

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ

\_\_\_\_\_ Н.Д. Ахметов  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Электронная микроскопия

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Рамазанов Ф.Ф. (Кафедра физики НИ, Отделение информационных технологий и энергетических систем), FFRamazanov@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования
ПК-1	способностью в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов
ПК-8	способностью составлять частное техническое задание

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- классификацию основных методов электронной микроскопии;
- функциональный состав и принцип работы приборов для проведения электронной микроскопии;
- основные подходы и методики проведения электронной микроскопии.

Должен уметь:

- разрабатывать методики проведения электронной микроскопии;
- проводить измерения нанобъектов и наносистем изучаемыми методами электронной микроскопии;
- исследование свойств наноструктур в различных условиях.

Должен владеть:

- теоретическими и практическими навыками работы с методами и средствами электронной микроскопии;
- навыками работы на основных типах приборов электронной микроскопии;
- электронно-зондовыми методами исследования микроструктуры твердых тел, их локального состава и электрического и магнитного микрополей.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- выбора соответствующих поставленной задаче методов и методик проведения измерений, обладающих максимальной эффективностью;
- поиска новых конструкторско-технологических решений и методических приемов при проведении электронной микроскопии.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.6 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.02 "Наноинженерия ()" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре.

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

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование	5	2	2	4	12
2.	Тема 2. Введение в электронную микроскопию	5	2	2	4	12
3.	Тема 3. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ)	5	2	2	4	12
4.	Тема 4. Растровая электронная микроскопия (РЭМ)	5	6	6	16	36
5.	Тема 5. Зеркальная электронная микроскопия (ЗЭМ)	5	2	2	4	12
6.	Тема 6. Рентгеноспектральный микроанализ	5	4	4	4	24
	Итого		18	18	36	108

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование

Общие сведения о наноразмерных структурах, особенности

свойств наноструктур, термодинамические свойства, свойства

проводимости, магнитные свойства, применение наноструктур для создания элементов приборных

устройств. Консолидированные наноматериалы, нанополупроводники, нанополимеры, нанобиоматериалы,

фуллерены и нанотрубки, наночастицы и нанопорошки, нанопористые материалы, супрамолекулярные структуры.

###### Тема 2. Введение в электронную микроскопию

Введение в основы электронной микроскопии. Физические ос-

новы электронной микроскопии. Два основных направления электронной

микроскопии: трансмиссионная (просвечивающая) и растровая

(сканирующая). Просвечивающий электронный микроскоп. Растровый электронный микроскоп. Отражательный электронный микроскоп. Растровый просвечивающий электронный микроскоп. Фотоэмиссионный электронный микроскоп.

###### Тема 3. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ)

Основы просвечивающей электронной микроскопии, принципиальная оптическая схема и конструкция

просвечивающего электронного микроскопа, подготовка объектов для исследований и особые требования к ним,

формирование луча, методы визуализации, недостатки и ограничения, особенности применения. Прямой и

косвенный методы электронномикроскопических исследований.

###### Тема 4. Растровая электронная микроскопия (РЭМ)

Основы растровой электронной микроскопии, конструкция растрового электронного микроскопа, принцип

работы растрового электронного микроскопа, устройство и работа растрового электронного микроскопа,

подготовка объектов для исследований и особые требования к ним, технические возможности растрового электронного микроскопа, применение.

###### Тема 5. Зеркальная электронная микроскопия (ЗЭМ)

Физические основы зеркальной электронной микроскопии. Изучение поверхностных структур: как

геометрического рельефа поверхности твердого тела, и как различного рода поверхностных микрополей.

Конструкция зеркального электронного микроскопа, виды отображения результатов, разрешение и чувствительность, применение.

###### Тема 6. Рентгеноспектральный микроанализ

Физические основы рентгеноспектрального микроанализа, устройство и работа рентгеноспектрального

микроанализатора, подготовка объектов для исследований и особые требования к ним, технические

возможности рентгеноспектрального микроанализатора, области применения рентгеноспектрального микроанализатора.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ОПК-1, ПК-1, ПК-8	1. Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование 2. Введение в электронную микроскопию 3. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) 4. Растровая электронная микроскопия (РЭМ) 5. Зеркальная электронная микроскопия (ЗЭМ) 6. Рентгеноспектральный микроанализ
2	Дискуссия	ПК-1, ПК-8, ОПК-1	1. Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование 2. Введение в электронную микроскопию 3. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) 4. Растровая электронная микроскопия (РЭМ) 5. Зеркальная электронная микроскопия (ЗЭМ) 6. Рентгеноспектральный микроанализ
3	Письменная работа	ПК-1, ПК-8, ОПК-1	1. Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование 2. Введение в электронную микроскопию 3. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) 4. Растровая электронная микроскопия (РЭМ) 5. Зеркальная электронная микроскопия (ЗЭМ) 6. Рентгеноспектральный микроанализ
	<b>Зачет</b>	ОПК-1, ПК-1, ПК-8	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Дискуссия	Высокий уровень владения материалом по теме дискуссии. Превосходное умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Высокий уровень этики ведения дискуссии.	Средний уровень владения материалом по теме дискуссии. Хорошее умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Средний уровень этики ведения дискуссии.	Низкий уровень владения материалом по теме дискуссии. Слабое умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Низкий уровень этики ведения дискуссии.	Недостаточный уровень владения материалом по теме дискуссии. Неумение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Отсутствие этики ведения дискуссии.	2
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 5

#### Текущий контроль

#### 1. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ♦ 1. Основы растровой электронной микроскопии.

1. Функциональный состав растрового электронного микроскопа.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

2. Назначение отдельных составных частей микроскопа.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

3. Методика проведения измерений.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
4. Принцип работы растрового электронного микроскопа.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
5. Особенности подготовки образцов для измерений.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
6. Возможности растрового электронного микроскопа.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ♦ 2. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ НА РАСТРОВОМ ЭЛЕКТРОННОМ МИКРОСКОПЕ

1. Какие условия необходимо соблюдать при сканировании диэлектриков?(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
2. В чем особенности каждого из режимов сканирования?(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
3. Какие из режимов сканирования наиболее предпочтительны в данной работе? Ответ обосновать.
4. По какой причине в камере сканирования должен поддерживаться высокий вакуум?(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
5. Назовите искажение, вносимое при низких и высоких ускоряющих напряжениях.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
6. Перечислите основные панели управления РЭМ Zeiss Ultra 55.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
7. Опишите идеальные условия сканирования.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
8. Расскажите о методах очистки образцов перед сканированием.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
9. Расскажите о влиянии астигматизма на получаемые изображения.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ♦ 3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ РАСТРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

1. Измерения. Наблюдения. Независимые наблюдения.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
2. Мера рассеяния. Математическое ожидание. Моменты первого и второго рода.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
3. Правила обработки многократных наблюдений.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
4. Порядок обработки результатов наблюдений.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
5. Коэффициент Стьюдента. Вычисление коэффициента Стьюдента.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
6. Оценка достоверности результатов испытаний.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
7. Оценка результатов измерительного контроля.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
8. Ошибки первого и второго рода.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
9. Формирование ошибок контроля.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ♦ 4. РЕНТГЕНСПЕКТРАЛЬНЫЙ МИКРОАНАЛИЗ

1. Возможно ли сканирование диэлектриков на рентгеноспектральном микроанализаторе?(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
2. В чем особенности сканирования?(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
3. По какой причине минимальное ускоряющее напряжение 15 кВ? Ответ обосновать.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
4. Какие режимы работы есть у рентгеноспектрального микроанализатора? В чем их принципиальные отличия?(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
5. Назовите искажение, вносимое высоким ускоряющим напряжением. Его влияние на рентгеноспектральный микроанализ.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
6. Функциональный состав Oxford INCA X-RAY.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
7. Опишите идеальные условия рентгеноспектральной микроскопии.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
8. Расскажите о методах очистки образцов перед сканированием.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
9. Каковы минимальные размеры площади поверхности для рентгеноспектрального микроанализа? От чего это зависит?(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
10. По какой причине нельзя проводить исследование биологических объектов?(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ♦ 5. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ РЕНТГЕНСПЕКТРАЛЬНОГО МИКРОАНАЛИЗА

1. Измерения. Наблюдения. Независимые наблюдения.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
2. Мера рассеяния. Математическое ожидание. Моменты первого и второго рода.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
3. Правила обработки многократных наблюдений.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
4. Порядок обработки результатов наблюдений.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
5. Коэффициент Стьюдента. Вычисление коэффициента Стьюдента.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
6. Оценка достоверности результатов испытаний.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
7. Оценка результатов измерительного контроля.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
8. Ошибки первого и второго рода.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
9. Формирование ошибок контроля.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

### 2. Дискуссия

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Темы для дискуссии:

1. Основные методы микроскопии. Изучение наноразмерных структур.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
2. Разработка и изучение наноструктурных материалов, наноразмерных объектов. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
3. Исследование свойств полученных наноструктур в различных условиях. Нанотехнологическая граница. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
4. Нульмерные / квазинульмерные (квантовые точки, сфероидные наночастицы). (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
5. Одномерные / квазиодномерные (квантовые проводники, нанотрубки). (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
6. Двухмерные / квазидвухмерные (тонкие пленки, поверхности разделов). (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

7. Трехмерные / квазитрехмерные (многослойные структуры с наноразмерными дислокациями, сверхрешетки, нанокластеры). (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
8. Структуры с дробной размерностью  $D$  (фракталы)  $1 < D < 2$  или  $2 < D < 3$  (гетероструктуры, квазирешетки из квантовых точек и квантовых ям). (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
9. Пространственные масштабы современных систем. Классификация консолидированных наноматериалов. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
10. Электроннозондовые методы исследования микроструктуры твердых тел, их локального состава и микрополей (электрических, магнитных и др.) с помощью электронных микроскопов (ЭМ). (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
11. Методики подготовки изучаемых объектов, обработки и анализа результирующей информации. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

### 3. Письменная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

1. Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ). (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
2. Растровый электронный микроскоп. Отражательный электронный микроскоп. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
3. Растровый просвечивающий электронный микроскоп. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
4. Фотоэмиссионный электронный микроскоп. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
5. Основы ПЭМ. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
6. Конструкция ПЭМ. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
7. Принципиальная оптическая схема ПЭМ. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
8. Схема получения электронномикроскопических препаратов (реплик). (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
9. Подготовка объектов для исследования и особые требования к ним. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
10. Формирование луча. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

### Зачет

Вопросы к зачету:

НАНОРАЗМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ

1. Общие сведения о наноразмерных структурах (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
  2. Особенности свойств наноструктур (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
  3. Применение наноструктур для создания элементов приборных устройств (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
- ВВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННУЮ МИКРОСКОПИЮ

4. Введение в основы электронной микроскопии (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
5. Существующие виды электронных микроскопов (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

ПРОСВЕЧИВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ

6. Основы просвечивающей электронной микроскопии (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
7. Конструкция просвечивающего электронного микроскопа (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
8. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
9. Формирование луча (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
10. Методы визуализации (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

11. Недостатки и ограничения, особенности применения ПЭМ (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

РАСТРОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ

12. Физические основы растровой электронной микроскопии (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
13. Устройство и работа растрового электронного микроскопа (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
14. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
15. Технические возможности растрового электронного микроскопа (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

ЗЕРКАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ

16. Физические основы зеркальной электронной микроскопии (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
17. Конструкция зеркального электронного микроскопа (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
18. Виды отображения результатов (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
19. Разрешение и чувствительность (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

20. Применение ЗЭМ (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

РЕНТГЕНСПЕКТРАЛЬНЫЙ МИКРОАНАЛИЗ

21. Физические основы рентгеноспектрального микроанализа (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
22. Устройство и работа рентгеноспектрального микроанализатора (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
23. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
24. Технические возможности рентгеноспектрального микроанализатора (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
25. Области применения рентгеноспектрального микроанализатора (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ РЕНТГЕНСПЕКТРАЛЬНОГО МИКРОАНАЛИЗА

26. Измерения. Наблюдения. Независимые наблюдения. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
27. Мера рассеяния. Математическое ожидание. Моменты первого и второго рода. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
28. Правила обработки многократных наблюдений. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
29. Порядок обработки результатов наблюдений. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
30. Коэффициент Стьюдента. Вычисление коэффициента Стьюдента. (ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

31. Оценка достоверности результатов испытаний.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
32. Оценка результатов измерительного контроля.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
33. Ошибки первого и второго рода.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)
34. Формирование ошибок контроля.(ОПК-1, ПК-1, ПК-8)

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	30
Дискуссия	На занятии преподаватель формулирует проблему, не имеющую однозначного решения. Обучающиеся предлагают решения, формулируют свою позицию, задают друг другу вопросы, выдвигают аргументы и контраргументы в режиме дискуссии. Оцениваются владение материалом, способность генерировать свои идеи и давать обоснованную оценку чужим идеям, задавать вопросы и отвечать на вопросы, работать в группе, придерживаться этики ведения дискуссии.	2	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Coursera - - <https://www.coursera.org/>

MIT OpenCourseWare - - <https://ocw.mit.edu/>

OpenEDX - - <http://open.edx.org/>

Национальный Открытый Университет ИНТУИТ - - <https://intuit.ru/>

Портал Современная цифровая образовательная среда в РФ - - <https://online.edu.ru>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на термины, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью разрешения неясных моментов. Возможно проведение лекционных занятий с применением дистанционных технологий в обучении. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся изучают теоретический лекционный материал на следующих платформах и ресурсах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в команде "Microsoft Teams";</li> <li>- в Виртуальной аудитории.◆</li> </ul>
практические занятия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На первом занятии студентам предлагается литература и материалы в электронном виде для последующего проведения практических занятий и самостоятельной работы.</li> <li>2. На последующих занятиях студенты решают задачи по представленным темам.</li> <li>3. Активность студентов поощряется преподавателям баллами.</li> <li>4. Суммарный бал, который выставляется студенту за проведение практических занятий, складывается из баллов, выставленных за посещение занятий и активное участие студентов в проведении занятий.</li> <li>5. Возможно проведение практических занятий с применением дистанционных технологий в обучении. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания практических занятий на следующих платформах и ресурсах:</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в команде "Microsoft Teams";</li> <li>- в Виртуальной аудитории.◆</li> </ul>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>1. На первом занятии студенты распределяются в бригады по 2-3 человека для выполнения лабораторных работ, и им определяется перечень выполняемых работ из представленного выше (4.2) списка.</p> <p>2. Перед выполнением лабораторной работы студенты должны изучить методические указания к полученным лабораторным работам для грамотного их выполнения</p> <p>3. Непосредственно перед выполнением лабораторной работы студенты проходят опрос по выяснению степени их подготовленности к выполнению лабораторной работы с последующим допуском.</p> <p>4. В случае допуска студенты, используя методические указания, должны выполнить представленную лабораторную работу и показать преподавателю полученные экспериментальные данные.</p> <p>5. Следующий этап - написание отчета по данной лабораторной работе.</p> <p>6. В дальнейшем данный отчет представить преподавателю и защитить.</p> <p>7. В зависимости от знаний студента преподаватель выставляет балл за данную работу.</p> <p>8. Возможна защита лабораторных работ в режиме онлайн или сдача отчета без защиты через размещение на платформе обучения с применением дистанционных технологий в обучении. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:  - в команде "Microsoft Teams";  - в Виртуальной аудитории. ♦</p>
самостоятельная работа	<p>Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся изучают теоретический лекционный материал на следующих платформах и ресурсах:  - в команде "Microsoft Teams";  - в Виртуальной аудитории. ♦</p>
письменная работа	<p>Методические рекомендации к письменному заданию.</p> <p>Задание выполняется чернилами, разборчивым почерком в отдельной школьной тетради. Если почерк мелкий, неразборчивый (непонятный), то следует писать чертёжным шрифтом.</p> <p>Условия задач в домашнем задании приводятся полностью. Для замечаний преподавателя на страницах тетради нужно оставлять поля. Каждую задачу следует начинать с отдельного листа. Решения задач должны сопровождаться краткими, но исчерпывающими объяснениями хода решения.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий возможна сдача выполненного письменного задания через размещение на следующих платформах и ресурсах:  - в команде "Microsoft Teams";  - в Виртуальной аудитории. ♦</p>
дискуссия	<p>Основные методы микроскопии. Изучение наноразмерных структур. Разработка и изучение наноструктурных материалов, наноразмерных объектов. Исследование свойств полученных наноструктур в различных условиях. Нанотехнологическая граница.</p> <p>Нульмерные / квазиульмерные (квантовые точки, сфероидные наночастицы). Одномерные / квазиодномерные (квантовые проводники, нанотрубки). Двухмерные / квазидвухмерные (тонкие пленки, поверхности разделов). Трехмерные / квазитрехмерные (многослойные структуры с наноразмерными дислокациями, сверхрешетки, нанокластеры). Структуры с дробной размерностью <math>D</math> (фракталы) <math>1 &lt; D &lt; 2</math> или <math>2 &lt; D &lt; 3</math> (гетероструктуры, квазирешетки из квантовых точек и квантовых ям). Пространственные масштабы современных систем. Классификация консолидированных наноматериалов.</p> <p>Электроннозондовые методы исследования микроструктуры твердых тел, их локального состава и микрополей (электрических, магнитных и др.) с помощью электронных микроскопов (ЭМ). Методики подготовки изучаемых объектов, обработки и анализа результирующей информации. Основные понятия.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ознакомиться с перечнем вопросов для зачета.</li> <li>2. Внимательно прочитать и осмыслить рекомендованную литературу, конспект лекций. Выучить все формулы по пройденным темам.</li> <li>3. Зачет по ЭМ проходит в письменной форме и должен содержать: <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение основных величин (в аналитической и текстовой форме);</li> <li>- для векторных величин должны быть определены как модуль, так и направление;</li> <li>- формулировку основных законов физики (в аналитической и текстовой форме); при этом необходимо дать определение физических величин, входящих в формулировку закона; рисунок, поясняющий ответ на вопрос.</li> </ul> </li> <li>4. Решение задач сначала следует осуществить в общем виде (в буквенных обозначениях), получить расчетную формулу и затем произвести численный расчет в единицах СИ.</li> <li>5. Возможна сдача зачета по тестам с применением дистанционных технологий в обучении в команде "Microsoft Teams". ♦</li> </ol>

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.02 "Наноинженерия"

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

#### Основная литература:

1. Савельев И. В. Курс общей физики = A Course in general physics : в 3-х томах / И. В. Савельев. - 11-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - Т. 1 : Механика. Молекулярная физика. - 432 с : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Гриф НМС. - В пер. - ISBN 978-5-8114-0630-2. - Текст : непосредственный. (100 экз.)
2. Савельев И. В. Курс общей физики. Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - 10-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2008. - 496 с.: ил. - (Учебники для вузов. Спец. лит.). - ISBN 978-5-8114-0631-9. - Текст : непосредственный. (31 экз.)
3. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 3, Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебник для вузов: в 3 т. / И. В. Савельев. - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-0632-6. - ISBN 978-5-8114-0629-6. - Текст : непосредственный. (98 экз.)
4. Хавруняк В.Г. Курс физики : учебное пособие / В.Г. Хавруняк. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 400 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006395-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/375844>. - Текст : электронный.
5. Демидченко В.И. Физика : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 581 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010079-1 (print) ; ISBN 978-5-16-101800-2 (online). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/469821>. - Текст : электронный.

#### Дополнительная литература:

1. Кузнецов С. И. Курс физики с примерами решения задач. 'Физика конденсированного состояния': учебное пособие / С. И. Кузнецов, Н. А. Тимченко. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 47 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/417650>. - Текст : электронный.
2. Канн К. Б. Курс общей физики: учебное пособие / К.Б. Канн. - Москва : КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 360 с. - ISBN 978-5-905554-47-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/443435>. - Текст : электронный.
3. Врублевская Г. В. Физика. Практикум : учебное пособие / Г.В. Врублевская, И.А. Гончаренко, А.В. Ильюшонок [и др.]. - Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2012. - 286 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-985-475-487-1 (Новое знание); ISBN 978-5-16-005340-0 (ИНФРА-М). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/252334>. - Текст : электронный.
4. Драбович К. Н. Физика. Практический курс для поступающих в университеты : учебное пособие / К. Н. Драбович, В. А. Макаров, С. С. Чесноков. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 544 с. - ISBN 978-5-9221-0652-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2140>. - Текст : электронный.
5. Ильюшонок А. В. Физика : учебное пособие / А.В. Ильюшонок [и др.]. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 600 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-985-475-548-9 (Новое знание) ; ISBN 978-5-16-006556-4 (ИНФРА-М). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/397226>. - Текст : электронный.
6. Пинский А.А. Физика : учебник / А.А. Пинский, Г.Ю. Граковский ; под общ. ред. Ю.И. Дика, Н.С. Пурышевой. - 3-е изд., испр. - Москва : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2013. - 560 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-91134-616-4 (ФОРУМ) ; ISBN 978-5-16-006607-3 (ИНФРА-М). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/375867>. - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.6 Электронная микроскопия

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.