

Федеральное агентство научных организаций

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Пермский федеральный исследовательский центр  
Уральского отделения  
Российской академии наук

Принято на заседании  
Объединенного ученого совета  
ПФИЦ УрО РАН  
Протокол № 6/18  
«28» сентября 2018 г.



Утверждено  
Директор ПФИЦ УрО РАН  
Чл. корр. РАН А.А. Барях  
«28» сентября 2018 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Динамика магнитных жидкостей»**  
(наименование дисциплины по учебному плану)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Направление 01.06.01 «Математика и механика»  
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 1 Семестр(ы): 1, 2

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

**Виды контроля:**

Экзамен: - нет    Зачёт: **2**    Курсовой проект: - нет    Курсовая работа: - нет

Рабочая программа дисциплины Динамика магнитных жидкостей разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «30» июля 2014 г. номер приказа «866» по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- компетентностной модели выпускника ООП по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Механика жидкости, газа и плазмы», утверждённой «28» сентября 2018 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Механика жидкости, газа и плазмы», утверждённой «28» сентября 2018 г.

Рабочая программа согласована с рабочей программой дисциплины

1. Гидродинамика неньютоновских жидкостей
2. Современные экспериментальные методы

участвующей в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик	<u>к.ф.-м.н. <i>Доценко</i></u> (учёная степень, звание)	<u><i>[подпись]</i></u> (подпись)	<u>Иванов А.С.</u> (инициалы, фамилия)
Рецензент:	<u>д.ф.-м.н., профессор</u> (учёная степень, звание)	<u><i>[подпись]</i></u> (подпись)	<u>Райхер Ю.Л.</u> (инициалы, фамилия)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цель учебной дисциплины

Дисциплина «Динамика магнитных жидкостей» является частью подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации. Курс предназначен для формирования системы знаний и основных понятий по современным разделам механики магнитных жидкостей (нанодисперстных магнитных суспензий). Отличительной особенностью магнитных жидкостей является уникальное сочетание текучести с высокой магнитной проницаемостью, что позволяет управлять их свойствами с помощью магнитного поля. В настоящее время магнитные жидкости широко используются в высокотехнологичных механизмах и устройствах, использующихся в аэрокосмической технике, производстве высокочистых материалов, аудиотехнике, сепарации цветных металлов, при производстве шахтного оборудования и пр. Наука о магнитных жидкостях находится на стыке механики, коллоидной химии и физики магнитных явлений.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант расширяет и углубляет следующие компетенции:

- ПК-1 (способность проводить научные исследования в области механики жидкости и газа, ставить и решать конкретные фундаментальные и прикладные задачи механики жидкости и газа);
- ПК-3 (способность планировать, проводить и анализировать результаты экспериментальных исследований ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

#### **знать**

- физико-химические свойства магнитных жидкостей;
- общие принципы решения исследовательских и практических задач, связанных с использованием магнитных жидкостей, в том числе в междисциплинарных областях.

#### **уметь**

- ставить задачу и планировать последовательность работ при изучении динамики магнитных жидкостей;
- планировать проведение экспериментов, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные.

#### **владеть**

- методами формализации задач и анализа имеющейся информации (результатов механических и физических экспериментов);
- практическими навыками и знаниями использования результатов современных исследований в данной области.

**1.2. Задачами** учебной дисциплины являются овладение методами и приемами постановки и решения методикой гранулометрического анализа, а также изучение:

- основных приемов и методов решения задач по динамике магнитных жидкостей, основных проблем, связанных с применением магнитных жидкостей;
- фундаментальных и прикладных проблем, разрабатываемых в настоящее время в мировой науке и открывающих новые возможности для практического использования магнитных жидкостей;
- адекватных качественных формулировок и физически обоснованных соотношений, описывающих поведение магнитных жидкостей во внешних полях;

### 1.3. Предметами освоения дисциплины являются:

- коллоидные растворы;
- основные магнитные величины и единицы измерения;
- законы намагничивания разбавленных и концентрированных растворов;

- динамика намагничивания;
- эффекты, связанные с межчастичными взаимодействиями;
- уравнения для пондеромоторных сил и магнитного скачка давлений на межфазной границе;
- уравнение движения и уравнение Бернулли для магнитной жидкости;
- условия существования термомагнитной конвекции;
- уравнение массопереноса в магнитной жидкости, включая магнитофорез, седиментацию и диффузию коллоидных частиц.

#### 1.4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Динамика магнитных жидкостей» Б1.В.ДВ2.2 входит в Блок 1 и относится к циклу дисциплин по выбору вариативной части Модуля 2 образовательной программы по направлению подготовки: 01.06.01 – «Математика и механика», направленность 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

#### Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по высшей математике, уравнениям математической физики, вариационному исчислению, общей физике в объеме программы высшего профессионального образования. Считается, что аспиранты знакомы с уравнениями движения вязкой жидкости, уравнениями тепло- и массопереноса в жидких средах и основными уравнениями электродинамики сплошных сред.

#### Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы при работе над диссертацией и при её написании по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

## 2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-1, ПК-3.

### 2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

<b>Код ПК-1</b>	<b>Формулировка компетенции</b>
	Способность проводить научные исследования в области механики жидкости и газа, ставить и решать конкретные фундаментальные и прикладные задачи механики жидкости и газа
<b>Код ПК-1. Б1.В.ДВ2.2</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b>
	Способность проведения научных исследований в области динамики магнитных жидкостей, ставить и решать конкретные фундаментальные и прикладные задачи динамики магнитных жидкостей.

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>В результате освоения компетенции аспирант:</b> <b>Знает:</b> - современные достижения, методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики жидкости и газа (основные уравнения движения жидкости и газа и методы их решения) (3 ПК-1);	Лекции, самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.

<b>Умеет:</b> - ставить задачу в области механики жидкости и газа и применять современные методы её анализа (У ПК-1).	Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях
--	---	---

## 2.2. Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

<b>Код ПК-3</b>	<b>Формулировка компетенции</b> Способность планировать, проводить и анализировать результаты экспериментальных исследований ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей
<b>Код ПК-3. Б1.В.ДВ2.2</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> Способность планировать, проводить и анализировать результаты экспериментальных исследований физических свойств и динамики магнитных жидкостей.

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>В результате освоения компетенции аспирант:</b> <b>Знает:</b> - Современные методы, приемы планирования эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных по изучению поведения жидких и газообразных сред, современное состояние экспериментальных возможностей в области исследования задач механики жидкости и газа (З ПК-3);	Лекции, самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.
<b>Умеет:</b> - планировать проведение экспериментов, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные по изучению поведения жидких и газообразных сред (У ПК-3).	Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета, ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
1	2	3		4
		1й	2й	
1	<b>Аудиторная работа</b>	<b>14</b>	-	<b>14</b>
	- лекции (Л)	14	-	14
	- практические занятия (ПЗ)	2	-	2
2	<b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>	-	-	-
3	<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>36</b>	<b>52</b>	<b>90</b>
	- изучение теоретического материала	36	52	90
4	<b>Итоговая аттестация по дисциплине: Зачёт</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
5	<b>Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)</b>	<b>54 1,5</b>	<b>54 1,5</b>	<b>108 3</b>

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1 Модульный тематический план

Тематический план по модулям учебной дисциплины

Но- мер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плины	Номер темы дисци- плины	Количество часов (очная форма обучения)							Трудоём- кость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа					итого- вая ат- теста- ция	само- стоя- тель- ная ра- бота		
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение	1	1	-	-	-	-	-	-	<b>1</b>
		1	3	3	-	-	-	-	-	14	<b>17</b>
		2	3	1	2	-	-	-	-	15	<b>18</b>
		3	3	3	-	-	-	-	-	19	<b>22</b>
		4	2	2	-	-	-	-	-	11	<b>13</b>
		5	2	2	-	-	-	-	-	12	<b>14</b>
		6	2	2	-	-	-	-	-	17	<b>19</b>
<b>Итого по модулю:</b>			<b>16</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	-	-	-	<b>88</b>	<b>104</b>	
<b>Итоговая аттестация</b>								<b>4</b>		<b>4</b>	
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>14</b>	<b>2</b>			<b>4</b>	<b>88</b>	<b>108/3</b>	

#### 4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

##### Введение.

Л – 1 ч.

Организация учебного процесса. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.

**Раздел 1.**

Л – 13 ч., СР – 90 ч.

Тема 1. Общее представление о магнитных жидкостях. Коллоидные растворы и суспензии. Основные свойства и применение магнитных жидкостей (уплотнения и громкоговорители, магнитная сепарация, магнитожидкостный акселерометр, термомагнитный насос, гипертермия опухолей). Основные магнитные величины и соотношения между ними. Единицы измерения в системах СИ и СГС. Размагничивающий фактор, его роль в технике магнитных измерений. Силы Ван-дер-Ваальса. Стабилизация коллоидных растворов.

Тема 2. Взаимодействие магнитной жидкости с внешним полем. Равновесная намагниченность разбавленных растворов и ее асимптотики для монодисперсного ферроколлоида. Полидисперсность магнитных жидкостей и ее учет в теории Ланжевена.

Практическое занятие: Магнито-гранулометрический анализ разбавленных ферроколлоидов. Расчет равновесной намагниченности разбавленных магнитных жидкостей.

Тема 3. Массоперенос в магнитных жидкостях. Диффузия коллоидных частиц. Уравнение диффузии. Формула Эйнштейна для коэффициента диффузии коллоидных частиц. Оценки для коллоидов магнетита. Магнитофорез. Уравнение массопереноса для магнитной жидкости. Равновесное распределение магнитных частиц в разбавленном растворе.

Тема 4. Межчастичные взаимодействия. Магнитное поле однородно намагниченного шара (коллоидной частицы). Энергия диполь-дипольных межчастичных взаимодействий. Параметр агрегирования. Проблема учета диполь-дипольных межчастичных взаимодействий. Модель Вейсса эффективного поля. Модифицированная модель эффективного поля. Учет межчастичных взаимодействий в гранулометрическом анализе.

Тема 5. Квазиравновесная феррогидродинамика. Уравнение движения магнитной жидкости. Уравнение Бернулли для магнитной жидкости. Силы, действующие на тело, погруженное в магнитную жидкость. Магнитный скачок давления на межфазной границе. Термомагнитная конвекция и термомагнитный насос.

Тема 6. Переходные процессы в магнитных жидкостях. Релаксационное уравнение для намагниченности. Примеры релаксационных процессов. Динамическая восприимчивость монодисперсного ферроколлоида (формулы Дебая). Эффективная вязкость магнитной жидкости во внешнем поле. Ротационный эффект.

**4.3 Перечень тем практических занятий**

ПЗ – 2 ч.

Практические занятия по дисциплине предназначены для закрепления знаний, полученных в лекционном курсе, и приобретению навыков использования этих знаний на практике.

В частности, аспирантам предлагается определить дисперсный состав коллоидных частиц для феррожидкостей различной концентрации на основе кривой намагничивания. Провести анализ результатов, полученных с помощью различных теоретических моделей. Вести корректировку данных с учетом диполь-дипольных взаимодействий в концентрированных феррожидкостях.

**4.4 Перечень тем лабораторных работ**

Лабораторные работы не предусмотрены.

**4.5 Содержание самостоятельной работы аспирантов**

Самостоятельная работа аспирантов заключается в чтении рекомендуемой литературы и в применении усвоенного аппарата при работе над диссертацией.

#### 4.6. Участие в научных мероприятиях различного уровня

№ п/п	Полное название мероприятия
1	Пермский гидродинамический семинар, научный семинар «ИМСС УрО РАН»
2	Зимняя школа по механике сплошных сред, г. Пермь, «ИМСС УрО РАН» (каждые два года)
3	Всероссийская конференция молодых ученых «Математическое моделирование в естественных науках», г. Пермь, ПНИПУ (ежегодная)
4	Всероссийская конференция молодых ученых «Неравновесные процессы в сплошных средах», г. Пермь, ПГНИУ (ежегодная)
5	Плесская конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям (с периодичностью два года)
6	Участие в Российских и международных конференциях различного уровня
7	Участие в проектах РФФИ, РНФ (индивидуально)

### 5. Методические указания по изучению дисциплины

#### Аспирантам

Изучение учебной дисциплины должно проводиться систематически. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

При самостоятельной научно-исследовательской работе проводить знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект и т.д.; составлять аннотации к прочитанным литературным источникам; писать разделы глав научно-исследовательской работы; проводить самоконтроль освоения программного материала.

Необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

#### Преподавателям

Преподавателю необходимо систематически контролировать результаты самостоятельной работы и учитывать их при аттестации студента. При проведении аттестации студентов важно помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний. Проверка, контроль и оценка знаний студента требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

### 6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов согласно основной профессиональной образовательной программы.

В ходе аудиторной работы преподаватель ведет диалог с аспирантами, задает вопросы, нацеленные на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического

мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом преобладает активность аспирантов в процессе обучения, преподаватель же направляет деятельность аспирантов на достижение целей занятия.

## 7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

## 8. Управление и контроль освоения компетенций

### 8.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме:

- устного опроса.

### 8.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный и промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме:

- устного опроса.

### 8.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

#### 1) Зачёт

Условия проставления зачёта по дисциплине:

- зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого аттестационного испытания по билетам и контроля самостоятельной работы.

#### 2) Экзамен

Не предусмотрен.

### 8.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины	Вид контроля			
	ТК	ПК	ЛР	Зачёт
<b>В результате освоения компетенции аспирант:</b> <b>Знает:</b>				
- современные достижения, методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики жидкости и газа (основные уравнения движения жидкости и газа и методы их решения) (3 ПК-1);	+	+		
- современные методы, приемы планирования эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных по изучению поведения жидких и газообразных сред, современное состояние экспериментальных	+	+		

возможностей в области исследования задач механики жидкости и газа ( <b>3 ПК-3</b> );				
<b>Умеет:</b>				
- ставить задачу в области механики жидкости и газа и применять современные методы её анализа ( <b>У ПК-1</b> );				+
- планировать проведение экспериментов, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные по изучению поведения жидких и газообразных сред ( <b>У ПК-3</b> ).				+

ТК – текущий контроль в форме устного опроса по темам (контроль знаний по теме);

ПК – промежуточный контроль в форме устного опроса по модулю (контроль знаний по теме);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка умений и навыков).

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред М.: Физматлит, 2005, 656. Учебник	1
2	Розенцвейг Р. Феррогидродинамика. М."Мир". 1989, 357. Монография	1
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Берковский Б.М. и др. Магнитные жидкости. М. "Химия", 1989.	1
2	Шлиомис М.И. Магнитные жидкости. УФН, 1974, т. 112, с. 427-457. <a href="https://ufn.ru/ru/articles/1974/3/b/">https://ufn.ru/ru/articles/1974/3/b/</a>	0
3	Pshenichnikov A.F., Elfimova E.A., Ivanov A.O. Magnetophoresis, sedimentation and diffusion of particles in concentrated magnetic fluids . J. Chem. Phys. 2011. Vol. 134. 184508. <a href="https://science.urfu.ru/ru/publications/magnetophoresis-sedimentation-and-diffusion-of-particles-in-conce">https://science.urfu.ru/ru/publications/magnetophoresis-sedimentation-and-diffusion-of-particles-in-conce</a> <a href="https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.3586806">https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.3586806</a>	0
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Журнал «Вычислительная механика сплошных сред» <a href="http://www2.icmm.ru/journal/cont.htm">http://www2.icmm.ru/journal/cont.htm</a>	
2	Журнал «Известия РАН. Механика твердого тела», <a href="http://mtt.ipmnet.ru/ru">http://mtt.ipmnet.ru/ru</a>	
3	Журнал «Известия РАН. Механика жидкости и газа» <a href="http://mzg.ipmnet.ru/ru">http://mzg.ipmnet.ru/ru</a>	
4	Вестник ПНИПУ. «Механика» журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, с 2012 г. <a href="http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/">http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/</a>	

5	Вестник ПГНИУ. «Физика» журнал / Пермский государственный национальный исследовательский университет; Под ред. В. А. Дёмина. - Пермь: Изд-во ПГНИУ, с 2016 г. <a href="http://press.psu.ru/index.php/phys/index">http://press.psu.ru/index.php/phys/index</a>	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
<b>2.4 Официальные издания</b>		
<b>2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы</b>		
1	Электронная библиотека диссертаций РГБ <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a>	
2	Научная электронная библиотека РИНЦ (Elibrary) <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	
3	Научная электронная библиотека ScienceDirect <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>	
4	Научная электронная библиотека SpringerLink <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>	
5	Научная электронная библиотека Elsevier <a href="https://www.elsevier.com">https://www.elsevier.com</a>	
6	Полнотекстовая мультидисциплинарная база данных диссертаций ProQuest Dissertations & Theses Global <a href="http://proquest.com/pqdtglobal/dissertations">http://proquest.com/pqdtglobal/dissertations</a>	
7	Университетская информационная система Россия <a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a>	
8	Университетские библиотеки г. Перми <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> <a href="http://pspu.ru/university/biblioteka/jelektronnye-resursy-biblioteki">http://pspu.ru/university/biblioteka/jelektronnye-resursy-biblioteki</a> <a href="https://perm.hse.ru/library/">https://perm.hse.ru/library/</a> <a href="http://biblioteki.perm.ru/main/index.html?id=34">http://biblioteki.perm.ru/main/index.html?id=34</a>	
9	Наукометрическая и реферативная база данных Scopus <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	
10	Электронная база данных Web of Science <a href="http://apps.webofknowledge.com">http://apps.webofknowledge.com</a>	
11	Национальная электронная библиотека <a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a>	

### 10. Материально-техническое обеспечение, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

№ п.п.	Помещения		
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории
1	2	3	4
1.	Лекционная мультимедийная аудитория	БОН	ауд.203
2.	Лекционная мультимедийная аудитория	«ИМСС УрО РАН», корп. Б	ауд.233

