

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 25.09.2023 16:44:26

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

Рабочая программа дисциплины (модуля)

# **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТКАНЕЙ, ОРГАНОВ И МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

## **Биомеханика и методы физико-механических исследований**

Закреплена за подразделением

Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии

Направление подготовки

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Профиль

Биомедицинская инженерия и биофабрикация

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	Неделя			
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Практические	34	18	34	18
Итого ауд.	34	18	34	18
Контактная работа	34	18	34	18
Сам. работа	74	37	74	37
Итого	108	55	108	55

Программу составил(и):  
*к.т.н., доц., Сенатов Ф.С.*

Рабочая программа

**Биомеханика и методы физико-механических исследований**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, 15.04.02-МТМО-23-8.plx Биомедицинская инженерия и биофабрикация, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, Биомедицинская инженерия и биофабрикация, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии**

Протокол от 18.04.2023 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко Александр Григорьевич, к.ф.-м.н., ст.н.с.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Сформировать компетенции в соответствии с требованиями учебного плана, а также научить основам современных методов исследования физических свойств, пониманию возможностей этих методов, нормативной документации.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	CAD/CAM системы	
2.1.2	Аддитивные технологии в медицине	
2.1.3	Академическое письмо	
2.1.4	Биоматериаловедение	
2.1.5	Дизайн материалов	
2.1.6	Клеточная биология	
2.1.7	Морфология и гистология	
2.1.8	Основы конструирования	
2.1.9	Основы работы с технической документацией	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Аппаратные методы в медицине	
2.2.2	Иммунология	
2.2.3	Методы исследования физических свойств	
2.2.4	Основы машинного обучения	
2.2.5	Основы управления микроконтроллерами	
2.2.6	Технологическое предпринимательство	
2.2.7	Токсикология	
2.2.8	Экспериментальная онкология	
2.2.9	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Преддипломная практика	
2.2.12	Регистрация медицинских изделий	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-31 Основы понятий свойств материалов и их физическую природу	
<b>ОПК-3: Способен организовывать работу коллективов исполнителей; принимать исполнительские решения в условиях спектра мнений; определять порядок выполнения работ, организовывать в подразделении работы по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов, разработке проектов стандартов и сертификатов, обеспечивать адаптацию современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-3-31 Порядок выполнения работ при проведении экспериментальных исследований физических свойств материалов	
<b>ОПК-4: Способен разрабатывать методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-4-31 Требования методических и нормативных документов по методикам измерения и испытания физических свойств материалов	
<b>ОПК-6: Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	

ОПК-6-31 Основы использования современных информационно-коммуникационных технологий и глобальные информационные ресурсы
<b>ОПК-11: Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-11-31 Требования к методикам испытания
<b>ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 Основные методы исследования материалов в различных состояниях
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-31 Основные экспериментальные методы исследования магнитных свойств материалов
<b>ПК-1: Способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-31 Основы организации научно-исследовательской деятельности
<b>ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 Основы экспериментальных методов исследования магнитных свойств материалов
<b>ОПК-12: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области, разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-12-31 Основы методик измерения физических свойств материалов
<b>Уметь:</b>
ОПК-12-У1 Оценивать и представлять результаты выполненной работы при проведении экспериментальных исследований физических свойств материалов
<b>ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Анализировать и обрабатывать результаты исследований, делать выводы
<b>ОПК-11: Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-11-У1 Анализировать методы и методики испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов
<b>ОПК-6: Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-6-У1 Использовать современные информационно-коммуникационные технологии и глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности при проведении экспериментальных исследований физических свойств материалов
<b>ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами</b>

<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов на основе анализа экспериментальных данных
<b>ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук для анализа результатов экспериментальных методов, формулировать цель и задачи исследований
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 Проводить измерения магнитных свойств материалов
<b>ПК-1: Способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Организовать и проводить научные исследования
<b>ОПК-4: Способен разрабатывать методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-4-У1 Составлять протоколы испытаний при проведении экспериментальных исследований физических свойств материалов
<b>ОПК-3: Способен организовывать работу коллективов исполнителей; принимать исполнительские решения в условиях спектра мнений; определять порядок выполнения работ, организовывать в подразделении работы по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов, разработке проектов стандартов и сертификатов, обеспечивать адаптацию современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-3-У1 Организовывать работу коллектива при проведении экспериментальных исследований физических свойств материалов
<b>ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Опытном обработке экспериментальных данных
<b>ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания биосовместимых материалов и медицинских изделий с заданной структурой и свойствами</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Навыками сопоставления результатов исследований различными методами и опытом оценки полученных результатов
<b>ПК-1: Способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов технологических машин и оборудования</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Опытном проведения научных исследований
<b>ОПК-3: Способен организовывать работу коллективов исполнителей; принимать исполнительские решения в условиях спектра мнений; определять порядок выполнения работ, организовывать в подразделении работы по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов, разработке проектов стандартов и сертификатов, обеспечивать адаптацию современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-3-В1 Опытном принятия исполнительские решения в условиях спектра мнений при проведении экспериментальных исследований физических свойств материалов

<b>ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Опытю оценки результатов исследований
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 Опытю проведения исследования магнитных свойств материалов
<b>ОПК-4: Способен разрабатывать методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-4-В1 Опытю составления протоколов испытаний при проведении экспериментальных исследований физических свойств материалов
<b>ОПК-12: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области, разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-12-В1 Опытю представления результатов выполненной работы при проведении экспериментальных исследований физических свойств материалов
<b>ОПК-11: Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-11-В1 Опытю анализа методик испытаний на соответствие требований нормативной документации
<b>ОПК-6: Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-6-В1 Опытю использования современных информационно-коммуникационных технологий и глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской деятельности при проведении экспериментальных исследований физических свойств материалов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Исследование магнитных свойств материалов</b>							
1.1	Классификация физических методов исследования материалов. Описание методов измерений и испытаний. /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-3-31 ОПК-4-31 ОПК-6-31 ОПК-11-31 ОПК-12-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р1
1.2	Классификация физических методов исследования материалов. Принципы описания методов измерения и испытания. Порядок выполнения научно-исследовательской работы. Методы испытаний и измерений /Ср/	2	5	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-3-31 ОПК-4-31 ОПК-6-31 ОПК-11-31 ОПК-12-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э6 Э7 Э8 Э9			

1.3	Классификация методов магнитных измерений. Измерения в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. Индукционные методы измерений. /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-3-31 ОПК-4-31 ОПК-6-31 ОПК-11-31 ОПК-12-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.2 Э4 Э5			Р2
1.4	Освоение материалов практического занятия. Классификация методов магнитных измерений /Ср/	2	4	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-3-31 ОПК-4-31 ОПК-6-31 ОПК-11-31 ОПК-12-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3Л2.1 Э4 Э5			
1.5	Подготовка витого кольцевого образца из аморфной ленты для измерений магнитных свойств /Пр/	2	2	УК-1-У1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-11-31 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1			Р3
1.6	Подготовка к практическому занятию "Подготовка витого кольцевого образца из аморфной ленты для измерений магнитных свойств". Подготовка отчета по работе /Ср/	2	4	УК-1-31 ОПК-3-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-11-31 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1			
1.7	Измерение статических магнитных параметров магнитного материала с помощью гистерезисграфа /Пр/	2	2	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			Р4
1.8	Подготовка к практическому занятию "Измерение статических магнитных параметров магнитного материала с помощью гистерезисграфа". Оформление протокола испытания /Ср/	2	4	УК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			

1.9	Определение удельной намагниченности ферромагнетика методом вибрационного магнитометра /Пр/	2	2	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1				Р5
1.10	Подготовка к практическому занятию "Определение удельной намагниченности ферромагнетика методом вибрационного магнитометра". Подготовка протокола испытаний /Ср/	2	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-11-У1 ОПК-11-В1 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1				
1.11	Магнитомеханические методы /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.3Л2.1				Р6
1.12	Освоение материалов практического занятия "Магнитомеханические методы" /Ср/	2	3	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.3Л2.1				
1.13	Магнитооптические и магниторезонансные методы /Пр/	2	2	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-11-31 ОПК-12-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3Л2.1				Р7
1.14	Освоение материалов практического занятия "Магнитооптические и магниторезонансные методы" /Ср/	2	4	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-11-31 ОПК-12-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3Л2.1				
1.15	Измерение динамических магнитных свойств /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.3				Р8
1.16	Подготовка к практическому занятию "Измерение динамических свойств". Подготовка отчета по занятию /Ср/	2	3	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-12-31 ОПК-12-У1 ОПК-12-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1				
1.17	Терромагнитный анализ /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1				Р9
1.18	Освоение материалов практического занятия "Терромагнитный анализ" /Ср/	2	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.3Л2.1				



1.19	Контрольное тестирование по разделу. Выполняется в часы самостоятельной работы /Ср/	2	4	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-3-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-6-31 ОПК-11-31 ОПК-12-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1 Л2.1 Л3.3Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9		КМ1	
------	---	---	---	--	---	--	-----	--

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа по разделу "Исследование магнитных свойств материалов"	УК-1-31;ОПК-1-31;ОПК-3-31;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-6-31;ОПК-11-31;ОПК-12-31;ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-3-31	<p>1. Какое по направлению внешнее магнитное поле прикладывают при магнитных испытаниях кольцевых ферромагнитных образцов? а – циркулярное, б – аксиальное, в – в плоскости кольца.</p> <p>2. Какую исходную форму имеют заготовки, из которых делают витые кольцевые образцы? а – лист, б – лента, в – стержень.</p> <p>3. Какие намагничивающие устройства преимущественно используют при испытаниях магнитно-твёрдых материалов? а – соленоиды, б – электромагниты, в – катушки Гельмгольца.</p> <p>4. Какой вид имеет график зависимости напряжённости циркулярного магнитного поля от радиуса? а – гипербола, б – прямая линия, в – экспонента.</p> <p>5. Каково максимально возможное размагничивающее поле в ферромагнетике с индукцией насыщения 1 Тл? а – 800 кА/м, б – 126 кА/м, в – 79,6 кА/м.</p> <p>6. Чему равна относительная магнитная проницаемость тела в случае сферического образца из материала с проницаемостью 7? а – 2,33; б – 3; в – 7/4.</p> <p>7. Как постоянная веберметра и чувствительность связаны друг с другом? а – прямо пропорционально, б – обратно пропорционально, в – совпадают.</p> <p>8. Каково наименьшее число измерений для нахождения остаточной индукции индукционно-импульсным методом? а – 1, б – 2, в – 4.</p> <p>9. Как наличие воздушного зазора между образцом и измерительной обмоткой сказывается на измеренном значении магнитной индукции? а – повышает, б – понижает, в – не сказывается.</p> <p>10. Какое магнитное поле не влияет на ЭДС в измерительных катушках вибромагнитометра? а – постоянное (не зависящее от времени), б – постоянное однородное, в – внешнее.</p> <p>11. Из какого материала изготавливают сердечник феррозонда? а – из материала, свойства которого необходимо измерить, б – магнитно-мягкого, в – магнитно-твёрдого.</p> <p>12. Какие два магнитных поля прикладываются к сердечнику феррозонда? а – постоянное и переменное, б – взаимно перпендикулярные, в – переменные разной частоты.</p> <p>13. Как изменится коэффициент преобразования феррозонда при увеличении амплитуды возбуждающего поля в 2 раза? а – уменьшится в 4 раза, б – уменьшится в 2 раза, в – увеличится в 4 раза.</p> <p>14. В каких из указанных ниже магнитометров используется первичный магнитомеханический преобразователь? а – астатический, б – вибрационный, в – СКВИД.</p> <p>15. Какой магнитный параметр образца определяется магнитометрическим способом? а – намагниченность, б – магнитный момент, в – магнитная</p>

		<p>индукция.</p> <p>16. Какой метод измерения использован в аstaticком магнитометре? а – магнитометрический, б – метод крутящих моментов, в – компенсационный.</p> <p>17. Какой преобразователь силы использован для получения выходного сигнала в весах Фарадея–Сексмита? а – оптико-механический, б – поляризационно-оптический, в – упруго деформируемое кольцо.</p> <p>18. Какую величину определяют методом Гуи? а – намагничённость, б – магнитную восприимчивость, в – магнитный момент.</p> <p>19. Точность определения какой величины будет, как правило, выше при использовании метода Фарадея? а – намагничённости, б – удельной намагничённости, в – магнитной восприимчивости.</p> <p>20. Вращение какого объекта создаёт крутящий механический момент в крутильном магнитометре? а – образца, б – подвижного магнита, в – скручиваемого подвеса.</p> <p>21. Какая магнитная величина определяется по величине крутящего момента в крутильных весах? а – намагничённость, б – удельная намагничённость, в – магнитный момент.</p> <p>22. В каких веществах наблюдается эффект Фарадея? а – в прозрачных ферромагнетиках, б – в прозрачных магнетиках, в – в тонких слоях любого вещества под действием магнитного поля.</p> <p>23. Как ориентируют внешнее магнитное поле относительно луча света для наблюдения эффекта Фарадея? а – параллельно, б – перпендикулярно, в – вдоль плоскости поляризации.</p> <p>24. Какой эффект Керра возникает при отражении света от образца, намагничённость которого располагается в плоскости падения перпендикулярно к поверхности? а – меридиональный, б – экваториальный, в – полярный.</p> <p>25. Какой вид резонанса описывается как избирательное поглощение энергии электромагнитного поля? а – ферромагнитный, б – ядерный магнитный, в – магнитный.</p> <p>26. Какие величины могут быть измерены с помощью ядерного магнитного резонанса? а – константа магнитной анизотропии, б – напряжённость внешнего магнитного поля, в – намагничённость насыщения.</p> <p>27. Какая составляющая комплексной магнитной восприимчивости ферромагнетика пропорциональна потерям энергии? а – упругая, б – вязкая, в – амплитудная.</p> <p>28. Какое внешнее статическое поле прикладывают при наблюдении естественного ферромагнитного резонанса? а – больше поля насыщения, б – меньше поля насыщения, в – равное нулю.</p> <p>29. Что отличает резонансный магнитный спектр от релаксационного? а – наличие максимума вязкой составляющей проницаемости, б – минимум потерь энергии при резонансной частоте, в – максимум упругой составляющей проницаемости.</p> <p>30. Сколько гармоник содержится в спектре напряжения в измерительной обмотке образца при поддержании режима синусоидального изменения индукции? а – 1, б – 2, в – 3.</p> <p>31. Какую форму имеет петля гистерезиса при перемагничивании ферромагнетика малым синусоидальным полем? а – прямоугольную, б – линейную, в – эллиптическую.</p> <p>32. Чему равен тангенс угла потерь, если упругая проницаемость равна 25, а вязкая проницаемость – 100? а – 0,25; б – 4; в – (–0,25).</p> <p>33. График какой зависимости называется динамической кривой намагничивания? а – <math>B(H)</math>, б – <math>B_m(H_m)</math>, в – <math>I(H)</math>.</p> <p>34. Каким методом можно определить координаты одной точки петли гистерезиса без снятия всей петли?</p>
--	--	--

			а – осциллографическим, б – методом феррометра, в – стробоскопическим. 35. Какую проникаемость находят по индуктивности, измеренной мостовым методом? а – упругую, б – вязкую, в – амплитудную. 36. Как влияет внешнее магнитное поле на значение намагниченности при температуре Кюри? а – уменьшает, б – увеличивает, в – не влияет.
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Классификация физических методов исследования материалов. Описание методов измерений и испытаний.	УК-1-31;ОПК-1-31;ОПК-3-31;ОПК-4-31;ОПК-6-31;ОПК-11-31;ОПК-12-31;ПК-3-31;ПК-2-31;ПК-1-31	Классификация физических методов исследования материалов. Описание методов измерений и испытаний.
P2	Классификация методов магнитных измерений. Измерения в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. Индукционные методы измерений.	УК-1-31;ОПК-1-31;ОПК-3-31;ОПК-4-31;ОПК-6-31;ОПК-11-31;ОПК-12-31;ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-3-31	Классификация методов магнитных измерений. Измерения в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. Индукционные методы измерений.
P3	Подготовка витого кольцевого образца из аморфной ленты для измерений магнитных свойств	УК-1-У1;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-11-31;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Подготовка витого кольцевого образца из аморфной ленты для измерений магнитных свойств. Подготовка отчета по работе
P4	Измерение статических магнитных параметров магнитного материала с помощью гистерезисграфа	УК-1-В1;УК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-11-У1;ОПК-11-В1;ОПК-12-У1;ОПК-12-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Измерение статических магнитных параметров магнитного материала с помощью гистерезисграфа. Оформление протокола испытания
P5	Определение удельной намагниченности ферромагнетика методом вибрационного магнитометра	УК-1-В1;УК-1-У1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-11-У1;ОПК-12-У1;ОПК-12-В1;ОПК-11-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Определение удельной намагниченности ферромагнетика методом вибрационного магнитометра. Подготовка протокола испытаний
P6	Магнитомеханические методы	УК-1-31;ОПК-1-31;ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-2-31	Магнитомеханические методы. Аналитическая работа в интернете по магнитомеханическим устройствам
P7	Магнитооптические и магниторезонансные методы	УК-1-31;ПК-2-31;ПК-3-31;ОПК-12-31;ОПК-11-31;ОПК-1-31	Магнитооптические и магниторезонансные методы. Основные принципы и устройства реализующие их

P8	Измерение динамических магнитных свойств	ОПК-12-31;ОПК-12-У1;ОПК-12-В1;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1	Измерение динамических магнитных свойств. Особенности протокола испытаний
P9	Терромагнитный анализ	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Терромагнитный анализ. Разновидности методик проведения и их особенности

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен по курсу не предусмотрен учебным планом

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

По дисциплине предусмотрено контрольное тестирование в LMS Canvas или LMS Moodle

При выполнении тестирования:

при оценке ниже 50 % от максимально возможной - оценка неудовлетворительно

при оценке от 50 до 69 % - оценка удовлетворительно

при оценке от 70 до 84 % - оценка удовлетворительно

при оценке 85 % и более - оценка отлично

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Каньгина О. Н., Четверикова А. Г., Бердинский В. Л.	Физические методы исследования веществ: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014
Л1.2	Перминов А. С., Шуваева Е. А., Введенский В. Ю., Лилеев А. С.	Методы испытаний магнитных материалов: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л1.3	Введенский В. Ю., Лилеев А. С.	Физические методы исследования. Магнитные свойства: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение, спец. 150702 - Физика металлов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Введенский В. Ю., Лилеев А. С., Перминов А. С.	Экспериментальные методы физического материаловедения: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Кекало И. Б., Шуваева Е. А.	Аморфные нано- и микрокристаллические магнитные материалы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов напр. Физ. материаловедение и спец. Наноматериалы	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л3.2	Перминов А. С., Введенский В. Ю., Лилеев А. С.	Сертификация магнитных материалов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.3	Перминов А. С., Введенский В. Ю., Шуваева Е. А., Могильников П. С.	Физические свойства твёрдых тел (N 3509): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Сергеев А.Г. Метрология: учебник. - М.: Логос, 2005. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://booktech.ru/books/metrologiya/2328-metrologiya-2005-ag-sergeev.html">http://booktech.ru/books/metrologiya/2328-metrologiya-2005-ag-sergeev.html</a>	<a href="http://booktech.ru/books/metrologiya/2328-metrologiya-2005-ag-sergeev.html">http://booktech.ru/books/metrologiya/2328-metrologiya-2005-ag-sergeev.html</a>
Э2	Журавлёв Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов: учебное пособие для студентов металлургических специальностей. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. - 157 с. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="https://techlibrary.ru/b/2o1u1rlalclm1flc_2t.2k._3clj1mlalt1plc_2j.2q._3clj1iljly1fls1l1jlf_1n1flt1ple2c_1j1s1s1m1f">https://techlibrary.ru/b/2o1u1rlalclm1flc_2t.2k._3clj1mlalt1plc_2j.2q._3clj1iljly1fls1l1jlf_1n1flt1ple2c_1j1s1s1m1f</a>	<a href="https://techlibrary.ru/b/2o1u1rlalclm1flc_2t.2k._3clj1mlalt1plc_2j.2q._3clj1iljly1fls1l1jlf_1n1flt1ple2c_1j1s1s1m1f">https://techlibrary.ru/b/2o1u1rlalclm1flc_2t.2k._3clj1mlalt1plc_2j.2q._3clj1iljly1fls1l1jlf_1n1flt1ple2c_1j1s1s1m1f</a>
Э3	Кунце Х.-И. Методы физических измерений: пер. с нем. - М.: Мир, 1989. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://booktech.ru/books/metrologiya/2468-metody-fizicheskikh-izmereniy-1989-hi-kunce.html">http://booktech.ru/books/metrologiya/2468-metody-fizicheskikh-izmereniy-1989-hi-kunce.html</a>	<a href="http://booktech.ru/books/metrologiya/2468-metody-fizicheskikh-izmereniy-1989-hi-kunce.html">http://booktech.ru/books/metrologiya/2468-metody-fizicheskikh-izmereniy-1989-hi-kunce.html</a>
Э4	ГОСТ 8.377-80 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Материалы магнитомягкие. Методики выполнения измерений при определении статических магнитных характеристик Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200014136">http://docs.cntd.ru/document/1200014136</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200014136">http://docs.cntd.ru/document/1200014136</a>
Э5	Матюк В.Ф., Осипов А.А. Измерение магнитных характеристик магнитомягких материалов и изделий при квазистатическом перемагничивании. // Неразрушающий контроль и диагностика. - 2011, № 4. - С. 3-34. Режим доступа: <a href="http://science.by/upload/iblock/a16/a16b0ff873b70e09bf587761e1034d47.pdf">http://science.by/upload/iblock/a16/a16b0ff873b70e09bf587761e1034d47.pdf</a>	<a href="http://science.by/upload/iblock/a16/a16b0ff873b70e09bf587761e1034d47.pdf">http://science.by/upload/iblock/a16/a16b0ff873b70e09bf587761e1034d47.pdf</a>
Э6	ГОСТ Р 15.101-2021 Система разработки и постановки продукции на производство. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ Режим доступа: <a href="https://www.rea.ru/ru/org/managements/orgnirupr/Documents/gost_r_15.101-2021.pdf">https://www.rea.ru/ru/org/managements/orgnirupr/Documents/gost_r_15.101-2021.pdf</a>	<a href="https://www.rea.ru/ru/org/managements/orgnirupr/Documents/gost_r_15.101-2021.pdf">https://www.rea.ru/ru/org/managements/orgnirupr/Documents/gost_r_15.101-2021.pdf</a>
Э7	ГОСТ Р 8.563-2009 ГСИ. МЕТОДИКИ (МЕТОДЫ) ИЗМЕРЕНИЙ. Режим доступа: <a href="https://docs.cntd.ru/document/1200077909">https://docs.cntd.ru/document/1200077909</a>	<a href="https://docs.cntd.ru/document/1200077909">https://docs.cntd.ru/document/1200077909</a>
Э8	ГОСТ Р 58975-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Оценка соответствия. Рекомендации по выбору методик исследований (испытаний) и измерений при проведении оценки соответствия. Режим доступа: <a href="https://internet-law.ru/gosts/gost/74287/">https://internet-law.ru/gosts/gost/74287/</a>	<a href="https://internet-law.ru/gosts/gost/74287/">https://internet-law.ru/gosts/gost/74287/</a>
Э9	ГОСТ Р 58973-2020. Оценка соответствия. Правила к оформлению протоколов испытаний. Режим доступа: <a href="https://rustestm.ru/wp-content/uploads/2022/04/gost-r-58973-2020-ocenka-sootvetstviya-pravila-k-oformleniyu-protokolov-ispytaniy.pdf">https://rustestm.ru/wp-content/uploads/2022/04/gost-r-58973-2020-ocenka-sootvetstviya-pravila-k-oformleniyu-protokolov-ispytaniy.pdf</a>	<a href="https://rustestm.ru/wp-content/uploads/2022/04/gost-r-58973-2020-ocenka-sootvetstviya-pravila-k-oformleniyu-protokolov-ispytaniy.pdf">https://rustestm.ru/wp-content/uploads/2022/04/gost-r-58973-2020-ocenka-sootvetstviya-pravila-k-oformleniyu-protokolov-ispytaniy.pdf</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	LMS Canvas
П.4	Microsoft Office

П.5	MS Teams
П.6	Garant.ru
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	И.1 Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	И.2 — Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	И.3 — Полнотекстовые деловые публикации информгентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	И.4 Иностраные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	И.5 — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.6	И.6 — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.7	И.7 — наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.8	И.8 — научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-429	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютерный класс на 6 студентов и преподавателя (7 компьютеров); установка для измерения магнитных характеристик; установка для определения потерь на перемагничивание МК-4Э; магнитноизмерительная установка МК-3Э; стенд для измерения удельного электросопротивления; дилатометр; твердометр по Роквеллу; комплект учебной мебели
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа организуется с помощью электронных версий учебных пособий из библиотеки НИТУ "МИСиС". К практическим занятиям студентам необходимо подготавливать конспекты.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения практических занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудиосопровождением и доступом к сети Интернет. Аудитория выбирается в зависимости от количества студентов, изучающих в текущем семестре данную дисциплину, при численности студентов до 30 человек рекомендуется студентов разбить на 2 подгруппы, при численности менее 14 человек - Б-429.