



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАГНИТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Направление подготовки (специальность)
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы
Программирование и электроника информационных систем

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетик и автоматизированных систем
Кафедра	Электроник и микроэлектроник
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

13.02.2020 г. протокол № 6

Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры Физики, канд. техн. наук _____ М.В. Вечеркин

Рецензент:

директор СЦ, ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг", канд. техн. наук _____

Е.С. Суспицын

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины «Магнитные элементы электронных устройств» является подготовка высококвалифицированного бакалавра по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», способного разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств содержащих магнитные элементы с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений.

Достижение цели требует решения следующих основных задач:

- формирование у студентов теоретических основ магнитных явлений и магнитных свойств материалов;
- усвоения принципов функционирования, конструкций и основных характеристик магнитных элементов;
- изучение принципов построения типовых электронных узлов с использованием магнитных элементов;
- формирование знаний и навыков по использованию современных магнитных элементов, узлов и устройств для решения практических задач.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Магнитные элементы электронных устройств» входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/практик:

Математика;

Физика;

Теоретические основы электротехники;

Физика конденсированного состояния.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплин/практик:

Основы преобразовательной техники;

Энергетическая электроника;

Технологические датчики.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Магнитные элементы электронных устройств» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений
ПК-1.1	Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств
ПК-1.2	Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа 52,8 часа;
- аудиторная 51 час;
- внеаудиторная 1,8 часа;
- самостоятельная работа 55,2 часа.

Форма аттестации – зачет.

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		лекции	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основы теории магнетизма								
1.1. Свойства и характеристики магнитного поля. Магнитный момент. Намагниченность. Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость.	5	2				Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-1.2
1.2. Классификация веществ по магнитным свойствам: диамагнетики; парамагнетики; ферромагнетики; антиферромагнетики; ферримагнетики.		2				Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-1.2
1.3. Свойства и характеристики ферромагнитных материалов. Магнитный домен. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис и предельная петля гистерезиса: индукция насыщения; коэрцитивная сила; остаточная индукция.		2	2			Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	ПК-1.1, ПК-1.2
1.4. Потери энергии в ферромагнетиках: потери на гистерезис; потери на вихревые токи.		2	2/2И			Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	ПК-1.1, ПК-1.2
1.5. Виды магнитной проницаемости. Зависимость относительной магнитной проницаемости от напряженности поля и ее связь с кривой намагничивания.		2				Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		10	4/2И		15,2			
2. Магнитные материалы								
2.1. Классификация магнитных материалов по химическому составу, внутреннему строению и электрическим свойствам. Группы магнитных		4	1		5	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита	ПК-1.1, ПК-1.2

материалов: магнитомягкие; магнитотвердые; специального назначения.					темы.	темы.		
2.2. Требования к магнитомягким материалам в низкочастотных магнитных полях. Основные свойства магнитомягких ферромагнитных материалов.		4	2		5	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		8	3		10			
3. Магнитные элементы и устройства РЭА								
3.1. Катушка индуктивности и дроссели. Конструкция, классификация, основные характеристики. Собственная емкость катушки и способы её уменьшения. Добротность катушки и способы её повышения.		2	1		4	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.2. Упрощенный расчет индуктивностей цилиндрической, тороидальной и плоской катушек. Расчет дросселя переменного тока и сглаживающего дросселя.		2	2/ 2И		4	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.3. Трансформаторы электропитания и сигнальные трансформаторы. Классификация по различным признакам. Основные характеристики.	5	2	2		6	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.4. Классификация режимов работы трансформаторов. Формулы трансформаторных ЭДС. Расчет числа витков обмоток. Формулы габаритной мощности. Расчет понижающего трансформатора линейного источника электропитания. Расчета трансформатора однотактного прямоходового преобразователя, двухтактного мостового преобразователя, однотактного обратногоходового преобразователя.		4	2/ 2И		6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.5. Индуктивные измерительные преобразователи. Трансформаторные измерительные преобразователи. Электромагнитные реле.	5	4	1		8	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		16	10/ 4И		30			
Итого по дисциплине		34	17/ 6И		55,2	Зачет		

5 Образовательные и информационные технологии

Для освоения дисциплины «Магнитные элементы электронных устройств» используются преимущественно традиционные образовательные технологии.

Информационные лекции – для изложения основных теоретических понятий, законов и принципов описания физических процессов,

Лабораторные занятия – для усвоения и закрепления навыков проведения экспериментальных исследований реальных физических объектов и их моделей, а также обработки результатов эксперимента.

Для повышения информационной насыщенности наряду с информационной лекцией используются лекции-визуализации, а также практические занятия в форме презентации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в Приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в Приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники : учебное пособие / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-2002-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71735>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Маклиман, В. Проектирование трансформаторов и дросселей. Справочник : справочник / В. Маклиман. — 3-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 476 с. — ISBN 978-5-97060-165-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90127>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Воронин, А. И. Трансформаторы и дроссели источников питания электронных устройств: учебное пособие / А. И. Воронин, Г. А. Шадрин. — Москва: ТУСУР, 2009. — 145 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10935>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Стародубцев Ю.Н. Теория и расчет трансформаторов малой мощности. – М.: ИП РадиоСофт, 2005. – 320 с.: ил.

3. Хныков А.В. Теория и расчет трансформаторов источников вторичного электропитания. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 128 с.

4. Ерсос: индуктивные компоненты . — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 62 с. — ISBN 978-5-94120-067-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/60957>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Легостаев, Н.С. Материалы электронной техники: учебное пособие / Н. С. Легостаев. — Москва: ТУСУР, 2014. — 239 с. — ISBN 978-5-86889-679-8. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110346>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивностей: Справочная книга. – 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 488 с.: ил.

7. Немцов М.В., Шамаев Ю.М. Справочник по расчету параметров катушек индуктивности. – М.: Энергоиздат, 1981. – 136 с., ил.

8. Белопольский И.И. и др. Расчет трансформаторов и дросселей малой мощности.

Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1973.

9. Казаков Л.А. Электромагнитные устройства РЭА: Справочник. – М.: Радио и связь, 1991. – 352 с.: ил.

11. Онлайн-калькулятор для расчета катушек индуктивности – URL:
<https://coil32.ru/calculate-on-line.html>

в) Методические указания:

1. Дубский, Г. А. Физика конденсированного состояния вещества [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Г. А. Дубский, А. А. Нефедьев, Т. Я. Дубская ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2014 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1445.pdf&show=dcatalogues/1/112396/1445.pdf&view=true>.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru> , свободный.– Загл. с экрана. Яз. рус.

2. Российская национальная библиотека. [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.nlr.ru> . Яз. рус.

3. Электронная библиотека <http://e.lanbook.com/>

4. Журнал радиоэлектроники - электронный журнал [Электронный ресурс], ISSN 1684-1719 Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/radioeng.html>

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Arduino	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	http://scopus.com

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория ауд. 459	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Лаборатория ауд. 459	Лабораторные стенды с комплектом лабораторных работ по магнитным элементам электронных устройств
Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ» и специализированная ауд. 343	Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области моделирования процессов перемагничивания ферромагнитных материалов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Магнитные элементы электронных устройств» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту лабораторных работ, решение контрольных задач.

Перечень лабораторных работ:

1. Изучение петли гистерезиса и кривой намагничивания ферромагнетика.
2. Изучение трансформатора тока.
3. Снятие АЧХ и ЛАЧХ сигнального трансформатора.

Вопросы к защитам тем

Тема 1

1. Что такое магнитное поле? Чем оно создается и как обнаруживается?
2. Что характеризуют напряженность и индукция магнитного поля? Как они обозначаются и в чем они измеряются?
3. Что принимают за направление магнитного поля в данной точке?
4. Что такое магнитный момент? Какова его размерность?
5. Что характеризует намагниченность вещества? Как она определяется и в чем измеряется?
6. Как связаны намагниченность и напряженность магнитного поля?
7. Что характеризует магнитная восприимчивость? Какова её размерность?
8. Как связаны индукция и напряженность магнитного поля?
9. Что характеризует относительная магнитная проницаемость? Какова её размерность?
10. Как связаны магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость?

Тема 2

1. По каким признакам классифицируются магнитные вещества? Перечислите пять групп магнетиков.
2. В чем заключается диамагнитный эффект? Что такое диамагнетик? Как в диамагнетике соотносятся индукции внешнего и собственного магнитного поля? Какие вещества относятся к диамагнетикам?
3. В чем заключается парамагнитный эффект? Что такое парамагнетик? Как в парамагнетике соотносятся индукции внешнего и собственного магнитного поля? Какие вещества относятся к парамагнетикам?
4. В чем заключается ферромагнитный эффект? Что такое ферромагнетик? Как в ферромагнетике соотносятся индукции внешнего и собственного магнитного поля? Какие вещества относятся к ферромагнетикам?
5. В чем заключается ферримагнитный эффект? Что такое ферримагнетик? Как в ферримагнетике соотносятся индукции внешнего и собственного магнитного поля? Какие вещества относятся к ферримагнетикам?
6. Как связаны намагниченность и напряженность магнитного поля?
7. Что такое точка Кюри? Что такое точка Нееля?
8. Какие материалы относят к слабомагнитным? Какие к сильномагнитным?

Тема 3

1. Назовите основные особенности ферромагнетиков.
2. Что такое магнитный домен?
3. Какими способами можно размагнитить магнитный материал?
4. Что такое основная кривая намагничивания?
5. Приведите характерный вид кривой намагничивания ферромагнетиков. Выделите характерные участки кривой. Опишите механизм намагничивания на каждом участке.

6. В чем заключается явление магнитного гистерезиса? Приведите характерный вид предельной петли гистерезиса ферромагнетиков.
7. Раскройте смысл понятий: индукция насыщения, коэрцитивная сила, остаточная индукция. Как эти параметры могут быть определены по петле гистерезиса?
8. Из чего складываются потери энергии при перемагничивании ферромагнетиков?
9. Как определить потери на перемагничивание с помощью статической петли гистерезиса?
10. Как зависят потери на вихревые токи от частоты перемагничивания?
11. Что такое магнитная проницаемость? Перечислите виды магнитной проницаемости?
12. Приведите кривую зависимости магнитной проницаемости от напряженности поля. Укажите характерные точки.

Тема 4

1. По какому признаку магнитные материалы подразделяются на магнитомягкие и магнитотвердые?
2. Каковы общие требования к магнитным материалам электронной техники?
3. Перечислите магнитные элементы, применяемые в электронной технике.
4. Что такое катушка индуктивности? Из чего она состоит?
5. Что такое магнитный поток (формула)? Потокосцепление (формула)?
6. Что такое индуктивность (формула)? В чем она измеряется?
7. От чего зависит значение индуктивности катушки?
8. Назовите три типа катушек индуктивности по форме обмотки. Зарисуйте их вид.
9. Приведите приближенные формулы для нахождения индуктивности каждого типа катушки.
10. Что такое собственная емкость катушки? Из каких составляющих она складывается?
11. Приведите эквивалентную схему замещения катушки с учетом собственной емкости, активного сопротивления обмотки и активного сопротивления изоляции.
12. Опишите способы снижения собственной емкости катушек. Объясните их принцип.
13. Что такое добротность катушки индуктивности? В чем она измеряется?
14. Перечислите пути увеличения добротности катушек индуктивности. Объясните их принцип.
15. Что такое дроссель? Перечислите типы дросселей.
16. Приведите упрощенный порядок расчета дросселя переменного тока.

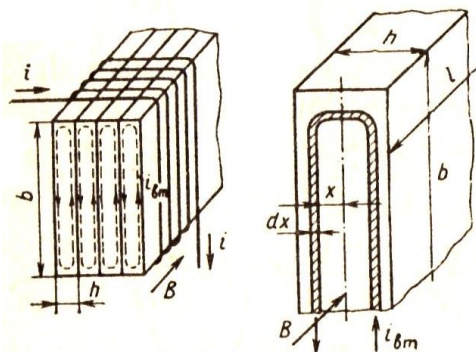
Тема 5

1. Что такое трансформатор? Что такое силовой трансформатор?
2. Приведите эквивалентную схему однофазного двухобмоточного трансформатора и прокомментируйте ее.
3. По каким признакам классифицируются трансформаторы?
4. Приведите изображения стрержневого, броневое и кольцевого магнитопровода трансформаторов. Каковы преимущества и недостатки каждого из них?
5. В чем различия, преимущества и недостатки ленточных и пластинчатых магнитопроводов?
6. Что такое электромагнитная мощность трансформатора? выходная мощность трансформатора?
8. Что такое габаритная мощность трансформатора? Почему она так называется?
9. Что такое КПД трансформатора?
10. Что такое коэффициент трансформации трансформатора?
11. Из чего складывается ток холостого хода трансформатора?
12. Приведите эквивалентную схему замещения однофазного двухобмоточного трансформатора. Прокомментируйте назначение каждого элемента схемы. Приведите математические соотношения, описывающие ее работу.
13. Приведите упрощенный порядок расчета низковольтного двухобмоточного понижающего трансформатора.

Типовая практическая задача

Определить удельные магнитные потери на вихревые токи в сердечнике дросселя, набранном из листов электротехнической стали толщиной 0,35 мм, если на сердечник воздействует изменяющийся по синусоидальному закону магнитный поток с частотой 50 Гц и максимальной индукцией 0,5 Тл. Удельное сопротивление стали 0,5 мкОм·м.

Вихревые токи $i_{вт}$ возникают в плоскости, расположенной перпендикулярно вектору магнитной индукции \mathbf{B} . В сборном сердечнике тонкий лист длиной l , высотой b и толщиной h пронизывается магнитным потоком, направленным вдоль плоскости листа. Выделим в теле листа полый цилиндр с основанием, ограниченным двумя контурами вихревого тока.



Большие стороны этих контуров отстоят от вертикальной оси сечения листа соответственно на x и $x+dx$. Так как $h \ll b$, то можно считать, что длина большой стороны контура вихревого тока равна толщине листа b . Тогда магнитный поток, пронизывающий полость цилиндра

$$\Phi_x = 2xbB.$$

Действующее значение ЭДС, индуцируемой переменным током в стенке цилиндра,

$$U_x = \omega \Phi_x = 4\pi f x b B = 4\pi f x b \frac{B_m}{\sqrt{2}}.$$

Потери на вихревые токи в цилиндре

$$dP_{вт} = U_x^2 d\sigma_x$$

где $d\sigma_x$ – активная проводимость выделенного цилиндра.

Учитывая, что поперечное сечение цилиндра для вихревого тока равно $l dx$, для проводимости цилиндра получим

$$d\sigma_x = \frac{l dx}{2b\rho}.$$

Отсюда следует, что

$$dP_{вт} = \frac{U_x^2 l}{2b\rho} dx = \frac{4\pi^2 f x^2 b l B_m^2}{\rho} dx.$$

Мощность, выделяемую за счет протекания вихревых токов во всем листе, найдем как сумму элементарных мощностей, создаваемых всеми контурами вихревых токов. Интегрируя, получим

$$P_{вт} = \frac{4\pi^2 f x^2 b l B_m^2}{\rho} \int_0^{h/2} x^2 dx = \frac{\pi^2 B_m^2 h^3 b l f}{6 \rho} = 1,643 f B_m^2 h^2 \frac{V}{\rho}.$$

где $V = hbl$ – объем листа.

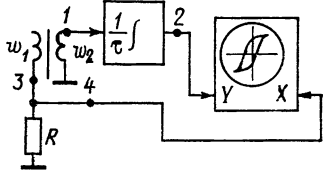
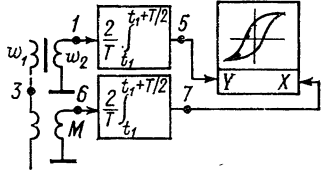
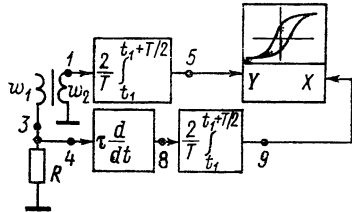
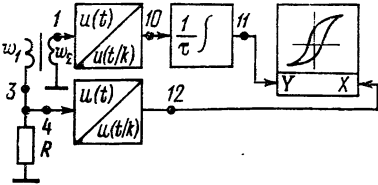
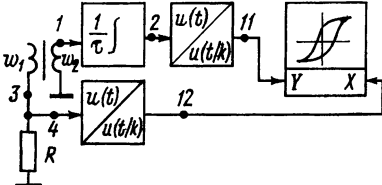
Таким образом, удельные потери на вихревые токи в сердечнике:

$$P_{вт} = \frac{1,643 f B_m^2 h^2}{\rho} = 5 \text{ Вт/м}^3.$$

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений.		
ПК-1.1	Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите магнитные элементы, применяемые в электронной технике. 2. Что такое катушка индуктивности? Из чего она состоит? 3. Что такое индуктивность? В чем она измеряется? 4. От чего зависит значение индуктивности катушки? 5. Назовите типы катушек индуктивности по форме обмотки. Приведите приближенные формулы для нахождения индуктивности каждого типа катушки. 6. Что такое собственная емкость катушки? Из каких составляющих она складывается? 7. Приведите эквивалентную схему замещения катушки с учетом собственной емкости, активного сопротивления обмотки и активного сопротивления изоляции. 8. Опишите способы снижения собственной емкости катушек. 9. Что такое добротность катушки индуктивности? Перечислите пути увеличения добротности катушек индуктивности. 10. Что такое дроссель? Перечислите типы дросселей. Приведите упрощенный порядок расчета дросселя переменного тока. 11. Что такое трансформатор электропитания? Приведите эквивалентную схему однофазного двухобмоточного трансформатора и прокомментируйте ее. 12. Для чего предназначен сигнальный трансформатор? <p>Типовые задания к зачету</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите структурную схему линейного источника питания постоянного тока с индуктивным сглаживающим фильтром. 2. Определите, по виду петли гистерезиса основные параметры ферромагнитного мате-

		<p>риала.</p> <p>3. Рассчитайте, по заданным исходным данным, электромагнитную, выходную и габаритную мощность трансформатора электропитания.</p> <p>4. Каков порядок расчета сглаживающего дросселя?</p> <p>5. Приведите схему установки для получения кривой намагничивания магнитных материалов.</p>
ПК-1.2	<p>Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам</p>	<p>Типовые задания к зачету</p> <p>1. На рисунке приведены схемы средств измерений параметров основной динамической кривой намагничивания. Проведите сравнительный анализ схем. Выберите электронные устройства и приборы, необходимые для их реализации.</p> <p>Осциллографические</p>  <p>Феррометрические</p>   <p>Стробоскопические</p>   <p>2. Каков порядок расчета трансформатора электропитания? Рассчитайте по исходным данным геометрические размеры магнитопровода и данные обмоток такого трансформатора.</p> <p>3. Сравните по заданным исходным данным технико-экономические показатели трансформаторов одинаковой мощности.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет получает обучающийся, своевременно и в полном объеме выполнивший все требования рабочей программы дисциплины.

Критерии оценки для получения зачета:

«**зачтено**» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций.

«**не зачтено**» – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации.