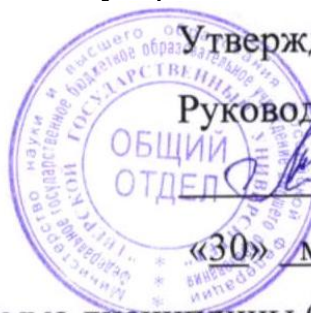


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 02.10.2023 08:39:37  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Руководитель ООП

 А.В. Солнышкин

«30» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## Специализированный физический практикум по магнетизму

Направление подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

1 курса, очной формы обучения

Составитель: д.ф.-м.н., профессор Пастушенков Ю.Г.



Тверь, 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов профессиональных компетенций, обеспечивающих решение задач, связанных с работой современных установок и приборов для исследования физических свойств твердых тел и поиском новых функциональных магнитных материалов.

Задачами освоения дисциплины являются:

Изучение современных экспериментальных методов исследования микроструктуры твердых тел, их микромагнитного состояния и основных направлений экспресс-поиска новых магнитотвердых фаз в многофазных поликристаллических материалах на основе 3d- и 4f-металлов.

Усвоение основных теоретических подходов к описанию данных методик, определение оптимальных методов для измерения заданных физических характеристик вещества.

Получение представлений о практическом применении указанных методик с использованием современных приборов.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Специализированный физический практикум по магнетизму» относится к Блоку 1. Дисциплины обязательной части учебного плана.

Эта дисциплина предполагает знание таких разделов физики как термодинамика, электромагнетизм, квантовая и ядерная физика.

Профессиональные компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, необходимы для успешной работы обучающегося при выполнении выпускной квалификационной работы.

**3. Объем дисциплины:** 3 зачетных единицы, 108 академических часов, **в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лабораторные работы 30 часов;

**самостоятельная работа:** 78 часов.

#### 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<i>Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине</i>
<p><b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.</p>	<p><b>УК-1.1.</b> Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.</p> <p><b>УК-1.2.</b> Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению.</p>
<p><b>ОПК-1.</b> Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач.</p>	<p><b>ОПК-1.1.</b> Анализирует поставленную научно-исследовательскую задачу, формулирует конечную цель и составляет развернутый план ее решения используя фундаментальные знания физики.</p> <p><b>ОПК-1.2.</b> Выбирает оптимальные и актуальные методы исследования для решения поставленных научно-исследовательских задач.</p> <p><b>ОПК-1.3.</b> Планирует экспериментальную часть научно-исследовательской работы с учетом имеющейся базы измерительных приборов и устройств.</p>
<p><b>ОПК-2.</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики.</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b> Планирует проведение научно-исследовательской работы по заданной теме.</p> <p><b>ОПК-2.2.</b> Определяет порядок проведения научно-исследовательской работы по предложенной теме.</p> <p><b>ОПК-2.3.</b> Организует коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в рамках предложенного исследования.</p>
<p><b>ОПК-3.</b> Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки.</p>	<p><b>ОПК-3.2.</b> Применяет специализированные программные продукты для обработки и анализа данных.</p>

#### 5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Зачет во 2 семестре.

**6. Язык преподавания:** русский.

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

**1. Для студентов очной формы обучения**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лабораторные работы		
		всего	в т.ч. ПП	
Основные группы современных функциональных магнитных материалов. Актуальные направления совершенствования характеристик функциональных магнитных материалов в соответствии с современными теоретическими представлениями и новыми технологическими возможностями.	11	2		9
Фундаментальные и структурно-чувствительные характеристики магнитных материалов. Методы исследования структуры магнитных материалов и их магнитных характеристик. Проблемы, возникающие при использовании международной системы единиц СИ и системы СГС для описания свойств магнитных материалов.	15	6		9
Анализ проблем, стоящих перед специалистами, занимающимися разработкой новых функциональных магнитных материалов на примере создания новых типов постоянных магнитов.	13	4		9
Современные постоянные магниты и требования к ним. Пути совершенствования существующих и разработка новых постоянных магнитов	13	4		9
Высокоанизотропные магнитные материалы как основа для производства постоянных магнитов. Микромагнитные характеристики современных магнитных материалов в системах единиц СИ и СГС.	13	4		9
Экспресс-поиск высокоанизотропных фаз в новых многокомпонентных сплавах как наиболее перспективное направление получения новых постоянных магнитов с заданными свойствами.	11	2		9
Нахождение высокоанизотропных магнитоодноосных фаз в многофазных поликристаллических сплавах и количественная оценка их микромагнитных параметров.	10	2		8

Сканирующая электронная микроскопия и определение химического состава новых магнитотвердых фаз.	12	4		8
Другие методы получения постоянных магнитов специального назначения.	10	2		8
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>30</b>		<b>78</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Основные группы современных функциональных магнитных материалов. Актуальные направления совершенствования характеристик функциональных магнитных материалов в соответствии с современными теоретическими представлениями и новыми технологическими возможностями.	Лабораторные работы	Изучение вопроса, индивидуальное решение задач работы, групповое решение задач работы, анализ ошибок, подведение итогов.
Фундаментальные и структурно-чувствительные характеристики магнитных материалов. Методы исследования структуры магнитных материалов и их магнитных характеристик. Проблемы, возникающие при использовании международной системы единиц СИ и системы СГС для описания свойств магнитных материалов.	Лабораторные работы	Изучение вопроса, индивидуальное решение задач работы, групповое решение задач работы, анализ ошибок, подведение итогов.
Анализ проблем, стоящих перед специалистами, занимающимися разработкой новых функциональных магнитных материалов на примере создания новых типов постоянных магнитов.	Лабораторные работы	Изучение вопроса, индивидуальное решение задач работы, групповое решение задач работы, анализ ошибок, подведение итогов.

<p>Современные постоянные магниты и требования к ним. Пути совершенствования существующих и разработка новых постоянных магнитов.</p>	<p>Лабораторные работы</p>	<p>Изучение вопроса, индивидуальное решение задач работы, групповое решение задач работы, анализ ошибок, подведение итогов.</p>
<p>Высокоанизотропные магнитные материалы как основа для производства постоянных магнитов. Микромагнитные характеристики современных магнитных материалов в системах единиц СИ и СГС.</p>	<p>Лабораторные работы</p>	<p>Изучение вопроса, индивидуальное решение задач работы, групповое решение задач работы, анализ ошибок, подведение итогов.</p>
<p>Экспресс-поиск высокоанизотропных фаз в новых многокомпонентных сплавах как наиболее перспективное направление получения новых постоянных магнитов с заданными свойствами.</p>	<p>Лабораторные работы</p>	<p>Изучение вопроса, индивидуальное решение задач работы, групповое решение задач работы, анализ ошибок, подведение итогов.</p>
<p>Нахождение высокоанизотропных магнитоодноосных фаз в многофазных поликристаллических сплавах и количественная оценка их микромагнитных параметров.</p>	<p>Лабораторные работы</p>	<p>Изучение вопроса, индивидуальное решение задач работы, групповое решение задач работы, анализ ошибок, подведение итогов.</p>
<p>Сканирующая электронная микроскопия и определение химического состава новых магнитотвердых фаз.</p>	<p>Лабораторные работы</p>	<p>Изучение вопроса, индивидуальное решение задач работы, групповое решение задач работы, анализ ошибок, подведение итогов.</p>
<p>Другие методы получения постоянных магнитов специального назначения.</p>	<p>Лабораторные работы</p>	<p>Изучение вопроса, индивидуальное решение задач работы, групповое решение задач работы, анализ ошибок, подведение итогов.</p>

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

*Форма проведения промежуточного контроля:* студенты, освоившие программу курса «Специализированный практикум по магнетизму» могут получить зачет по итогам семестровой аттестации согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.).

Типовые задания для проведения текущей и промежуточной аттестации:

##### **УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий:**

УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.

УК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению.

##### **Примеры заданий:**

1. Дать определение понятия **магнитная индукция**. Показать, как выражается единица магнитной индукции Тесла через основные единицы системы СИ (МКСА) и записать ее размерность в виде произведения основных единиц системы.
2. Дать определение понятия **напряженность магнитного поля Н**. Показать, как выражается единица напряженности магнитного поля Н через основные единицы системы СИ (МКСА) и записать ее размерность в виде произведения основных единиц системы.
3. Дать определение понятия **намагниченность**, указать, в каких единицах измеряется данная величина в системе СИ и показать, как выражается единица намагниченности через основные единицы системы СИ, то есть записать ее размерность в виде произведения основных единиц.
4. Дать определение понятия **удельная намагниченность**, указать, в каких единицах измеряется данная величина в системе СИ, показать, как выражается

данная единица через основные единицы системы СИ и объяснить различия данных единиц в русскоязычной и англоязычной научной литературе.

5. Выразить намагниченность железа, кобальта и никеля как удельную намагниченность (в  $A \cdot m^2/kg$  – система СИ). Плотности железа, кобальта и никеля равны соответственно  $7,872 \text{ г/см}^3$ ,  $8,84 \text{ г/см}^3$ ,  $8,91 \text{ г/см}^3$ . Намагниченности железа, кобальта и никеля при комнатной температуре равны соответственно 1714 Гс, 1422 Гс, 484,1 Гс. Использовать справочные материалы к данному заданию или файл «Таблицы магнитных единиц.pdf».

**Форма аттестации:** Отчет по лабораторным работам специального физического практикума.

**Способ аттестации:** Защита отчета по лабораторным работам специального физического практикума. При наличии недостатков в ответах используются дополнительные вопросы из фонда оценочных средств данного практикума.

**Критерии оценки:** Высокий уровень (зачтено): Ответы на поставленные вопросы полные, логичные, не требуют дополнительных пояснений. Выводы обоснованы. Демонстрируются всестороннее, систематическое и глубокое знание материала.

Средний уровень (зачтено): Ответы на поставленные не полные. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы достаточно аргументированы. Допускаются отдельные погрешности и неточности при ответе.

Низкий уровень (не зачтено): Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, бессистемно. Ответ показывает, что студент не разобрался с основными вопросами, изученными в процессе обучения.

**ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач.**



ОПК-1.1. Анализирует поставленную научно-исследовательскую задачу, формулирует конечную цель и составляет развернутый план ее решения используя фундаментальные знания физики.

ОПК-1.2. Выбирает оптимальные и актуальные методы исследования для решения поставленных научно-исследовательских задач.

ОПК-1.3. Планирует экспериментальную часть научно-исследовательской работы с учетом имеющейся базы измерительных приборов и устройств.

### **Примеры заданий:**

1. Пояснить, какая характеристика магнитного материала используется для оценки его анизотропных свойств. Записать формулы в системах единиц СИ и СГС для вычисления данной характеристики. Ответить на вопрос: какие магнитные материалы относят к низкоанизотропным, а какие – к высокоанизотропным?
2. Используя данные таблицы 2.1 (содержится в справочных материалах к работе), определить фактор качества  $Q$  железа, кобальта и никеля. Сделать вывод о том, к какому типу магнитных материалов они относятся.
3. Используя данные таблицы 2.2 (содержится в справочных материалах к работе), определить фактор качества  $Q$  основных функциональных материалов. Сделать вывод о том, к какому типу магнетиков они относятся.

Для всех индикаторов используется один способ аттестации.

**Форма аттестации:** Отчет по лабораторным работам специального физического практикума.

**Способ аттестации:** Защита отчета по лабораторным работам специального физического практикума. При наличии недостатков в ответах используются дополнительные вопросы из фонда оценочных средств данного практикума.

**Критерии оценки:** Высокий уровень (зачтено): Ответы на поставленные вопросы полные, логичные, не требуют дополнительных пояснений. Выводы обоснованы. Демонстрируются всестороннее, систематическое и глубокое знание материала.

Средний уровень (зачтено): Ответы на поставленные не полные. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы достаточно аргументированы. Допускаются отдельные погрешности и неточности при ответе.

Низкий уровень (не зачтено): Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, бессистемно. Ответ показывает, что студент не разобрался с основными вопросами, изученными в процессе обучения.

**ОПК-2. Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики;**

ОПК-2.1. Планирует проведение научно-исследовательской работы по заданной теме.

ОПК-2.2. Определяет порядок проведения научно-исследовательской работы по предложенной теме.

ОПК-2.3. Организует коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в рамках предложенного исследования.

**Примеры заданий:**

1. Изложить последовательность развития постоянных магнитов, начиная с 1900 г., обратив внимание на периодичность в появлении новых магнитов с более высоким энергетическим производением. Указать, какие годы стали наиболее важными с точки зрения появления принципиально новых постоянных магнитов с рекордными значениями энергетического производения.
2. Объяснить, почему для оценки качества постоянных магнитов используется специальная характеристика – максимальное энергетическое производение?
3. В каких единицах измеряется максимальное энергетическое производение в системах единиц СИ и СГС? Как связано энергетическое производение с энергией магнитного поля, которое способен создать постоянный магнит?

Для всех индикаторов используется один способ аттестации:

**Форма аттестации:** Отчет по лабораторным работам специального физического практикума.

**Способ аттестации:** Защита отчета по лабораторным работам специального физического практикума. При наличии недостатков в ответах используются дополнительные вопросы из фонда оценочных средств данного практикума.

**Критерии оценки:** Высокий уровень (зачтено): Ответы на поставленные вопросы полные, логичные, не требуют дополнительных пояснений. Выводы обоснованы. Демонстрируются всестороннее, систематическое и глубокое знание материала.

Средний уровень (зачтено): Ответы на поставленные не полные. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы достаточно аргументированы. Допускаются отдельные погрешности и неточности при ответе.

Низкий уровень (не зачтено): Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, бессистемно. Ответ показывает, что студент не разобрался с основными вопросами, изученными в процессе обучения.

**ОПК-3. Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки.**

ОПК-3.2. Применяет специализированные программные продукты для обработки и анализа данных.

**Примеры заданий:**

1. Дать определение для доменной границы Блоха и записать формулы, необходимые для оценки ее поверхностной плотности энергии и равновесной толщины в системах единиц СИ и СГС.

2. Дать определение для доменной границы Нееля и записать формулы, необходимые для оценки ее поверхностной плотности энергии и равновесной толщины в системах единиц СИ и СГС.
3. Используя справочные данные к работе, приведенные в таблице 3.1. определить толщину  $\delta_B$  и поверхностную плотность энергии  $\gamma_B$  180-градусных границ Блоха в железе, кобальте и никеле в системах единиц СИ и СГС.
4. Приведите примеры характерных доменных структур в монокристаллических пластинах с одноосной магнитной анизотропией для случаев, когда ось легкого намагничивания перпендикулярна плоскости пластины, а фактор качества материала пластины  $Q \ll 1$ ,  $Q \gg 1$ ,  $Q \approx 1$ . Как называются данные доменные структуры в русскоязычной и англоязычной научной литературе?
5. С какой проблемой столкнулись специалисты в области создания новых более совершенных постоянных магнитов в настоящее время?
6. Какие пути создания новых высокоэнергоемких постоянных магнитов в настоящее время считаются наиболее перспективными и почему?
7. Какие методики при экспресс-поиске новых высокоанизотропных фаз для синтеза высокоэнергоемких и коммерчески привлекательных постоянных магнитов являются основными?

**Форма аттестации:** Отчет по лабораторным работам специального физического практикума.

**Способ аттестации:** Защита отчета по лабораторным работам специального физического практикума. При наличии недостатков в ответах используются дополнительные вопросы из фонда оценочных средств данного практикума.

**Критерии оценки:** Высокий уровень (зачтено): Ответы на поставленные вопросы полные, логичные, не требуют дополнительных пояснений. Выводы обоснованы. Демонстрируются всестороннее, систематическое и глубокое знание материала.

Средний уровень (зачтено): Ответы на поставленные не полные. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы

достаточно аргументированы. Допускаются отдельные погрешности и неточности при ответе.

Низкий уровень (не зачтено): Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, бессистемно. Ответ показывает, что студент не разобрался с основными вопросами, изученными в процессе обучения.

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) основная литература:

1. Физика твердого тела: учебное пособие / А. А. Корнилович, В. И. Ознобихин, И. И. Суханов, В. Н. Холявко. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 71 с. - ISBN 978-5-7782-2160-4; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228969>
2. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель ; пер. с английск. А. Гусева. - Москва : Наука, 1978. - 788 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483361>
3. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. - Москва : Мир, 1979. - Т. 2. - 419 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483336>
4. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник / А. М. Адашкин, А. Н. Красновский. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. — 400 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=944397>
5. Материаловедение и технология материалов : учебное пособие / под ред. А. И. Батышева, А. А. Смолькина. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 288 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=814426>

#### б) дополнительная литература:

1. Епифанов Г. И. Физика твердого тела: учебное пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 288 с.- [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2023](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023)
2. Боровик, Е.С. Лекции по магнетизму / Е.С. Боровик, В.В. Еременко, А.С. Мильнер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Физматлит, 2005. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-0577-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75475>
3. Мишин Д.Д. Магнитные материалы. М.: Высшая школа. 1991.
4. Пастушенков Ю.Г., Пастушенков А.Г. Постоянные магниты. Природа коэрцитивности. Тверь: Тверской гос. ун-т, 2015; ISBN 978-5-7609-1075-2.

## 2) Программное обеспечение

### а) свободно распространяющееся ПО

- Google Chrome – бесплатно
- Microsoft Express Studio 4 – бесплатно
- MiKTeX 2.9 – бесплатно
- MPICH 64-bit – бесплатно
- MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK – бесплатно
- Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно
- Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно
- Lazarus 1.4.0 - бесплатно
- Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно

### б) лицензионное ПО

- Kaspersky Endpoint Security 10 для
- MS Office 365 pro plus
- Microsoft Windows 10 Enterprise

- Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009

- Origin 8.1 (OriginLab® Network License Certificate. Issued Date: December 3, 2009.

Issued by: Carol Hodge, Customer Service Coordinator)

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ЭБС«ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com) ;

2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/> ;

3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Онлайн – справочник по химическим и физическим свойствам материалов <https://materials.springer.com/bookshelf>

2. Онлайн – Периодическая таблица элементов (Periodic Search – SpringerMaterials) <https://materials.springer.com/periodictable>

3. База данных IRIC (Information Resources on Inorganic Chemistry) <http://iric.imet-db.ru/>

4. Базы данных института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова <http://window.edu.ru/resource/909/52909>

5. База данных по материаловедению «Материалы XXI века» НИТУ МИСИС <http://ism-data.misis.ru/>

6. Онлайн-доска Miro: <https://miro.com/>

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### Рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям

*Практическое занятие* – форма систематических учебных занятий, с помощью которых обучающиеся изучают разделы дисциплины используя практико-ориентированные задания. Практическое занятие проводится на основе теоретического материала, представленного в описании лабораторной работы. На

занятиях применяются индивидуальные и групповые задания, требующие навыка работы с научной литературой, информационными системами и базами данных в области материаловедения. В качестве цифровых инструментов обработки и анализа данных используются системы визуализации данных и программа для численного анализа данных и научной графики OriginPro 8.1.

В качестве сред группового взаимодействия используется среда Microsoft Teams, LMS, онлайн-доска Miro.

При подготовке к практическим занятиям используется основная и дополнительная литература из представленного списка, а также руководствоваться рекомендациями и указаниями преподавателя. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу и информационные ресурсы, представленные в РПД.

#### Лабораторные занятия

На лабораторных занятиях студенты выполняют задания, содержащиеся в описаниях лабораторных работ, а также могут выступать с сообщениями по темам, предложенным преподавателем, либо по темам, интересующим их самих и согласованных с преподавателем. Примерный список предлагаемых тем по актуальным проблемам физики магнитных явлений и физики твердого тела прилагается, ежегодно он корректируется в связи с новыми открытиями и актуальными разработками, появляющимися в этих областях науки. Источником информации являются периодические научные журналы, учебники и монографии по тематике специального физического практикума. Кроме того, студенты могут пользоваться подборкой полнотекстовых электронных копий статей из ведущих отечественных и международных журналов, собранной преподавателями и сотрудниками кафедры физики конденсированного состояния (более 7500 наименований).

Темы для выступлений:



1. Современные высокоэнергетические постоянные магниты специального назначения.
2. Новейшие достижения в решении проблемы высокотемпературной сверхпроводимости. Новые сверхпроводящие материалы.
3. Современные методы создания сильных магнитных полей и новые физические свойства материалов, обнаруживаемые в сверхсильных магнитных полях.
4. Новые методы структурных исследований магнитных материалов. Сканирующая электронная микроскопия и атомно-силовая микроскопия.
5. Нанотехнологии и наноструктуры. Новые свойства магнитных материалов, полученных на основе наночастиц.
6. Новые материалы для жестких дисков компьютеров. Новые принципы записи информации, компьютеры нового поколения.

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Вопросы, содержащиеся в заданиях лабораторных работ (см. примеры заданий, приведенные выше).
2. Вопросы, содержащиеся в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<b><i>Задания закрытого типа</i></b>			
1	доменная структура	Какая характеристика магнетика используется в экспресс-методах поиска новых высокоанизотропных фаз в многофазных сплавах?  <ul style="list-style-type: none"> <li>○ намагниченность;</li> <li>○ температура Кюри;</li> <li>○ доменная структура.</li> </ul>	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
2	фактор качества	Какая характеристика магнитного материала позволяет быстро оценить порядок величины константы магнитной анизотропии по наблюдениям доменной структуры?  <ul style="list-style-type: none"> <li>○ намагниченность;</li> </ul>	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ фактор качества;</li> <li>○ температура Кюри;</li> <li>○ коэрцитивная сила.</li> </ul>	
3	коэрцитивная сила	<p>Какая характеристика магнитного материала относится к структурно-чувствительным?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ намагниченность;</li> <li>○ температура Кюри;</li> <li>○ коэрцитивная сила.</li> </ul>	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
<b>Задания открытого типа</b>			
4	Чтобы магнитный материал мог стать основой для создания постоянного магнита он должен иметь _____ магнитную анизотропию.		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) <i>одноосную</i>			
5	На сегодня наивысшее энергетическое произведение имеют постоянные магниты типа _____		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) <i>неодим-железо-бор</i>			
6	Постоянные магниты для работы в области высоких температур изготавливаются на основе сплавов _____		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) <i>самарий-кобальт</i>			

## VII. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебно-научная лаборатория магнитных и электрических измерений № 40 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер.,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лабораторные электронные весы с гирей M-ER 122ACF JR-600.01 LCD</li> <li>2. Вольтметр АК ИП-2101</li> <li>3. Вольтметр АК ИП-2101</li> <li>4. Источник питания с опцией интерфейса USB АК ИП-1141</li> <li>5. Источник питания с опцией</li> </ol>	<p>Microsoft Windows 10 Enterprise MS Office 365 pro plus Kaspersky Endpoint Security для Windows Архиватор 7-Zip - бесплатно</p>

д. 35)	<p>интерфейса USB АКИП-1141</p> <p>6. Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S</p> <p>7. Компьютер с монитором 940N Core 6550 Box/Asus P5KSE/2*1024DDRII/160/7200/DVDRW/</p> <p>8. Экран настенный ScreenMedia 153*203</p> <p>9. Мультиметр цифровой высокой точности UT804</p> <p>10. Установка импульсного намагничивания "Мишень"</p> <p>11. Мультиметр цифровой высокой точности UT804 (2 шт.)</p> <p>12. Электромагнит (3 шт.)</p> <p>13. Электромагнит ЭМ-1</p> <p>14. Осциллограф С-1-68</p> <p>15. Ферротестер</p> <p>16. Блок питания Б5-9</p> <p>17. Вольтметр В7-27А (2 шт.)</p> <p>18. Генератор Г3-102 (3 шт.)</p> <p>19. Источник питания Б-5-8 (2 шт)</p> <p>20. Осциллограф С-1-65</p> <p>21. Генератор Г3-34 (2 шт.)</p> <p>22. Блок питания Б-5-21</p> <p>23. Микровеберметр Ф-190</p> <p>24. Проектор BenQ MP777</p> <p>25. Блок питания</p> <p>26. Вольтметр В-7-23</p> <p>27. Генератор Г3-109</p> <p>28. Генератор Ф-578</p> <p>29. Источник питания Б-5-21</p>	<p>Acrobat Reader DC - бесплатно</p> <p>Google Chrome – бесплатно</p> <p>Почта Outlook – бесплатно</p> <p>Origin 8.1 Sr2 - договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»;</p> <p>NI MAX Measurement &amp; Automation Explorer – бесплатно</p> <p>Microsoft Visual Studio 2019</p> <p>Mozilla Firefox - бесплатно</p>
--------	--	--

### VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			