



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
И.Ю. Мезин

30.01.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
16.01.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой  М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
30.01.2023 г. протокол № 5

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

Рецензент:

зав. кафедрой ПМИИ, д-р техн. наук  Ю.А. Извеков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Физика магнитных явлений» является овладение студентами необходимым и достаточным уровнем профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», профиль «Приборы и методы контроля качества и диагностики».

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физика магнитных явлений входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Физика

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

Приборы и методы магнитного контроля

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физика магнитных явлений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности
ОПК-3	Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении
ОПК-3.1	Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений
ОПК-3.2	Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 acad. часов, в том числе:

- контактная работа – 89 acad. часов;
- аудиторная – 85 acad. часов;
- внеаудиторная – 4 acad. часов;
- самостоятельная работа – 19,3 acad. часов;
- в форме практической подготовки – 0 acad. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 acad. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в acad. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Магнитное поле								
1.1 Основные характеристики магнитного поля	5	1			1,5	Выполнение домашнего задания	Сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
1.2 Магнитное поле постоянного тока		1	4/1,5И	1	1,02	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу		2	4/1,5И	1	2,52			
2. Магнитное поле в веществе								
2.1 Магнитные вещества и намагниченность	5	2		1	1,25	Выполнение домашнего задания	Сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
2.2 Намагничивание сильномагнитных веществ		2	4/1,5И	1	1,04	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
2.3 Размагничивающие поля		2	4/1,5И	1	1,04	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
2.4 Магнитные цепи		2		1	1,25	Выполнение домашнего задания	Сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2

2.5	Магнитостатическая энергия		2		1	1	Выполнение домашнего задания	Сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
2.6	Гистерезис		2	4/1,5И	1	1,04	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу			12	12/4,5И	6	6,62			
3. Виды магнетизма									
3.1	Диамагнетизм	5	1	4/1,5И	1	1,04	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
3.2	Парамагнетизм		1	4/1,5И	1	1,04	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
3.3	Ферромагнетизм		4	6/1,5И	2	1,04	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
3.4	Антиферромагнетизм и ферримагнетизм		2			1	Выполнение домашнего задания	Сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу			8	14/4,5И	4	4,12			
4. Магнитная анизотропия и магнитострикция									
4.1	Магнитокристаллическая анизотропия	5	2		1	1	Выполнение домашнего задания	Сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
4.2	Наведенная магнитная анизотропия		2		1	1	Выполнение домашнего задания	Сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
4.3	Магнитострикция		2	4/1,5И	1	1,04	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу			6	4/1,5И	3	3,04			
5. Явления, возникающие при намагничивании									
5.1	Магнитотепловые явления	5	2		1	1	Выполнение домашнего задания	Сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2

5.2 Магнитоэлектрические явления		2		1	1	Выполнение домашнего задания	Сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
5.3 Магнитооптические явления		2		1	1	Выполнение домашнего задания	Сдача домашнего задания	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу		6		3	3			
Итого за семестр		34	34/12И	17	19,3		экзамен	
Итого по дисциплине		34	34/12И	17	19,3		экзамен	

5 Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы наиболее эффективные результаты освоения дисциплины «Физика» дают традиционные образовательные технологии, технологии проблемного обучения, интерактивные технологии, информационно-коммуникационные образовательные технологии.

1. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

3. Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия.

4. Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

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:

. Кузнецов, С.И. Физика: Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны : учеб. пособие / С.И. Кузнецов. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Вузовский учебник ; ИНФРА-М, 2015. - 231 с. - ISBN 978-5-9558-0332-6 (Вузовский учебник) ; ISBN 978-5-16-009123-5 (ИНФРА-М, print) ; ISBN 978-5-16-101657-2 (ИНФРА-М, online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=215043> (дата обращения: 06.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Кузнецов, С. И. Курс лекций по физике. Электростатика. Постоянный ток. Электромагнетизм. Колебания и волны: Учебное пособие / Кузнецов С.И., Семкина Л.И., Рогозин К.И. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2016. - 290 с.: ISBN 978-5-4387-0562-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=218874> (дата обращения: 06.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Милов, Ю. Е. Электромагнетизм. Конспект лекций : учебное пособие / Ю. Е. Милов, Н. А. Савинова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск

(CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3622.pdf&show=dcatalogues/1/1524639/3622.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1254-0. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Зисман, Г. А. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / Г. А. Зисман, О. М. Годес. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 2 : Электричество и магнетизм — 2019. — 360 с. — ISBN 978-5-8114-4102-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/115201/#1> (дата обращения: 06.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Дубский, Г. А. Физика конденсированного состояния вещества : 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). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1445.pdf&show=dcatalogues/1/1123966/1445.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Физика : учебное пособие. Ч. 1 / Е. С. Кoryтнникова, Л. А. Одер, Л. А. Никонорова и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2560.pdf&show=dcatalogues/1/1130362/2560.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
Scilab Computation Engine	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	https://dlib.eastview.com/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа включают:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ включает:

Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Источник питания постоянного тока,
2. Мультиметр цифровой APPA 203,
3. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG,
4. Измеритель магнитной индукции Ш1-8,
5. Катушки Гельмгольца,
6. Трансформатор с Ш-образным сердечником и замыкающим ярмом,
7. Установка для наблюдения динамической петли гистерезиса,
8. Установка для определения влияния упругих напряжений на намагничивание,
9. Электромагнит, для создания постоянного магнитного поля ~ 1 Тл,
10. Установка для изучения размагничивающих полей.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации включают:

Интерактивная доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы включают:

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, MatLab, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования включает:

Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта

Приложение 1

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к лабораторным работам

Данный вид самостоятельной работы предполагает самостоятельную проработку обучающимся методического описания лабораторных работ и подготовку конспектов описаний данных работ перед проведением эксперимента.

После проведения эксперимента обучающийся на основании методического описания лабораторной работы самостоятельно проводит обработку экспериментальных данных и готовит отчет по работе.

Примерные требования к отчету по лабораторным работам:

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- описание экспериментальной установки и порядок выполнения работы;
- экспериментальные результаты;
- анализ результатов работы;
- выводы.

Требования к содержанию отдельных частей отчета в лабораторной работе

Описание экспериментальной установки и порядок выполнения работы. В данном разделе приводится схема экспериментальной установки с описанием ее работы и подробно излагается порядок проведения эксперимента, процесс получения данных и способ их обработки. Для лабораторных работ, связанных с компьютерным моделированием физических явлений и процессов, необходимо в этом разделе описать математическую модель и компьютерные программы, моделирующие данные явления.

Экспериментальные результаты. В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в ходе проведения лабораторных работ: экспериментально или в результате компьютерного моделирования определенные значения величин, графики, таблицы, диаграммы. Обязательно необходимо оценить погрешности измерений.

Анализ результатов работы. Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

Вывод. В выводе кратко излагаются результаты работы: полученные экспериментально или теоретически значения физических величин, их зависимости от условий эксперимента или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

Примерный перечень домашних заданий:

Задача 1. Волновая функция атома водорода в основном состоянии ($1s$) имеет вид

$$\psi = (\pi a_0^3)^{-1/2} \exp\left(-\frac{r}{a_0}\right), \quad \text{где} \quad a_0 = \frac{\tilde{h}^2}{me^2} = 0.529 * 10^{-8} \text{ см}$$

Плотность заряда $\rho(x, y, z) = e|\psi|^2$. Согласно статистической интерпретации волновой функции показать,

что в указанном состоянии $\langle r^2 \rangle = 3a_0^2$ и вычислить молярную диамагнитную восприимчивость атомарного водорода.

Задача 2. Парамагнитная соль содержит 10^{22} ионов/см³; магнитный момент каждого иона равен $1\mu_B$. 1) Вычислить, насколько число ионов с магнитными моментами, параллельными магнитному полю, будет превышать число ионов с антипараллельными моментами, если величина поля составляет $10\,000$ Э, а температура равна 300 К; 2) вычислить намагниченность в том же поле.

Задача 3. Нормальное состояние свободного атома никеля в спектроскопических обозначениях 3F_4 . Найти S , L , J и g -фактор Ланде для атома и рассчитать прецессионную угловую скорость магнитного момента в приложенном поле $H = 5000$ Э.

Задача 4. Описать в спектроскопических обозначениях нормальное состояние трёхвалентного иона железа Fe^{3+} и определить g -фактор Ланде. Определить также магнитный момент иона Fe^{3+} (в магнетонах Бора).

Задача 5. Определить величину объёмной восприимчивости идеального газа при атмосферном давлении и комнатной температуре, предполагая, что каждая молекула газа имеет магнитный момент, равный одному магнетону Бора.

Задача 6. Определить, при каком соотношении между K_1 и K_2 в кубическом ферромагнетике с отрицательной первой константой анизотропии ($K_1 < 0$) осью лёгкого намагничивания является кристаллографическое направление $[100]$.

Задача 7. Определить энергию магнитной анизотропии монокристаллического диска, вырезанного из ферромагнитного кристалла кубической симметрии, плоскость которого совпадает с кристаллографической плоскостью (111) . Предположить, что $K_2 = 0$.

Задача 8. Определить поля анизотропии кристаллов:

1) кобальта, намагниченного вдоль гексагональной оси ($K_u = 4.4 \cdot 10^6$ эрг/см³, $I_s = 1440$ Гс).

2) железа, намагниченного вдоль тетрагональной оси $[100]$ ($K_1 = 5.0 \cdot 10^5$ эрг/см³, $I_s = 1730$ Гс).

3) никеля, намагниченного вдоль тригональной оси $[111]$ ($K_1 = -4.8 \cdot 10^4$ эрг/см³, $I_s = 505$ Гс).

Задача 9. Определить плотность поверхностной энергии 180° доменной стенки монокристалла железа в случаях: 1) плоскость границы параллельна кристаллографической плоскости (001) ; 2) плоскость границы параллельна кристаллографической плоскости (011) . Использовать следующие данные: A (параметр обменного взаимодействия) = $1.5 \cdot 10^{-6}$ эрг/см, K_1 (константа анизотропии) = $5.0 \cdot 10^5$ эрг/см³.

Задача 10. Определить толщину 180° доменной стенки в кобальте. A (параметр обменного взаимодействия) = $0.75 \cdot 10^{-6}$ эрг/см, K_u (константа анизотропии) = $4.3 \cdot 10^6$ эрг/см³.

Задача 11. Энергия магнитной кристаллографической анизотропии одноосного ферромагнетика в простейшем приближении описывается выражением: $E_a = K_0 + KM_z^2/M^2$.

Здесь $K < 0$ константа магнитной кристаллографической анизотропии, M_z -- проекция намагниченности M на ось Z -- ось высокой симметрии. Рассчитать кривую перемагничивания во внешнем магнитном поле, напряжённость которого H ориентирована перпендикулярно оси Z . Модуль магнитного момента не меняется в процессе перемагничивания.

Задача 12. Экспериментальная кривая намагничивания монокристаллического образца кремнистого железа, снятая в направлении $[100]$, в единицах СИ представлена уравнением: $H = (I^2 - 2I) \cdot 10^4$. Определить намагниченность насыщения I_s и первую константу анизотропии K_1 материала.

Задача 13. Для однодоменной частицы железа ($I_s = 1707$ Гс) в форме вытянутого сфероида с отношением полуосей $b/a = 0.5$ рассчитать коэрцитивную силу, если магнитное поле приложено под углами: 1) $\Theta = 30^\circ$ 2) $\Theta = 75^\circ$ к полярной оси.

Задача 14. Показать, что условие резонанса для произвольного эллипсоида с размагничивающими факторами N_x, N_y, N_z имеет вид:

$$\omega = \gamma \left\{ \left[H + (N_x - N_z)M \right] \left[H + (N_y - N_z)M \right] \right\}^{1/2},$$

где H – постоянное поле, направленное по оси z . Предполагается что размеры эллипсоида малы по сравнению с длиной волны. Эллипсоид изготовлен из непроводящего магнитного материала (такого, как феррит), и поэтому эффектами, которые связаны с вихревыми токами, можно пренебречь.

Задача 15. Найти индукцию B магнитного поля, при которой имеет место электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) на частоте $\nu = 10^{10}$ Гц. Фактор спектроскопического расщепления для электрона $g = 2$.

Приложение 2

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Магнитное поле. Основные характеристики. 2. Основные законы магнитного поля. 3. Получение магнитного поля. 4. Магнитный момент. Момент силы, действующий на контур с током. 5. Магнитное поле в веществе. Механизм намагничивания. Намагниченность. 6. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость. 7. Диамагнетизм. 8. Парамагнетизм. Закон Кюри. 9. Ферромагнетизм: теория Вейсса. Температура Кюри. 10. Ферромагнетизм: приближение Бете. 11. Обменное взаимодействие. 12. Доменная структура ферромагнетика. 13. Кривая намагничивания. Гистерезис. 14. Размагничивающий фактор. 15. Техническое намагничивание. Эффект Баркгаузена. Магнитострикция. 16. Магнитомягкие материалы. 17. Магнитотвердые материалы. <p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения вдоль его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 1. 2. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения вдоль его
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике	
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 2.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения вдоль его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 5. 4. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения вдоль его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 10. 5. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения вдоль его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 20. 6. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения вдоль его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 50. 7. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения поперек его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 1. 8. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения поперек его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 2. 9. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения поперек его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 5. 10. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения поперек его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 10. 11. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения поперек его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 20. 12. Вычислите размагничивающий фактор для эллипсоида вращения поперек его длинной оси, если отношение длины к диаметру равно 50.
<p>ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении</p>		
ОПК-3.1	<p>Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений</p>	<p>Примерные лабораторные работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Магнитное поле катушек Гельмгольца 2. Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетика 3. Определение размагничивающего фактора 4. Влияние упругих напряжений на намагничивание
ОПК-3.2	<p>Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5. Магнитная восприимчивость диа- и парамагнетиков 6. Изучение эффекта Холла в полупроводниках 7. Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли 8. Вычисление характеристик магнитного поля соленоида

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика магнитных явлений» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.