнительных потерь в обмотках высокочастотных магнитных элементов. Важно понимание согласного и встречного расположения обмоток на магнитопроводе. Не менее важно уметь по расположению обмоток определять положительные направления токов обмоток, а также направления электродвижущей силы и электродвижущей силы взаимной индукции.

Необходимо твердо знать основные конструктивные исполнения магнитных элементов, основные геометрические показатели магнитных элементов, уметь определять геометрические показатели.

Следует знать основные виды дросселей и их отличительные особенности, а также параметры высокочастотных дросселей, необходимость введения в магнитопровод дросселя немагнитного зазора и влияние немагнитного зазора на параметры дросселя.

Необходимо знать основные шаги, сопровождающие расчет электро-магнитных и конструктивных параметров высокочастотных дросселей. Следует также знать, что если расчет дросселя проводить только исходя из энергоемкости, то это может привести к недопустимо низкой добротности или недопустимо большим потерям мощности.

Особое внимание следует уделить методике определения мощности потерь в сердечнике дросселя. Важно знать зависимость полных потерь в функции частоты и функции магнитной индукции.

Необходимо знать параметры трансформаторов и их физический смысл, эквивалентные схемы трансформаторов, уметь определять параметры высокочастотных трансформаторов. Следует знать режимы работы трансформаторов функциональных узлов энергетической электроники.

Необходимо знать основные шаги, сопровождающие расчет электромагнитных и конструктивных параметров высокочастотных трансформаторов напряжения, трансформаторов тока и импульсных трансформаторов. Особое внимание следует уделить методике расчета трансформатора для напряжения прямоугольной формы высокой частоты и рекомендациям по конструированию трансформаторов.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 46275

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 46275