МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации производственных процессов
Кафедра электроники и радиофизики

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной работе
_____ Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Магнитные элементы электронных устройств
(наименование дисциплины)

11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(код, наименование направления)

Промышленная электроника
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, очно-заочная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

В преобразователях электрической энергии, построенных на базе современных электронных компонентов, включая силовые интегральные модули, магнитные компоненты остаются наиболее значимыми. При создании функциональных узлов силовой электроники в основном используются серийно выпускаемые комплектующие изделия. Что же касается магнитных элементов, то в силу разнообразных требований, предъявляемых к ним и обусловленных спецификой их работы, магнитные элементы, как правило, требуют индивидуального подхода к их проектированию.

Цели дисциплины: формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков использования магнитных материалов и компонентов в схемотехническом и конструкторском проектировании, исследовании и эксплуатации устройств силовой электроники.

Задачи дисциплины: наделить студента умением и практическими навыками использования магнитных материалов и компонентов при проектировании, исследовании и эксплуатации устройств силовой электроники.

Дисциплина нацелена на формирование:

профессиональных компетенций (ПК-4, ПК-5) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – дисциплина входит в часть БЛОКА 1,формируемую участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль подготовки «Информационные технологии проектирования электронных устройств»).

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Физические основы электроники», «Материалы и компоненты электронной техники», «Теоретические основы электротехники».
В свою очередь, дисциплина «Магнитные элементы электронных устройств» является основой для изучения следующих дисциплин: «Схемотехника аналоговых устройств», «Основы силовой преобразовательной техники», «Электронные силовые преобразовательные устройства», «Конструирование и технология электронных средств», «Электромагнитная совместимость электронных устройств и систем», приобретенные знания используются при прохождении производственных практик, для подготовки к процедуре защиты и защиты ВКР, а также в профессиональной деятельности.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены для очной формы обучения лекционные (36 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.). Для очно-заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (16 ак.ч.), лабораторные (8 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (120 ак.ч.). Для заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (8 ак.ч.), лабораторные (4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (132 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре при очной форме обучения и на 3 курсе в 5 семестре при очно-заочной и заочной форме обучения.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Магнитные элементы электронных устройств» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 –Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных средств, схем и устройств различного функционального назначения	ПК-4	ПК-4.1. Демонстрирует навыки решения задач анализа и расчета характеристик электронных схем и устройств различного функционального ПК-4.2. Осуществляет расчет основных показателей надежности электронных устройств ПК-4.3. Выбирает тип элементов электронных схем с учетом технических требований к разрабатываемому устройству
Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, электротехнических промышленных устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-5	ПК-5.1. Формулирует цели и задачи проектирования электронных средств ПК-5.2. Знает принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов ПК-5.3. Проводит оценочные расчеты характеристик электронных приборов ПК-5.4. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		4
Аудиторная работа, в том числе:	**72**	**72**
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	**72**	**72**
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	10	10
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание (индивидуальное задание)	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	10	10
Работа в библиотеке	9	9
Подготовка к экзамену	26	26
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	**Э (2)**	**Э (2)**
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 5 тем:

– тема 1 (.Магнитные материалы);

– тема 2 (Катушки индуктивности);

– тема 3 (Дроссели и электромагнитные фильтры);

– тема 4 (Трансформаторы);

– тема 5 (Электромагнитные преобразователи. Магнитные усилители).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведены в таблицах 3, 4, 5 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Магнитные материалы	Магнитное поле и его свойства. Энергия магнитного поля. Конфигурация магнитного поля в средах с высокой магнитной проницаемостью. Ферромагнетики и их поведение в магнитном поле. Влияние переменного магнитного поля на распределение токов в проводниках. Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие материалы. Магнитотвёрдые материалы. Никель-цинковые и марганец-цинковые ферритовые сердечники. Сердечники из порошковых магнитомягких материалов. Сердечники для трансформаторов и дросселей высокочастотных транзисторных преобразователей. Способы улучшения параметров магнитных компонентов.	6	Скин-эффект, эффект близости. Магнитные материалы силовой электроники, их частотные свойства и потери. Составление классификации магнитных элементов электронных устройств.	6	—	—
2	Катушки индуктивности	Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств Теоретические положения проектирования магнитных элементов, конструкции магнитопроводов магнитных элементов. Конструкции обмоток магнитных элементов, геометрические параметры магнитных элементов. Катушки индуктивности общего назначения. Сигнальные катушки индуктивности	6	Современные сильноточные катушки индуктивности в том числе для поверхностного монтажа	6	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
3	Дроссели и электромагнитные фильтры	Дроссели общего назначения, дроссели переменного тока, сглаживающие дроссели в том числе для поверхностного монтажа. Выводные ВЧ- и СВЧ-дроссели. Дроссели синфазных фильтров, в том числе для поверхностного монтажа. Мощные ЭМС-дроссели для для одно- и трехфазных систем. Проходные фильтры для шин питания. ЭМС-фильтры для одно- и трехфазных систем	8	Расчет сглаживающего дросселя	8	—	—
4	Трансформаторы	Эквивалентная схема трансформатора. Классификация режимов работы трансформатора. Электромагнитные и геометрические соотношения в трансформаторах. Трансформаторы тока.	8	Современные трансформаторы для импульсных источников питания, в том числе для поверхностного монтажа. Расчет трансформаторного устройства	8	—	—
5	Электромагнитные преобразователи. Магнитные усилители	Трансформаторные датчики, нелинейные магнитные элементы: управляемые магнитные ключи, электромагнитные реле. Применение электромагнитных реле во многих системах автоматики, управления и защиты электропривода и защиты энергосистем. Создание усилие в электромагнитном преобразователе за счет изменения магнитной энергии. Ме-	8	Исследование дроссельного магнитного усилителя	8	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
		ханические характеристики электромагнитного реле. Магнитные накопители энергии – дроссели. Прин4 6 цип действия магнитного усилителя (МУ). Анализ процессов в них: зависимости магнитной проницаемости μ магнитопровода от магнитодвижущей силы. Делитель переменного напряжения. Простейший нереверсивный дроссельный МУ. Повышение коэффициента усиления МУ с помощью применения положительной обратной связи. Двухтактный магнитный усилитель.					
Всего аудиторных часов			36	36			

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Магнитные материалы	Магнитное поле и его свойства. Энергия магнитного поля. Конфигурация магнитного поля в средах с высокой магнитной проницаемостью. Ферромагнетики и их поведение в магнитном поле. Влияние переменного магнитного поля на распределение токов в проводниках. Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие материалы. Магнитотвёрдые материалы. Никель-цинковые и марганец-цинковые ферритовые сердечники. Сердечники из порошковых магнитомягких материалов. Сердечники для трансформаторов и дросселей высокочастотных транзисторных преобразователей. Способы улучшения параметров магнитных компонентов.	2	Скин-эффект, эффект близости. Магнитные материалы силовой электроники, их частотные свойства и потери. Составление классификации магнитных элементов электронных устройств.	1	—	—
2	Катушки индуктивности	Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств Теоретические положения проектирования магнитных элементов, конструкции магнитопроводов магнитных элементов. Конструкции обмоток магнитных элементов, геометрические параметры магнитных элементов. Катушки индуктивности общего назначения. Сигнальные катушки индуктивности	2	Современные сильноточные катушки индуктивности в том числе для поверхностного монтажа	1	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
3	Дроссели и электромагнитные фильтры	Дроссели общего назначения, дроссели переменного тока, сглаживающие дроссели в том числе для поверхностного монтажа. Выводные ВЧ- и СВЧ-дроссели. Дроссели синфазных фильтров, в том числе для поверхностного монтажа. Мощные ЭМС-дроссели для для одно- и трехфазных систем. Проходные фильтры для шин питания. ЭМС-фильтры для одно- и трехфазных систем	4	Расчет сглаживающего дросселя	2	—	—
4	Трансформаторы	Эквивалентная схема трансформатора. Классификация режимов работы трансформатора. Электромагнитные и геометрические соотношения в трансформаторах. Трансформаторы тока.	4	Современные трансформаторы для импульсных источников питания, в том числе для поверхностного монтажа. Расчет трансформаторного устройства	2	—	—
5	Электромагнитные преобразователи. Магнитные усилители	Трансформаторные датчики, нелинейные магнитные элементы: управляемые магнитные ключи, электромагнитные реле. Применение электромагнитных реле во многих системах автоматики, управления и защиты электропривода и защиты энергосистем. Создание усилие в электромагнитном преобразователе за счет изменения магнитной энергии. Ме-	4	Исследование дроссельного магнитного усилителя	2	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
		ханические характеристики электромагнитного реле. Магнитные накопители энергии – дроссели. Прин4 6 цип действия магнитного усилителя (МУ). Анализ процессов в них: зависимости магнитной проницаемости μ магнитопровода от магнитодвижущей силы. Делитель переменного напряжения. Простейший нереверсивный дроссельный МУ. Повышение коэффициента усиления МУ с помощью применения положительной обратной связи. Двухтактный магнитный усилитель.					
Всего аудиторных часов			16	8			

Таблица 5 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Магнитные материалы	Магнитное поле и его свойства. Энергия магнитного поля. Конфигурация магнитного поля в средах с высокой магнитной проницаемостью. Ферромагнетики и их поведение в магнитном поле. Влияние переменного магнитного поля на распределение токов в проводниках. Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие материалы. Магнитотвёрдые материалы. Никель-цинковые и марганец-цинковые ферритовые сердечники. Сердечники из порошковых магнитомягких материалов. Сердечники для трансформаторов и дросселей высокочастотных транзисторных преобразователей. Способы улучшения параметров магнитных компонентов.	1	Скин-эффект, эффект близости. Магнитные материалы силовой электроники, их частотные свойства и потери. Составление классификации магнитных элементов электронных устройств.	0,5	—	—
2	Катушки индуктивности	Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств Теоретические положения проектирования магнитных элементов, конструкции магнитопроводов магнитных элементов. Конструкции обмоток магнитных элементов, геометрические параметры магнитных элементов. Катушки индуктивности общего назначения. Сигнальные катушки индуктивности	1	Современные сильноточные катушки индуктивности в том числе для поверхностного монтажа	0,5	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
3	Дроссели и электромагнитные фильтры	Дроссели общего назначения, дроссели переменного тока, сглаживающие дроссели в том числе для поверхностного монтажа. Выводные ВЧ- и СВЧ-дроссели. Дроссели синфазных фильтров, в том числе для поверхностного монтажа. Мощные ЭМС-дроссели для для одно- и трехфазных систем. Проходные фильтры для шин питания. ЭМС-фильтры для одно- и трехфазных систем	2	Расчет сглаживающего дросселя	1	—	—
4	Трансформаторы	Эквивалентная схема трансформатора. Классификация режимов работы трансформатора. Электромагнитные и геометрические соотношения в трансформаторах. Трансформаторы тока.	2	Современные трансформаторы для импульсных источников питания, в том числе для поверхностного монтажа. Расчет трансформаторного устройства	1	—	—
5	Электромагнитные преобразователи. Магнитные усилители	Трансформаторные датчики, нелинейные магнитные элементы: управляемые магнитные ключи, электромагнитные реле. Применение электромагнитных реле во многих системах автоматики, управления и защиты электропривода и защиты энергосистем. Создание усилие в электромагнитном преобразователе за счет изменения магнитной энергии. Ме-	2	Исследование дроссельного магнитного усилителя	1	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических (семинарских) занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
		ханические характеристики электромагнитного реле. Магнитные накопители энергии – дроссели. Прин4 6 цип действия магнитного усилителя (МУ). Анализ процессов в них: зависимости магнитной проницаемости μ магнитопровода от магнитодвижущей силы. Делитель переменного напряжения. Простейший нереверсивный дроссельный МУ. Повышение коэффициента усиления МУ с помощью применения положительной обратной связи. Двухтактный магнитный усилитель.					
Всего аудиторных часов			8	4			

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-4, ПК-5	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

– тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 работы) – всего 40 баллов;

– практические работы – всего 20 баллов;

– за выполнение индивидуального и домашнего задания – всего 40 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют проработку лекционного материала.

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

По материалам курса студент должен решить 10 задач, в соответствии со своим вариантом. Примеры задач приведены ниже.

Задача 1. Из группы ферритов 4СЧЗ, 1СЧ4, ЗСЧ8, 5СЧ, ЗСЧ6 выберите материал, обеспечивающий наибольшие потери (максимальную ц ') на частоте 8200 ГГц.

Задача 2. Эпитаксиальная структура феррита-граната иттрия (ЖИГРЭС) находится в магнитном однородном поле, перпендикулярном плоскости структуры. Определите частоту, соответствующую однородному ферромагнитному резонансу. Как следует изменить напряженность поля, чтобы на этой частоте наблюдать однородный резонанс в поле, направленном касательно к пластине?

Задача 3. Реализуется ли однодоменное состояние ферритов ЗСЧ15 и ЗСЧ9 при наблюдении в них ферромагнитного резонанса на частоте 3 ГГц ?

Задача 4. Ферритовый стержень фазовращателя из феррита ЗСЧ8 работает на частоте 6,5 ГГц в продольном подмагничивающем поле. К чему приведет увеличение поля?

Задача 5. Для образцов из феррита 1СЧЗ в форме пластины, намагниченной нормально плоскости, сферы, длинного стержня, намагниченного касательно, определите на частоте 10,5 ГГц поля ферромагнитного резонанса.

Задача 6. Эпитаксиальная структура феррита-граната иттрия (ЖИГРЭС) находится в магнитном одноосном поле Н = 160 кА/м (2000 Э), перпендикулярном плоскости структуры. Определите частоту, соответствующую однородному ферромагнитному резонансу. Как сле-дует изменить напряженность поля, чтобы на этой частоте наблюдать однородный резонанс в поле, направленном касательно к пластине?

Задача 7. На частоте 3 ГГц ширина линии ФМР в сфере из феррита ЗСЧ9 оказалась значительно больше, чем в такой же сфере из феррита ЗСЧ7. Объясните полученные результаты.

Задача 8. Стержень фарадеевского циркулятора из феррита 15СЧ работает на частоте 2100 МГц. Каково допустимое значение поля управления в

феррите 15СЧ или 30СЧ6 ?

Задача 9. Ферритовый тороид из марки 10СЧ8 находится в состоянии технического насыщения в магнитном поле обмотки, превышающем 50 Э. Будет ли находиться в том же состоянии цилиндр D 50х5 мм в однородном поле электромагнита Я = 500 Э при намагничивании вдоль плоскости (перпендикулярно плоскости)

Задача 10. Ш-образный сердечник из феррита 2000НМ имеет эквивалентную проницаемость 1400. Оцените выигрыш в р который можно получить при той же технологии обработки сердечников, если изготовлять их из феррита 6000НМ.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Варианты тестовых заданий.

1. Суммарный магнитный момент единицы объема вещества называют:

а) магнитной проницаемостью;
б) индуктивностью;
в) намагниченностью;
г) магнитной индукцией.

2. Магнитная индукция В характеризует плотность магнитного потока, приходящегося на единицу площади поперечного сечения S сердечника:

а) $B = \mu_a \cdot H$;
б) $B = \mu o \cdot (\bar{H}+J)$;
в) $B = \Phi \cdot S$;
г) $B = \Phi / S$.

3. Под действием намагничивающей силы вокруг проводника с током возникает ….. (запишите правильный ответ).

4. Вследствие вращения электрона вокруг своей оси, возникает:

а) орбитальный магнитный момент;
б) спиновый магнитный момент;
в) прецессия орбит электронов;
г) наведенный магнитный момент.

5. Если магнитный поток создается в магнитном сердечнике с обмоткой, имеющей w витков, то он образует с этой обмоткой:

а) потокосцепление;
б) магнитный момент;
в) магнитодвижущую силу;
г) индуктивность.

6. Слабо магнитные вещества, намагниченность их J невелика и является наведенной внешним полем, а магнитная проницаемость близка к единице $\mu \approx 1$, это:

а) диамагнетики и парамагнетики;

б) ферримагнетики;

в) ферромагнетики;

г) антиферромагнетики.

7. Вещества у которых некомпенсированные спины соседних атомов самопроизвольно устанавливаются антипараллельно и взаимно компенсируются, так что собственный магнитный момент вещества становится равным нулю и спонтанная намагниченность у них отсутствует, называются……. (запишите правильный ответ).

8. Сильно магнитные вещества, у которых магнитная проницаемость много больше единицы и достигает десятков и сотен тысяч. Намагниченность их собственная, а не наведенная, такие вещества называются…. (запишите правильный ответ).

9. Лучшими МУ являются усилители у которых петля Гистерезиса:

а) прямоугольной формы;

б) линейной;

в) округлой;

г) гладкой вытянутой.

10. Для чего шихтуют сердечник.

а) для уменьшения веса сердечника;

б) для исключения реактивной емкости сердечника;

в) для уменьшения влияния вихревых токов;

г) для увеличения максимальной мощности рассеяния.

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену (тестовому коллоквиуму)

1) Что такое ферромагнитизм? Как происходит намагничивание ферромагнетика?

2) Что такое магнитная проницаемость? Статические и динамические характеристики магнитных материалов и сердечников.

3) Приведите основные аналитические соотношения, связывающие характеристики магнитных и электрических цепей (закон электромагнитной индукции, закон полного тока, магнитное сопротивление магнитопровода, понятие индуктивности, магнитодвижущая сила, электродвижущая сила).

4) Что такое линейный дроссель?

5) Дроссель насыщения без подмагничивания. Приведите его схему, характеристики. Возможные его практические использования.

6) Что такое дроссель насыщения с подмагничиванием? Возможные практические применения такого дросселя.

7) Что такое дроссельный магнитный усилитель? Схема, принцип действия.

8) Приведите основной закон магнитного усилителя. Основные характеристики и параметры.

9) Что такое дроссель насыщения с самонамагничиванием?

10) Расскажите о применении ДН с самонамагничиванием в электроаппаратостроении.

11) Что такое импульсный трансформатор на магнитных сердечниках с НПГ? Принцип действия. Зависимость формы выходного импульса от параметров трансформатора и нагрузки.

12) Что такое электромагнитное реле постоянного тока? Устройство.

13) Что такое электромагнитное реле постоянного тока? Принцип действия. Приведите тяговые и механические характеристики.

14) Поясните принцип действия и применение электромагнитных механизмов (электромагнитные муфты, магнитоуправляемые контакты, реле переменного тока).

15) Приведите электромагнитную схему и принцип действия силового трансформатора на холостом ходу и в режиме с нагрузкой.

16) Приведите схему замещения силового трансформатора.

17) Как определяются параметры схемы замещения по опытам холостого хода и короткого замыкания?

18) Изменение вторичного напряжения и внешние характеристики трансформатора.

19) Как определяется КПД силового трансформатора и его зависимость от нагрузки?

20) Поясните устройство и принцип действия трехфазного трансформатора.

21) Приведите схемы соединения обмоток. Перечислите причины, обуславливающие применение той или иной схемы соединения обмоток.

22) Группы соединения обмоток трёхфазного трансформатора.

23) При каких условиях возможна параллельная работа трансформаторов?

24) Что такое автотрансформатор и в чём его особенность по сравнению с обычными трансформаторами?

25) Каковы особенности многообмоточных силовых трансформаторов малой мощности (броневых и тороидальных)?

26) Каковы особенности силовых трансформаторов, используемых в преобразовательных устройствах (выпрямителях)?

27) Каковы особенности силовых трансформаторов, используемых в преобразовательных устройствах (инверторах)?

28) Что такое сварочный трансформатор и в чём его главная функция?

29) Какими основными параметрами характеризуется стабилизатор напряжения?

30) Какие классы современных магнитных материалов существуют и в чём их особенности?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Никифоров, Н. К. Электронная аппаратура. Пассивные электромагнитные компоненты и элементы схем. Электромагнитная совместимость. Основы магнитоэлектроники : учебное пособие / Н. К. Никифоров. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 476 с. — ISBN 978-5-9729-1207-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/132900.html (дата обращения: 30.08.2024).

2. Никифоров, И. К. Материалы электротехнических и радиоэлектронных устройств : учебное пособие / И. К. Никифоров. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 528 с. — ISBN 978-5-9729-1955-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/143524.html (дата обращения: 30.08.2024).

3. Архипов, А.Ю. Основы стандартизации, метрологии и сертификации : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям стандартизации, сертификации и метрологии, направлениям экономики и управления / А. В. Архипов, Ю. Н. Берновский, А. Г. Зекунов [и др.] ; под редакцией В. М. Мишина. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2023. — 447 с. — ISBN 978-5-238-01173-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/141809.html (дата обращения: 30.08.2024).

4. Земляной, Кирилл Геннадьевич. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / К.Г. Земляной, А.Э. Глызина ; М-во науки и высшего образования РФ.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2022.— 235. – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/117118/1/978-5-7996-3541-1_2022.pdf (дата обращения 30.08.2024 г.).

Дополнительная литература

1. Воронин А.И. Трансформаторы и дроссели источников электропитания электронных устройств : учебное пособие / Воронин А.И., Шадрин Г.А.. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2009. — 145 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/13993.html (дата обращения: 30.08.2024).

2. Лачин, В.И. Электроника: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки 220200 "Автоматизация и управление" / В.И. Лачин, Н.С. Савелов. 7-е изд. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 704 с. – 3 экземпляра.

3. Рама Редди, С. Основы силовой электроники: пер. с англ. / С. Рама Редди. М.: Техносфера, 2006. – 288 с.– 2 экземпляра.

4. Лачин, В.И.Электроника: учеб. пособ. для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки 220200 "Автоматизация и управление" / В.И. Лачин, Н.С. Савелов. 6-е изд., перераб. и доп. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. 704с.– 3 экземпляра.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: http://ntb.bstu.ru/jirbis2/. — Текст : электронный.
3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x. — Текст : электронный.
4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.
5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: http://www.iprbookshop.ru/. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: *Мультимедийная лекционная аудитория (48 посадочных мест),* оборудованная специализированной (учебной) мебелью, проектор EPSON EMP-X5 (1 шт.); домашний кинотеатр HT-475 (1 шт.); персональный компьютер, локальная сеть с выходом в Internet	ауд. *206* корп. *3*
Аудитории для проведения практических занятий, для самостоятельной работы:	
Лаборатория силовой электроники и автоматизированных систем управления (*25 посадочных мест)* для проведения лабораторных и практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, оборудованная учебной мебелью, специализированными лабораторными стендами, осциллографами, источниками питания, генераторами сигналов и др. специализированным оборудованием	ауд. *211* корп. *3*
Лаборатория вакуумной и полупроводниковой электроники (18 *посадочных мест)* для проведения лабораторных и практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, оборудованная учебной мебелью, стендами для изучения полупроводниковой и вакуумной электроники – 7 шт., лабораторными установками – 3 шт., вольтметрами В7-35 – 16 шт., генераторами Г3-118 – 8 шт., Генераторами Г3-112 – 2 шт., осциллографами С1-76 – 6 шт., осциллографами С1-83 – 2 шт., осциллографами С1-93 – 1 шт., приборами для исследования АЧХ – 1 шт., приборами Х1-46 – 1 шт., частотомерами Ч3-34 – 4 шт., блоками питания постоянного тока Б5-49 – 1 шт., приборами Х1-50 – 1 шт., столами монтажными – 7 шт.	ауд. 106 корп. 4

Лист согласования РПД

Разработали:

Ст.преп. кафедры электроники и радиофизики (должность)	_____ (подпись)	В.И. Ушаков (Ф.И.О.)
Ст.преп. кафедры электроники и радиофизики (должность)	_____ (подпись)	А.В. Еремина (Ф.И.О.)
И.о. заведующего кафедрой электроники и радиофизики	_____ (подпись)	А.М. Афанасьев (Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры электроники и радиофизики от 30.08.2024 г.

И.о. декана факультета информационных технологий и автоматизации производственных процессов	_____ (подпись)	В.В. Дьячкова (Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической комиссии по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль подготовки «Промышленная электроника»)	_____ (подпись)	А.М. Афанасьев (Ф.И.О.)
Начальник учебно-методического центра	_____ (подпись)	О.А. Коваленко (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	