



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и
электроники

_____ Ившин И.В.

« 28 » октября _____ 2020 г.

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИЭЭ
протокол №7 от 16.04.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Магнитные элементы электронных устройств

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) 11.03.04 Промышленная электроника

Квалификация бакалавр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Программу разработал(и):

зав.каф., профессор, д.ф.-м.н. _____ Голенищев-Кутузов А.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Промышленная электроника и светотехника, протокол №5 от 27.10.2020

Зав. кафедрой Голенищев-Кутузов А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Промышленная электроника и светотехника, протокол № 5 от 27.10.2020

Зав. кафедрой Голенищев-Кутузов А.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Электроэнергетики и электроники, протокол № 3 от 28.10.2020

Зам. директора института Электроэнергетики и электроники
/Ахметова Р.В./

Программа принята решением Ученого совета института Электроэнергетики и электроники
протокол № 4 от 28.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины "Магнитные элементы электронных устройств» является формирование знаний по использованию различных магнитных материалов и элементов в устройствах электроники и наноэлектроники.

Задачами дисциплины являются:

изучение принципов построения различных магнитных элементов, применяемых в электронных устройствах;

формирование навыков по использованию магнитных элементов в различных электронных устройствах измерения, управления и автоматизации;

приобретение знаний и навыков выбора магнитных материалов для производства изделий электроники.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-2 Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1 Использует различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик различных устройств в области электроники и наноэлектроники	<i>Знать:</i> основные физические законы в области электричества и магнетизма, основные понятия теории математического моделирования <i>Уметь:</i> пользоваться методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по приборам и устройствам современной электроники <i>Владеть:</i> терминологией в области аналоговой электроники, информацией об электрических параметрах электронных устройств

<p>ПК-2 Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>	<p>ПК-2.2 Выбирает на конкретной установке наиболее эффективную методику экспериментального исследования необходимых параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>	<p><i>Знать:</i> методы решения задач анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники, параметры, характеристики и методы моделирования полупроводниковых приборов и устройств</p> <p><i>Уметь:</i> решать системы линейных алгебраических уравнений, решать задачи с применением дифференциального и интегрального исчисления, решать задачи анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники</p> <p><i>Владеть:</i> основными аналитическими и численными методами решения алгебраических уравнений и систем алгебраических уравнений</p>
	<p>ПК-2.3 Реализует конкретные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>	<p><i>Знать:</i> методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике</p> <p><i>Уметь:</i> рассчитывать электрические цепи и базовые схемы, используемые в устройствах современной электроники и наноэлектроники, составлять описание схем и технических условий эксплуатации</p> <p><i>Владеть:</i> способностью к аргументированной реализации и выбору конкретных методик экспериментального исследования различных параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также методикой описания отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации; разработкой типовых схем включения изделий «система в корпусе»</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Магнитные элементы электронных устройств относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-5		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-6		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-7		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-8		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2	Метрология, стандартизация и сертификация	
ОПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-3	Микропроцессорные устройства	
ОПК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3	Инженерное проектирование с применением САПР	
ПК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-5		Анализ и расчет компонентов и функциональных узлов силовой электроники Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

1. основные физические законы в области электричества и магнетизма;
2. основные понятия теории математического моделирования, методы решения задач анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники;
3. параметры, характеристики и методы моделирования полупроводниковых приборов и устройств.

уметь:

1. решать системы линейных алгебраических уравнений, решать задачи с применением дифференциального и интегрального исчисления;
2. решать задачи анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники;
3. пользоваться методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по приборам и устройствам современной электроники.

владеть:

1. основными аналитическими и численными методами решения алгебраических уравнений и систем алгебраических уравнений, терминологией в области аналоговой электроники, информацией об электрических параметрах электронных устройств;
2. современными методами расчета, моделирования и проектирования электронных устройств содержащих магнитные элементы;
3. навыками решения задач анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники;
4. опытом сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по приборам и устройствам современной электроники.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 42 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 32 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 66 часов, контроль самостоятельной работы (КСР) 2 часа. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 4.2 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	42	42

Лекционные занятия (Лек)	8	8
Лабораторные занятия (Лаб)	16	16
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:	66	66
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)		
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	За	За

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена					
Раздел 1. Электромагнетизм. Основные соотношения. Уравнения Максвелла. Различные типы магнитного состояния вещества.														
1. Законы электромагнитной индукции. Самоиндукция. Взаимоиндукция. Основные типы магнитного состояния вещества.	7	2	4	4	16				26	ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.2 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-2.3 -31	Л1.1, Л2.1, Л2.3	ОЛР Тест ПЗ		25
Раздел 2. Ферромагнитные материалы применяемые в устройствах электроники.														

2. Различны виды ферромагнитных материалов, применяемых в устройствах электроники и наноэлектроники	7	2	4	4	16					26	ПК-2.2 -31, ПК-2.3 -В1, ПК-2.1 -У1, ПК-2.3 -31, ПК-2.1 -В1, ПК-2.2 -У1, ПК-2.2 -В1	Л1.1, Л2.1, Л2.3	ОЛР Тест ПЗ		25
---	---	---	---	---	----	--	--	--	--	----	---	------------------------	-------------------	--	----

Раздел 3. Режимы работы трансформаторов. Расчет потерь, мощность трансформатора.

3. Режимы работы трансформаторов . Расчет потерь, мощность трансформатора. Цепи восстановления исходного состояния сердечника.	7	2	4	4	17	2				29	ПК-2.2 -31, ПК-2.2 -У1, ПК-2.3 -31, ПК-2.3 -У1, ПК-2.3 -В1	Л1.1, Л2.2	ОЛР Тест ПЗ КНТР		25
--	---	---	---	---	----	---	--	--	--	----	---	---------------	---------------------------	--	----

Раздел 4. Конструктивный расчет трансформатора. Магнитные усилители

4. Электрический и конструктивный расчет трансформатора. Расчет магнитных усилителей.	7	2	4	4	17					27	ПК-2.1 -У1, ПК-2.3 -В1, ПК-2.2 -У1, ПК-2.3 -У1, ПК-2.1 -31	Л2.1, Л2.2, Л2.3	ОЛР Тест ПЗ		25
---	---	---	---	---	----	--	--	--	--	----	---	------------------------	-------------------	--	----

ИТОГО		8	16	16		66	2			108				зачет	100
--------------	--	---	----	----	--	----	---	--	--	-----	--	--	--	-------	-----

3.3. Тематический план лекционных занятий

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Электромагнетизм. Различные типы магнитного состояния вещества.	2

2	Ферромагнитные материалы применяемые в устройствах электроники. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.	2
3	Мощность трансформатора. Тепловой режим работы. Расчет потерь в трансформаторе. Режимы работы импульсного трансформатора. Однотактный и двухтактный режимы работы	2
4	Потери мощности в элементах конструкции трансформатора. Предельная мощность передаваемая трансформатором. Оптимальный режим перемагничивания сердечника.	2
Всего		8

3.4. Тематический план практических занятий

№ п/п	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Электромагнетизм. Основные соотношения. Уравнения Максвелла.	2
2	Самоиндукция и взаимоиנדукция	2
3	Расчет сердечников, изготовленных из ферромагнитного материала	2
4	Графический метод решения задач	2
5	Законы Кирхгоффа для магнитных цепей	2

6	Графический метод решения задач для разветвленных цепей	2
7	Конструктивный расчет трансформатора	2
8	Расчет магнитного усилителя	2
Всего		16

3.5. Тематический план лабораторных работ

№ п/п	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Определение точки Кюри	4
2	Исследование характеристик магнитных сердечников	4
3	Исследование работы импульсного трансформатора с полупроводниковым ключом	4
4	Исследование работы магнитного усилителя	4
Всего		16

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение основных законов электромагнитной индукции	подготовка к тестированию	15
2	Изучение магнитных материалов специального назначения	подготовка к тесту	15
3	Изучение и расчет цепей восстановления исходного состояния сердечника.	подготовка к контрольной работе	15
4	Изучение работы дросселей	выполнение теста	15
5	Самостоятельное изучение пройденного материала	Подготовка к зачету	6
Всего			66

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Магнитные элементы электронных устройств» по образовательным программам направления подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle, URL: - электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <https://e.kgeu.ru/TeacherResource>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльнорейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение)	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач

опытом)	базовые навыки, имеют место грубые ошибки	стандартных задач с некоторыми недочетами	некоторыми недочетами	без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-2	ПК-2.1	Знать				
		основные физические законы в области электричества и магнетизма, основные понятия теории математического моделирования	знает основные физические законы в области электричества и магнетизма и основные понятия теории математического моделирования	в основном знает основные физические законы в области электричества и магнетизма и разбирается в теории математического моделирования	плохо знает основные физические законы в области электричества и магнетизма, плохо усвоил основные понятия теории математического моделирования	не знает основные физические законы в области электричества и магнетизма.

		Уметь				
		пользоваться методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по приборам и устройствам современной электроники	умеет в полной мере пользоваться методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по приборам и устройствам современной электроники	демонстрирует умение пользоваться методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по приборам и устройствам современной электроники	с трудом использует методы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по приборам и устройствам современной электроники	не умеет пользоваться методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по приборам и устройствам современной электроники
		Владеть				
		терминологией в области аналоговой электроники, информацией об электрических параметрах электронных устройств	полностью владеет терминологией в области аналоговой электроники, информацией об электрических параметрах электронных устройств	в основном владеет терминологией в области аналоговой электроники, информацией об электрических параметрах электронных устройств	слабо владеет терминологией в области аналоговой электроники, информацией об электрических параметрах электронных устройств	не владеет терминологией в области аналоговой электроники, информацией об электрических параметрах электронных устройств
ПК-2.2	Знать					
	методы решения задач анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники, параметры, характеристики и методы моделирования полупроводниковых приборов и устройств	хорошо знает методы решения задач анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники, параметры, характеристик и методы моделирования полупроводниковых приборов и устройств	знает методы решения задач анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники, параметры, характеристик и методы моделирования полупроводниковых приборов и устройств	хорошо знает методы решения задач анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники, но мало знает о параметрах, характеристик и методах моделирования полупроводниковых приборов и устройств	не знает никаких методов решения задач анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники и моделирования полупроводниковых приборов и устройств	
	Уметь					

		решать системы линейных алгебраических уравнений, решать задачи с применением дифференциального и интегрального исчисления, решать задачи анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники	умеет уверенно решать системы линейных алгебраических уравнений, решать задачи с применением дифференциального и интегрального исчисления, решать задачи анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники	умеет решать системы линейных алгебраических уравнений, решать задачи с применением дифференциального и интегрального исчисления, но не уверенно решает задачи анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники	плохо решает системы линейных алгебраических уравнений, решать задачи с применением дифференциального и интегрального исчисления, и решать задачи анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники	не умеет решать системы линейных алгебраических уравнений, решать задачи с применением дифференциального и интегрального исчисления, решать задачи анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники
	Владеть					
		основными аналитическими и численными методами решения алгебраических уравнений и систем алгебраических уравнений	владеет основными аналитическим и и численными методами решения алгебраических уравнений и систем алгебраических уравнений	в основном владеет аналитическим и и численными методами решения алгебраических уравнений и систем алгебраических уравнений	плохо владеет основными аналитическим и и численными методами решения алгебраических уравнений и систем алгебраических уравнений	не владеет основными аналитическим и и численными методами решения алгебраических уравнений и систем алгебраических уравнений
ПК-	Знать					

		методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике	знает методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике	знает не все методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике	плохо знает методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике	не знает методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники
	2.3	Уметь				
		рассчитывать электрические цепи и базовые схемы, используемые в устройствах современной электроники и наноэлектроники, составлять описание схем и технических условий эксплуатации	умеет рассчитывать электрические цепи и базовые схемы, используемые в устройствах современной электроники и наноэлектроники, составлять описание схем и технических условий эксплуатации	демонстрирует умение рассчитывать электрические цепи и базовые схемы, используемые в устройствах современной электроники и наноэлектроники, составлять описание схем и технических условий эксплуатации	демонстрирует недостаточное умение рассчитывать электрические цепи и базовые схемы, используемые в устройствах современной электроники и наноэлектроники, составлять описание схем и технических условий эксплуатации	не умеет рассчитывать электрические цепи и базовые схемы, используемые в устройствах современной электроники и наноэлектроники
		Владеть				

		<p>способностью к аргументированной реализации и выбору конкретных методик экспериментального исследования различных параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также методикой описания отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации; разработкой типовых схем включения изделий «система в корпусе»</p>	<p>в полной мере владеет способностью к аргументированной реализации и выбору конкретных методик экспериментального исследования различных параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также методикой описания отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации; разработкой типовых схем включения изделий «система в корпусе»</p>	<p>способен аргументированно реализовать и выбрать конкретные методики экспериментального исследования различных параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также методикой описания отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации; разработкой типовых схем включения изделий «система в корпусе»</p>	<p>способен аргументированно выбрать, но затрудняется реализовать конкретные методики экспериментального исследования различных параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также методикой описания отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации; разработкой типовых схем включения изделий «система в корпусе»</p>	<p>не способен к аргументированно реализовать и выбрать конкретные методики экспериментального исследования различных параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>
--	--	---	---	---	--	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие,	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Сорокин В.С.	Материалы и элементы электронной техники Т. 2 Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники	учебник	СПб. : Лань,	2015-2016	https://e.lanbook.com/book/71735 .	

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие,	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Садыков М.Ф.	Магнитные элементы электронных устройств	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2004		100
2	Серебряков А.С.	Трансформаторы	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012437.html	
3	Мишин Д. Д.	Магнитные материалы	учебное пособие для вузов	М.: Высш. шк.	1991		25

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Магнитные элементы электронных устройств	

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/

2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	http://window.edu.ru/
3	Web of Science	https://webofknowledge.com/	https://webofknowledge.com/
4	КиберЛенинка	В https://cyberleninka.ru/	В https://cyberleninka.ru/
5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
6	Физика и техника полупроводников	journals.ioffe.ru	journals.ioffe.ru
7	Журнал технической физики	journals.ioffe.ru	journals.ioffe.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право.
2	NI Academic Site License – Multisim Teaching Only (Smaii)	Пакет программного обеспечения для графического программирования и проектирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
3	LabVIEW Professional Development System for Windows	Среда графического программирования и разработки приложений	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право.
4	Adobe Acrobat	Пакет программ	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право.
5	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория «Лаборатория основ электроники»	30 посадочных мест, доска деревянная распашная, телевизор плазменный настен., учебно-методический стенд (5шт), учебный стенд (2 шт), лабораторный стенд КС-11(3 шт), камера IP

2	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, усилитель-микшер для систем громкой связи, миникомпьютер, монитор, проектор, экран настенно-потолочный, микрофон
3	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	30 посадочных мест, персональный компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес; потолочное крепление для проектора, интерактивная доска; проектор, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
4	Самостоятельная работа	Читальный зал Компьютерный класс с выходом в Интернет	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.) моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
5	Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля	компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор
6	Зачёт	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	30 посадочных мест, доска деревянная распашная, телевизор плазменный настен., учебно-методический стенд (5шт), учебный стенд (2 шт),

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания

технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- формирование эстетической картины мира;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Профессионально-трудовое воспитание:

- формирование добросовестного, ответственного и творческого отношения к разным видам трудовой деятельности;

- формирование навыков высокой работоспособности и самоорганизации, умение действовать самостоятельно, мобилизовать необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

Экологическое воспитание:

- формирование экологической культуры, бережного отношения к родной земле, экологической картины мира, развитие стремления беречь и охранять природу;

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины с 2021/2022 учебного года

В программу вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9 «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися» (стр. 21 - 22).

Программа одобрена на заседании кафедры–разработчика «15» июня 2021 г., протокол № 15 Зав. кафедрой А.В. Голенищев-Кутузов

Программа одобрена методическим советом института ИЭЭ «22» июня 2021 г., протокол № 11.

Зам. директора по УМР _____

/Р.В, Ахметова /

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____

/Д.А. Иванов/

Подпись, дата

*Приложение к рабочей программе
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Магнитные элементы электронных устройств

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) Промышленная электроника

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Магнитные элементы электронных устройств» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции: ПК-2.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: тест, отчет по лабораторной работе, практическое задание, зачет, контрольная работа.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 7 семестр. Форма промежуточной аттестации зачет.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 7

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
1	Изучение основных законов электромагнитной индукции	Тест ОЛР ПЗ	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	менее 13	13 - 17	17 - 21	21 - 25	
2	Изучение магнитных материалов специального назначения	Тест ОЛР ПЗ	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	менее 13	14 - 17	18 - 21	21 - 25	
3	Изучение и расчет цепей восстановления исходного состояния сердечника.	КнТР ОЛР ПЗ	ПК-2.2 ПК-2.3	менее 14	14 - 17	17 - 21	21 - 25	
4	Изучение работы дросселей	Тест ОЛР ПЗ	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	менее 14	14 - 18	18 - 21	22 - 25	

Всего баллов	0 - 54	55-69	70-84	85-100
--------------	--------	-------	-------	--------

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
тест (тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине,	Комплект задач и заданий
зачет (зач.)	Комплект вопросов и задач для сдачи промежуточной аттестации в форме зачета	Вопросы для подготовки к зачету. Задачи для решения
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ)
Представление и содержание оценочных материалов	<p>В рамках данной дисциплины предусмотрены практические занятия по всем темам курса. Решение задач на занятиях или выполнение домашних работ позволяет студентам набрать соответствующие баллы.</p> <p><i>Примеры практических заданий с решениями:</i></p> <p><i>Задача 1.</i> На кольцевой замкнутой сердечник (см. рисунок) равномерно нанесена обмотка с числом витков $\omega = 200$. Поперечное сечение кольца прямоугольное. Наружный диаметр кольца $D = 16$ см, внутренний диаметр $d = 10$ см, толщина пакета $b = 4$ см. Определить ток в обмотке катушки, при котором магнитный поток в сердечнике будет равен $\Phi = 12 \cdot 10^{-4}$ Вб = 120 000 Мкс, если материал сердечника: а) дерево, б) литая сталь, в) листовая электротехническая сталь Э 42.</p>

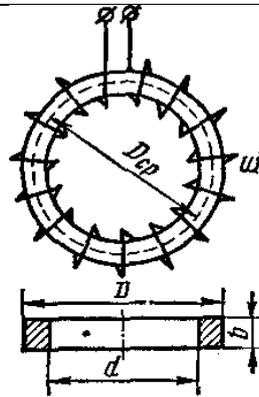


Рисунок к задаче 1

Решение.

Магнитная индукция в сердечниках из дерева и литой стали:

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{\Phi}{\frac{D-d}{2}b} = \frac{12 \cdot 10^{-4}}{\frac{16-10}{2} \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = 1 \text{ Тл} = 10000 \text{ Гс.}$$

Магнитная индукция в сердечнике из листовой электротехнической стали Э42 (с учетом коэффициента заполнения стали $k_{з.с.} = 0,9$):

$$B = \frac{\Phi}{k_{з.с.} S} = 1,11 \text{ Тл} = 1110 \text{ Гс.}$$

а) Напряженность поля в сердечнике из дерева:

$$H_0 = \frac{B}{\mu_0} = \frac{1 \text{ Тл}}{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}} = 8 \cdot 10^5 \text{ А/м.}$$

Ток в обмотке находим из уравнения

$$H = \frac{\omega I}{l_{ср}}, \quad I = \frac{l_{ср} H_0}{\omega} = 1632 \text{ А, где } l_{ср} = \pi D_{ср} = \pi \frac{D+d}{2} = 40,8 \text{ см}$$

Обычно для катушек кольцевых сердечников плотность тока в обмотке с лакостойкой или хлопчатобумажной изоляцией допускается не выше $\Delta = 3 \text{ А/мм}^2$, поэтому для данного тока потребовался бы провод с лакостойкой изоляцией сечением $q = I/\Delta = 1632/3 = 544 \text{ мм}^2$.

В этом случае площадь окна намотки S_M при $\omega = 200$ должна быть равна (без учета коэффициента заполнения меди $k_{з.м.}$):

$$S_M = 544 \cdot 10^{-2} \cdot 200 = 1088 \text{ см}^2.$$

Для данного размера сердечника площадь окна намотки (без учета $k_{з.м.}$) составляет:

$$S_M = \pi d^2/4 = 78,5 \text{ см}^2.$$

Следовательно, в этом сердечнике заданный поток получить невозможно.

б) Напряженность поля в сердечнике из литой стали определяется по кривой намагничивания. При $B = 1 \text{ Тл}$ $H_{ст} = 750 \text{ А/м}$ и ток в обмотке $I = 1,53 \text{ А}$.

в) Аналогично для сердечника из стали Э42 при $B = 1,11 \text{ Тл}$ $H_{ст} = 570 \text{ А/м}$ и ток в обмотке $I = 1,16 \text{ А}$.

Сопоставляя полученные результаты, видим, что один и тот же магнитный поток Φ можно получить при меньших магнитодвижущих силах, если материал сердечника легче намагничивается.

Задача 2. Определить, как изменится индуктивность катушки задачи 1, если материал сердечника выполнить из стали Э42, а ток в обмотке ($I = 1,16 \text{ А}$) увеличить в два раза.

Решение.

Индуктивность катушки уменьшится и будет равной $L = 129 \text{ мГн}$, т. к.

$$L = \omega \Phi / I = \mu_0 \mu_r \omega^2 S / l = \omega^2 / R_m, \text{ Гн, где } \mu_r = B / \mu_0 H, R_m = \omega l / \Phi, 1 / \text{Ом} \cdot \text{с.}$$

Это связано с тем, что материал сердечника при заданном увеличении тока находится в состоянии насыщения, а относительная магнитная проницаемость

уменьшается.

Задача 3. Определить величины H , B , Φ , μ , R_m и L кольцевого сердечника из ферромагнитного материала марки 50НП, если сечение сердечника $S = 0,7 \text{ см}^2$ и длина его средней линии $l_{cp} = 15 \text{ см}$. В равномерно распределенной обмотке с числом витков $\omega = 500$ ток $I = 18 \text{ мА}$.

Ответ: $H = 60 \text{ А/м}$, $B = 1 \text{ Тл}$, $\Phi = 7 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}$, $\mu = 13300$, $R_m = 128500 \text{ 1/Ом}\cdot\text{с}$, $L = 1,94 \text{ Гн}$.

Задача 4. Кольцевой сердечник типа ОЛ32/50-16 с числом витков $\omega = 128$ можно выполнить из стали Э310 или пермаллоя 79НМ. Длина средней линии сердечника $l_{cp} = 12,8 \text{ см}$, $k_{з.с.} = 0,95$. В каком из сердечников можно получить больший магнитный поток при двух токах в обмотках – 0,01 и 0,4 А?

Решение.

В первом случае (при токе $I = 0,01 \text{ А}$) напряженность магнитного поля в обоих сердечниках $H = 0,1 \text{ А/см}$, а потоки $\Phi_1 = 27,4 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}$ (в стали) и $\Phi_2 = 76,3 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}$ (в пермаллое). Во втором случае $H = 4 \text{ А/см}$, $\Phi_1 = 198 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}$ и $\Phi_2 = 117,8 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}$. Пермаллой предпочтительнее применять при малых напряженностях магнитного поля ($H < 1 \text{ А/см}$).

Задача 5. В схемах автоматики широко применяется магнитный усилитель, основным элементом которого является ферромагнитный сердечник с обмотками (см. рисунок). Одна из обмоток магнитного усилителя – обмотка управления ($\omega_y = 200$) – питается постоянным током I_y . Сердечник может быть выполнен из стали Э310, из пермаллоя 79НМ или из пермендюра. Какой материал нужно выбрать для сердечника, чтобы получить магнитный поток $\Phi = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}$ при наименьшем токе управления и отсутствии тока в рабочей обмотке ω_p ? Диаметры сердечника: внутренний $d = 20 \text{ мм}$, внешний $D = 28 \text{ мм}$, а толщина $b = 5 \text{ мм}$.

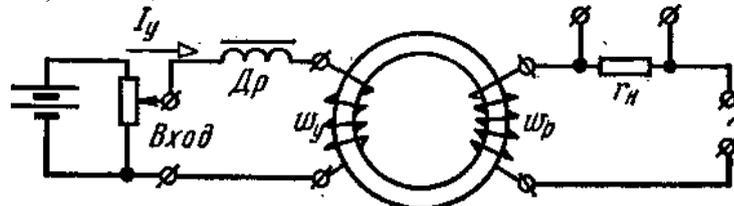


Рисунок к задаче 5

Ответ: для сердечника из пермаллоя 79НМ получается минимальный ток управления $I_y = 13,2 \text{ мА}$, при $k_{з.с.} \approx 1$.

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

За каждое верно выполненное задание можно получить 1-2 балла. При выставлении баллов учитываются следующие критерии:

1. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины, соответствующими темам практических занятий.
2. Владение специальными формулами и использование их при решении.
3. Логичность и последовательность решения.
4. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем.
5. Правильность ответов, полученных при решении задач.

Если работа обучающегося обнаруживает слабые знания соответствующей темы практического занятия, а в расчетах присутствуют ошибки, то такая работа оценивается в 0 баллов.

Максимальное количество баллов за практические занятия – 14.

Наименование Отчет по лабораторной работе (ОЛР)

<p>оценочного средства</p>	<p>В рамках данного курса предусмотрены 4 лабораторные работы по темам 1, 2, 4 и 6.</p> <p style="text-align: center;"><i>Темы лабораторных работ:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование характеристик магнитных сердечников. 2. Исследование работы импульсного трансформатора с полупроводниковым ключом. 3. Исследование работы магнитного усилителя. 4. Определение точки Кюри. <p>После выполнения каждой лабораторной работы студентам необходимо оформить отчет. Отчеты к лабораторным работам должны содержать краткую теорию соответствующего раздела дисциплины, задание, цель работы, принципиальные схемы, таблицы, графики, расчеты и выводы по работе. Успешная защита отчетов подразумевает ответы на вопросы по теме работы.</p> <p style="text-align: center;"><i>Примеры вопросов для защиты лабораторных работ:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Магнитные усилители с отрицательной обратной связью. 2. Магнитные усилители с положительной обратной связью. 3. Методика расчета магнитных усилителей. 4. Диодная цепь восстановления магнитного состояния сердечника. 5. Стабилитронная цепь восстановления магнитного состояния сердечника. 6. Однотактный режим перемагничивания. 7. Связь между электрическими и магнитными величинами для сердечника с обмотками. 8. Связь между магнитными и электрическими величинами. 9. Токи напряжения и потери энергии сердечника при двуполярном перемагничивании. 10. Гистерезис. 11. Основные параметры ферромагнетиков. 12. Динамические процессы при перемагничивании ферромагнетиков.
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>За каждый отчет по лабораторным работам можно получить максимум 4 балла. При выставлении баллов учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины и соответствующими темам лабораторных работ. 2. Владение специальными терминами и использование их при ответе. 3. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы. 4. Логичность и последовательность ответов на вопросы. 5. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем. 6. Правильность выполнения расчетов, точность построения графиков. <p>От 3 до 4 баллов оценивается ответ, обнаруживающий отличные знания соответствующей темы лабораторной работы, отличающийся полным владением терминологическим аппаратом; умением демонстрировать навыки работы с лабораторными стендами; умением делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы; отличающийся свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью.</p> <p>От 1 до 2 баллов оценивается ответ, обнаруживающий достаточные знания соответствующей темы лабораторной работы, отличающийся достаточным владением терминологическим аппаратом; умением демонстрировать навыки работы с лабораторными стендами; отличающийся неплохим уровнем владения монологической речью, логичностью и последовательностью. Допускается одна – две неточности в расчетах.</p> <p>Менее 1 балла оценивается ответ, обнаруживающий слабые знания</p>

соответствующей темы лабораторной работы. В расчетах присутствуют ошибки.
Максимальное количество баллов за отчеты по лабораторным работам – 16.

Наименование оценочного средства

Контрольная работа (КнТР)

Представление и содержание оценочных материалов

Контрольная работа относится к разделу №5 (Графический метод расчета магнитных цепей) и состоит из комплекта контрольных заданий по вариантам. Каждый студент выбирает вариант, соответствующий последней цифре номера его зачетки (либо варианты выдаются на усмотрение преподавателя).

Примеры заданий из контрольной работы:

Задача 1. Определить величину магнитного потока в воздушном зазоре катушки с незамкнутым магнитопроводом, если заданы средняя длина и сечение магнитопровода l_{cp} и S , длина воздушного зазора δ , ток в обмотке I , число витков обмотки ω и материал сердечника. Поле рассеяния пренебречь, поле в воздушном зазоре считать равномерным. Размеры заданы в см, ток – в А. Задачу решить графически. Магнитные характеристики заданы в таблице по вариантам.

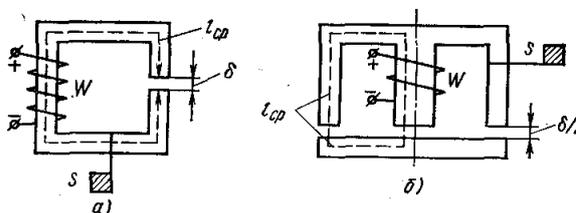


Рисунок к задаче 1

Таблица к задаче 1

Вариант	l_{cp}	S	δ	ω	I	Материал	Рис.
1	100	5	0,1875	500	3	Э42	а
2	50	4	0,15	500	2	Э12	а
3	20	1	0,0125	100	0,28	50НП	б
4	100	5	0,15	500	2	Э31	б
5	50	1	0,1875	400	1	Э12	а
6	20	5	0,0125	500	2,5	Э42	а
7	100	6	0,15	250	2	Э31	б
8	50	3	0,0125	500	0,5	50НП	б
9	20	4	0,1875	100	2	Э42	а
10	100	6	0,15	400	0,3	50НП	а

Задача 2. Катушка с кольцевым сердечником, содержащим переменный воздушный зазор (см. рисунок), подключена к сети постоянного тока напряжением U . Обмотка катушки имеет сопротивление R и число витков ω . Сердечник выполнен из стали Э42 и имеет диаметры: внешний D , внутренний d и толщину пакета b , $k_{sc} \approx 1$. Определить магнитный поток и индуктивность катушки при воздушном зазоре сердечника δ . Задачу решить графически. Магнитные характеристики заданы в таблице по вариантам.

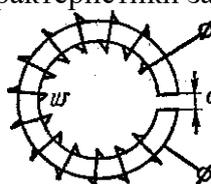


Рисунок к задаче 2

Таблица к задаче 2

Вариант	U , В	R , Ом	ω	D , см	d , см	b , см	δ , см
1	12	12	1000	22	18	1	0,01

		2	10	30	700	24	20	1,5	0,05	
		3	16	25	1500	26	22	1	0,02	
		4	12	15	500	28	22	1,5	0,015	
		5	15	50	800	22	16	1,5	0,01	
		6	24	25	1000	28	22	1	0,03	
		7	9	33	700	26	20	1,5	0,04	
		8	16	10	500	22	16	1	0,02	
		9	18	12	1500	24	16	1	0,05	
		10	10	30	600	28	20	1,5	0,015	
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При выставлении баллов за контрольную работу учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины, а именно: правильностью применения графического метода при решении задач по электромагнитным элементам. 2. Владение специальными формулами и использование их при решении. 3. Логичность и последовательность решения. 4. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем. 5. Правильность ответов, полученных при решении задач. <p>От 7 до 9 баллов оценивается решение, обнаруживающее отличные знания общей теории магнетизма, особенностей различных видов магнитных материалов и отличающееся отлично сформированными навыками применения графического метода решения задач по электромагнитным элементам.</p> <p>От 3 до 6 баллов оценивается решение, свидетельствующее о достаточно хорошо сформированных навыках применения графического метода решения задач по электромагнитным элементам. Допускается одна – две неточности в решении.</p> <p>Менее 3 баллов оценивается решение, содержащее несколько ошибок и свидетельствующее о слабо сформированных навыках применения графического метода решения задач по электромагнитным элементам.</p> <p>Максимальное количество баллов за контрольную работу – 9.</p>									
Наименование оценочного средства	Тест (Тест)									
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Тест представляет собой комплект заданий на проверку теоретических и практических знаний по всем разделам дисциплины и содержит 21 вопрос разного уровня с заданиями разных типов (закрытые, открытые тесты, тесты на установление соответствия и на упорядочение и т. д.). При выполнении теста из каждого банка вопросов (базового, продвинутого и высокого уровней) случайным образом выбирается по 7 вопросов.</p> <p><i>Примеры тестовых заданий базового уровня:</i></p> <p>1) Выберите правильный ответ. Классификация магнитных элементов на диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики производится по величине:</p> <ul style="list-style-type: none"> +: по магнитной восприимчивости -: по направлению магнитного поля H -: по направлению намагниченности M <p>2) Выберите правильный ответ. Зависимость магнитной восприимчивости χ от магнитного поля определяется соотношением:</p> <p>А. $\chi = B/H$ Б. $\chi = H/M$ В. $\chi = M/H$</p> <ul style="list-style-type: none"> -: А -: Б +: В 									

3) Выберите правильный(е) ответ(ы).

К типам магнетиков относятся:

- + : диамагнетики
- + : парамагнетики
- + : ферромагнетики

4) Выберите правильный(е) ответ(ы).

Вещества относящиеся к диамагнетикам, это:

- + : инертные газы
- + : неметаллы
- + : ряд металлов

5) Выберите правильный ответ.

Внешнее проявление диамагнетизма заключается в

- + : выталкивании диамагнетика из внешнего магнитного поля
- : втягивании диамагнетика во внешнее магнитное поле
- : нет верного ответа

6) Выберите правильный ответ.

Величина магнитной восприимчивости у диамагнетиков

- A. $\chi = 1$ Б. $\chi = -10^{-5}$ В. $\chi = 10^4$
- : А
 - + : Б
 - : В

7) Выберите правильный ответ.

Диамагнитная восприимчивость

- : зависит от температуры и напряженности поля
- + : не зависит температуры и напряженности поля
- : зависит только от температуры

8) Выберите правильный ответ.

Величина магнитной восприимчивости у парамагнетиков

- + : больше нуля
- : меньше нуля
- : равна нулю

9) Выберите правильный ответ.

Магнитная восприимчивость парамагнетиков

- : не зависит от температуры
- + : существенно зависит от температуры
- : зависит только от напряженности поля

10) Выберите правильный ответ.

Парамагнетики, помещенные в неоднородное магнитное поле,

- : выталкиваются из него
- + : втягиваются в него
- : остаются нейтральны

Примеры тестовых заданий продвинутого уровня:

1) Выберите правильный ответ.

Магнитная восприимчивость ферромагнетиков

- + : существенно зависит от температуры и напряженности поля
- : не зависит от температуры и напряженности поля
- : зависит только от температуры

2) Выберите правильный(е) ответ(ы).

S: Вещества, относящиеся к ферромагнетикам, это

- : только железо
- : только никель
- : только кобальт
- : только серебро
- : только алюминий
- +: железо, никель, кобальт, серебро, алюминий

3) Выберите правильный ответ.

Характерное строение ферромагнетиков

- : аморфное
- : кристаллическое
- +: аморфное и кристаллическое

4) Выберите верный вариант.

Ферромагнетики ... намагничиваться до насыщения.

- : не способны
- +: способны
- : способны только при повышении температуры

5) Выберите правильный ответ.

Значение температуры, при котором ферромагнетик переходит в парамагнитное состояние это

- : критическая температура
- : температура перехода
- +: точка Кюри

6) Выберите правильный ответ.

Разбиение объема магнитного материала на домены свойственно

- +: ферромагнетикам
- : парамагнетикам
- : диамагнетикам

7) Выберите правильный ответ.

Частотная зависимость кривой гистерезиса при быстром перемагничивании ферромагнитного материала возникает за счет

- +: вихревых токов
- : эффекта длинных линий
- : паразитных межвитковых емкостей

8) Выберите правильный ответ.

Зависимость магнитной индукции от напряженности магнитного поля характеризуется выражением

- +: $B = f(H)$
- : $H = f(B)$
- : B от H не зависит

Примеры тестовых заданий высокого уровня:

1) Выберите правильный ответ.

Вихревые токи в ленточных сердечниках

- +: экранируют внешнее магнитное поле
- : пропускают внешнее магнитное поле
- : вытесняются внешним магнитным полем

-: перемещаются между пластинками

2) Выберите правильный ответ.

Рекомендуется выбирать толщину листа или ленты магнитного материала из условия

+:
$$d \leq \sqrt{\frac{\rho}{\mu_a \max f}};$$

-.:
$$d > \sqrt{\frac{\rho}{\mu_a \max f}};$$

-.:
$$d = \sqrt{\frac{1}{\rho \mu_a \max f}};$$

3) Выберите правильный ответ.

Вытеснение внешнего магнитного поля вихревыми токами получило название

-.: вихревой эффект

+.: поверхностный эффект

-.: внешний эффект

4) Выберите правильный ответ.

Мощность потерь на вязкость определяется уравнением

-.:
$$P_n = R_\Sigma - (P_2 + P_{вих})$$

+.:
$$P_n = R_\Sigma + (P_2 + P_{вих})$$

-.:
$$P_n = R_\Sigma + (P_2 - P_{вих})$$

5) Выберите правильный ответ.

С увеличением толщины магнитного материала

-.: возрастают потери на вихревые токи

-.: возрастают потери в обмотках

+.: возрастают потери на гистерезис

6) Выберите правильный ответ.

При переходе к быстроизменяющимся магнитным полям или к импульсному переметанию поведение ферромагнетиков будет описываться

-.: статической петлей гистерезиса

+.: динамической петлей гистерезиса

-.: предельной петлей гистерезиса

7) Выберите правильный ответ.

Для полного описания поведения магнитного материала в динамическом режиме необходимо учитывать

-.: скорости изменения напряженности поля

-.: скорости изменения магнитной индукции

+.: скорости изменения напряженности поля и магнитной индукции

8) Выберите правильный ответ.

При быстром переметании для описания свойств веществ в магнитном поле используют

-.: относительную магнитную проницаемость

-.: абсолютную магнитную проницаемость

+.: кажущуюся магнитную проницаемость

	<p>9) Выберите правильный ответ. Для уменьшения влияния вихревых токов сердечники набираются из +: тонких пластин и лент -: толстых пластин и лент -: тонких пластин и толстых лент</p> <p>10) Выберите правильный ответ. Магнитные свойства технически чистого железа при легировании его кремнием +: улучшается -: ухудшается -: не меняется</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При выставлении баллов за тест учитывается правильность ответов на задания. Каждый верный ответ на одно задание базового уровня оценивается в 0,5 балла, продвинутого уровня – в 1 балл, высокого – в 1,5 балла. Если сумма баллов после выполнения теста не получается целой, то она округляется в большую сторону до ближайшего целого числа.</p> <p>Максимальное количество баллов за тест – 21.</p>

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Зачет
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Оценочные материалы, вынесенные на зачет, состоят из билетов, включающих 2 теоретических вопроса и одну задачу.</p> <p style="text-align: center;"><i>Примеры вопросов для зачета:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электромагнетизм. Основные соотношения. 2. Основные типы магнитного состояния вещества. 3. Диамагнетики. 4. Парамагнетики. 5. Магнитомягкие материалы. 6. Магнитотвердые материалы. 7. Магнитные свойства веществ. 8. Основные свойства ферромагнетиков. 9. Гистерезис. 10. Основные параметры ферромагнетиков. 11. Динамические процессы при перемагничивании ферромагнетиков. 12. Связь между электрическими и магнитными величинами для сердечника с обмотками. 13. Связь между магнитными и электрическими величинами. 14. Токи напряжения и потери энергии сердечника при двуполярном перемагничивании. 15. Конструктивный расчет трансформатора. 16. Возможность минимизации объема трансформатора. 17. Порядок расчета трансформатора двухтактных преобразовательных устройств. 18. Ключевые устройства с двухтактным режимом работы. 19. Потери мощности в элементах конструкции трансформатора. 20. Оптимальный режим перемагничивания сердечника трансформатора. 21. Цепи восстановления магнитного состояния сердечника. 22. Резистивная цепь восстановления магнитного состояния сердечника. 23. Диодная цепь восстановления магнитного состояния сердечника. 24. Стабилитронная цепь восстановления магнитного состояния сердечника. 25. Однотактный режим перемагничивания. 26. Тепловой расчет трансформатора. 27. Минимизация потерь в трансформаторе.

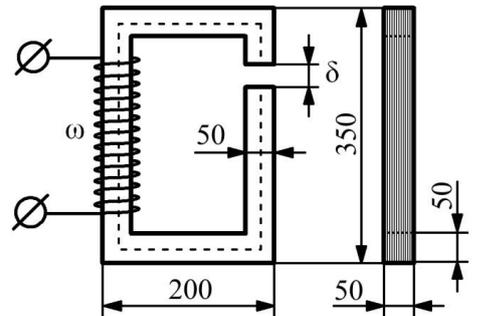
28. Магнитные усилители.
29. Магнитные усилители с отрицательной обратной связью.
30. Магнитные усилители с положительной обратной связью.
31. Методика расчета магнитных усилителей.

Примеры билетов:

Билет 1

1. Основные типы магнитного состояния вещества.
2. Магнитные усилители.

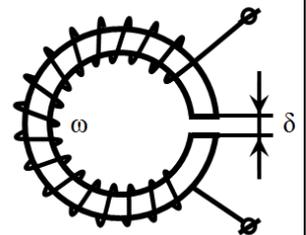
3. *Задача.* В воздушном зазоре магнитопровода катушки (см. рис.), набранного из пластин стали Э12, требуется получить индукцию $B_0 = 1$ Тл. Найдите ток в катушке с числом витков $\omega = 500$, если воздушный зазор равен: а) $\delta_1 = 0,55$ мм, б) $\delta_2 = 2$ мм. Как изменится индуктивность катушки с увеличением воздушного зазора, если магнитная индукция в зазоре должна оставаться при этом неизменной? При расчете потоком рассеяния пренебречь, магнитное поле в зазоре считать равномерным.. Коэффициент заполнения сталью $k_{з.с.} = 0,95$. Размеры даны в миллиметрах.



Билет 2

1. Основные свойства ферромагнетиков.
2. Трансформаторные датчики.

3. *Задача.* В сердечнике из литой стали (см. рис.) необходимо создать магнитную индукцию $B = 1$ Тл. Число витков равномерно намотанной на сердечник обмотки $\omega = 200$, длина средней линии сердечника $l_{ср} = 69$ см, сечение $S = 6$ см². Как изменятся ток и магнитное сопротивление магнитопровода, если в сердечнике сделать воздушный зазор $\delta = 0,5$ мм? Магнитный поток сердечника должен остаться без изменения. При расчете рассеянием пренебречь и считать поле в воздушном зазоре однородным.



Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

При выставлении баллов за ответы на теоретические вопросы в билете и решение задачи учитываются следующие критерии:

1. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины.
2. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
3. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.
4. Логичность и последовательность ответа.
5. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем.
6. Правильность решения задачи, прилагающейся к билету.

От 35 до 40 баллов оценивается ответ, обнаруживающий отличные знания общей теории магнетизма и особенностей различных видов магнитных материалов, отличающийся глубиной и полнотой раскрытия темы; владением терминологическим аппаратом; умением объяснять сущность принципов построения различных магнитных элементов, применяемых в устройствах микроэлектроники; умением демонстрировать навыки выбора магнитных материалов для производства изделий микроэлектроники; умением делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры использования магнитных элементов в различных электронных устройствах измерения, управления и автоматизации; отличающийся свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью.

От 25 до 34 баллов оценивается ответ, обнаруживающий достаточные знания общей теории магнетизма и особенностей различных видов магнитных материалов, отличающийся владением терминологическим аппаратом; умением объяснять сущность принципов построения различных магнитных элементов, применяемых в устройствах микроэлектроники; умением демонстрировать навыки выбора магнитных материалов для производства изделий микроэлектроники; умением приводить примеры использования магнитных элементов в различных электронных устройствах измерения, управления и автоматизации; отличающийся свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

От 10 до 24 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании общей теории магнетизма и особенностей различных видов магнитных материалов, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; недостаточным знанием основных принципов построения различных магнитных элементов, применяемых в устройствах микроэлектроники; слабо сформированными навыками выбора магнитных материалов для производства изделий микроэлектроники, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Максимальное количество баллов за зачет – 40.