

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт естественных наук и математики
Физико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
А.В. Германенко
« 20 » г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры Медицинская физика	Код ПА 1.3.21.
Группа специальностей Физические науки	Код 1.3.
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение
1	Анцыгин Игорь Николаевич	К.ф.м.н., доцент	Доцент	Кафедра экспериментальной физики Физико-технологического института
2	Бабушкин Алексей Николаевич	Д.ф.-м.н., профессор	Профессор	Кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем Института естественных наук и математики
3	Иванов Владимир Юрьевич	К.ф.-м.н., доцент	Зав. кафедрой	Кафедра экспериментальной физики Физико-технологического института
4	Панфилов Петр Евгеньевич	Д.ф.-м.н.	профессор	Кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем Института естественных наук и математики
5	Русских Ольга Владимировна	К.х.н.	Старший научный сотрудник	Отдел химического материаловедения НИИ физики и прикладной математики Института естественных наук и математики

Рекомендовано:

Учебно-методическим советом института естественных наук и математики

Председатель учебно-методического совета ИЕНиМ
Протокол № 6 от 26.09.2022 г.


Е.С. Буянова

Учебно-методическим советом физико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ФТИ
Протокол № 1 от 09.09.2022 г.


С.В. Никифоров

Согласовано:

Начальник ОПНПК


Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «*Медицинская физика*» является базовой. Рассматриваются физические методы, наиболее широко используемые в биологии и медицине для решения исследовательских и диагностических задач. Цель - продемонстрировать слушателям, как и где известные физические методы применяются на практике в биологии и медицине. Актуальность дисциплины определяется развитием экспериментальной биологии и медицины, связанным, прежде всего, с появлением высокотехнологичных методов исследований и диагностики, созданием физико-математических моделей взаимодействия ионизирующих и неионизирующих излучений и полей, акустических колебаний, с биологическими тканями и средами в норме и при патологиях; использованием цифровых технологий, искусственного интеллекта и нейронных сетей в медицинской практике; применением физических методов и подходов в медицинской практике, включая исследования и разработку новых методик в сфере создания гибридных материалов и технологий для биомедицинских приложений и т.д.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании научно-квалификационной работы по специальности 1.3.21. – «Медицинская физика».

1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- физические свойства, явления и процессы в металлах и их сплавах, неорганических и органических соединениях, диэлектриках, как в твердом, так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления;
- особенности протекания физико-химических процессов в живых тканях;
- особенности применения физических методов при медико-биологических исследованиях;
- этические и юридические принципы при применении новейших медико-биологических технологий.

Уметь:

- использовать цифровые технологии, искусственный интеллект, нейронные сети при исследовании живых систем;
- развивать экспериментальные методы изучения физических свойств и физические основы методов и технологий исследования живых систем.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками работы с научной литературой и базами данных с целью определения направления исследования и решения специализированных задач;
- навыками научной коммуникации;
- экспериментальными и теоретическими методами физических исследований применительно к живым системам, включая исследования и разработку новых подходов в области создания материалов и технологий для биомедицинских приложений

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	1	104
5.	Промежуточная аттестация	Экзамен	1	Экзамен, 18
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	5	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Задачи физических методов исследований, применяемых в биологии и медицине <i>Самостоятельная работа аспиранта, 8 часов.</i>	. Краткая история появления и развития некоторых современных методов. Понятие инвазивного и неинвазивного метода. Классификация физических методов, применяемых в биологии и медицине: - по используемому физическому явлению; - по объекту исследования; - по типу обработки; - по решаемым задачам (исследование, диагностика, лечение).
P2	Микроскопия при исследовании структуры органов и тканей <i>Самостоятельная работа аспиранта, 8 часов.</i>	Оптическая микроскопия. Применение оптических микроскопов в клинической практике. Особенности режимов «на просвет» и «на отражение». Приготовление образцов для исследований на оптических микроскопах. Основы цифровой обработки изображений и статистического анализа результатов наблюдений. Исследование биологических жидкостей. Исследование морфологии мягких и твердых биологических тканей. Использование просвечивающей электронной микроскопии и сканирующей электронной микроскопии при изучении биологических тканей. Приготовление образцов для исследований. Исследование структуры тканей организмов на микро- и нано- масштабах. Использование рентгеновских методов для изучения строения живых организмов. Меры безопасности и предосторожности.

<p>Р3</p>	<p>Исследование функции органов и тканей <i>Лекции 2 часа;</i> <i>самостоятельная работа аспиранта, 10 часов.</i></p>	<p>Изучение механических свойств тканей живых организмов. Методы механических испытаний, используемых в биомедицинском материаловедении.</p> <p>Принципы разработки тканеэквивалентных ресторативных материалов для медицинских приложений. Принципы постановки экспериментов по исследованию биологической подвижности. Активные и пассивные свойства биополимеров. Эффект Доплера и измерение скорости движения крови и органов. Точность измерения скорости.</p> <p>Биоэлектрика. Причины появления электрических процессов в различных биологических тканях. Распространение возбуждения. Методы электрографии. Виды регистрируемых сигналов и их параметры. Помехи. Задачи, стоящие перед устройством первичной обработки. Алгоритмы фильтрации помех. Вторичная обработка наблюдаемых сигналов. Использование методов по распознаванию образов.</p>
<p>Р4</p>	<p>Использование физических методов для лечения. <i>Самостоятельная работа аспиранта, 9 часов.</i></p>	<p>Гальванизация и электрофорез. Ультразвук. Лучевая терапия. Лазеры. Магнитотерапия. Искусственная электрокардиостимуляция. Дефибрилятор. Токи УВЧ.</p>
<p>Р5</p>	<p>Особенности распространения ультразвука в живых средах. <i>Самостоятельная работа аспиранта, 8 часов.</i></p>	<p>Задачи, решаемые с применением ультразвука. Формирование сигнала. Измерение линейных размеров. Разрешающая способность по линейной координате. Измерение угловых координат. Разрешающая способность по углу.</p>
<p>Р6</p>	<p>Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом и их биологическое действие <i>Самостоятельная работа аспиранта, 8 часов.</i></p>	<p>Особенности воздействия ионизирующего излучения на вещество на разных уровнях. Молекулярный уровень (физические процессы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом), клеточный уровень (нарушение биохимии и морфологии клетки, её генетического аппарата), уровень целостного организма (морфологические и функциональные изменения органов и систем). Радиочувствительность тканей.</p>
<p>Р7</p>	<p>Атомные и ядерно-физические методы диагностических исследований и воздействий <i>Лекции 2 часа;</i> <i>самостоятельная работа аспиранта, 10 часов.</i></p>	<p>Методы исследования биообъекта, связанные с использованием рентгеновского и гамма-излучения. Общие сведения о фотонном излучении X и гамма диапазона. Источники рентгеновского и гамма излучения. Способы регистрации X и гамма излучения. Диагностические исследования с помощью X и гамма излучения. Структурные схемы диагностического оборудования (рентгеновские аппараты, рентгеновские томографы). Методы исследования биообъекта, связанные с использованием радионуклидов: Общие сведения об изотопных методах. Способы получения радиоизотопов, радиофармпрепаратов. Радионуклидные методики диагностических</p>

		исследований
Р8	Применение ядерного магнитного резонанса для исследования живых систем <i>Самостоятельная работа аспиранта, 8 часов.</i>	Спектры ЯМР жидкостей и твердых тел. Связь времен релаксаций с шириной линии спектра. Импульсные методы наблюдения ЯМР. Фурье спектроскопия. Двухмерная Фурье спектроскопия. ЯМР интроскопия. Связь методов интроскопии и спектроскопии. Преимущества ЯМР интроскопии. ЯМР томография. Способы формирования изображения.
Р9	Позитронно-эмиссионная томография <i>Самостоятельная работа аспиранта, 8 часов.</i>	Позитронно-эмиссионная интроскопия Общие характеристики гамма-излучения Взаимодействие гамма-излучения с веществом Физические основы метода и этапы исследования Радиоизотопы для ПЭТ. Показания и противопоказания к ПЭТ.
Р10	Ядерно-физические методы лечебных воздействий <i>Самостоятельная работа аспиранта, 9 часов.</i>	Влияние жесткого фотонного облучения, воздействия потоком заряженных частиц и нейтронов на биоткань. Дозовые нагрузки. Источники α -, β -, электронного, протонного, нейтронного излучений. Терапевтические методы и оборудование: X и гамма терапия . Электронная терапия . Нейтронная терапия .Радионуклидная терапия

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

Не предусмотрено.

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

3.2.2. Примерная тематика *индивидуальных* или групповых проектов

Не предусмотрено

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Механизмы внутреннего трения (вязкости) в газах, жидкостях, твердых телах. Теплопроводность в газах, жидкостях, твердых телах. Зависимость от температуры.
2. Точечные дефекты. Вакансии. Межузельные атомы. Механизмы образования и движения точечных дефектов. Влияние точечных дефектов на свойства кристаллов.
3. Линейные дефекты. Ось дислокации. Вектор Бюргерса дислокации. Энергия дислокации. Упругие поля дислокации. Структура ядра дислокации. Частичные дислокации. Дефекты упаковки. Движение дислокаций. Размножение дислокаций.
4. Экспериментальные методы изучения дислокаций: оптическая микроскопия, рентгеновская топография, просвечивающая электронная микроскопия, автоионная микроскопия.
5. Влияние дислокации на физические свойства кристаллов (механические, электрические, оптические, тепловые).
6. Магнитные свойства вещества. Вектор намагниченности. Молекулярные токи. Диа-, пара- и ферромагнетики. Природа диамагнетизма.
7. Резонансные методы исследования веществ (ЭПР, ЯМР и др.).
8. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первое начало термодинамики. Изопрцессы и газовые законы на примере идеального газа и газа Ван дер Ваальса. Применение первого
9. начала термодинамики к изопрцессам в идеальном газе.
10. Циклические процессы, тепловая и холодильная машины. Обратимые и необратимые процессы Второе начало термодинамики. Энтропия. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов.
11. Диаграммы состояния. Типы фазовых диаграмм. Диаграммы состояния, базовый и структурный состав твердых тел.
12. Диффузия. Законы диффузии Фика.
13. Действие ионизирующего излучения на биологические объекты и системы. Механизмы поглощения рентгеновских и гамма-излучений, нейтронов, заряженных частиц биологическими объектами. Экспозиционные и поглощенные дозы излучений.
14. Физическая кинетика. Явления переноса: диффузия, вязкость и теплопроводность.
15. Внешние электрические поля тканей и органов. Потенциал электрического поля токового униполя. Дипольный эквивалентный электрический генератор сердца. Теория отведений Эйнтховена, генез электрокардиограмм. Электроэнцефалография.
16. Электрические свойства тканей организма. Электропроводность тканей организма для постоянного тока. Закон Ома для электролитов, подвижность ионов. Природа емкостных свойств тканей организма. Импеданс тканей, эквивалентные схемы.
17. Оценка жизнеспособности и патологических изменений тканей и органов по частотной зависимости импеданса и углу сдвига фаз между током и напряжением. Диэлектрическая проницаемость биологических тканей. Дисперсия электрических свойств тканей организма. Действие неионизирующего и излучения (электрических, магнитных и электромагнитных полей) на биологические объекты и системы, ткани живого организма.
18. Пространственная организация биополимеров. Виды взаимодействий в биологических молекулах. Конформационная энергия и пространственная организация биополимеров. Уровни структурной организации биополимеров.
19. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Фолдинг белка. Особенности пространственной организации белков. Механизмы ферментативного катализа. Особенности пространственной организации и физико-химические свойства ДНК и хроматина.

20. Механизм реакции полимеризации ДНК и его катализ.
21. Основные принципы ЯМР-спектроскопии. Применение спектроскопии ЯМР в структурно-динамических исследованиях биомолекул. ЯМР высокого разрешения, импульсные методы ЯМР, методы молекулярной динамики.
22. Электронная микроскопия, криоэлектронная микроскопия и томография.
23. Лазерная спектроскопия, исследования электронно-вращательных спектров, фотохимические методы исследования.
24. Применение спектроскопии ЭПР при исследовании биологических объектов. ЭПР-спектроскопия в исследовании биологических мембран.
25. Ультразвук. Применение ультразвука в биомедицине. Позитронно-эмиссионная томография.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела : [в 2 т.]. Т. 2 / пер. с англ. К. И. Кугеля, А. С. Михайлова под ред. М. И. Каганова / Н. Ашкрофт, Н. Мермин .— Москва : Мир, 1979 .— 422 с. : ил. ; 25 см .— Предм. указ.: с. 392-417. Пер. изд.: Solid state physics / N. W. Ashcroft, N. D. Mermin. New York etc, 1976. (5 экз.)
2. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела. Т. 1 / пер. с англ. А. С. Михайлова под ред. М. И. Каганова / Н. Ашкрофт, Н. Мермин .— Москва : Мир, 1979 .— 400 с. : ил. ; 25 см .— Пер. изд.: Solid state physics / N. W. Ashcroft, N. D. Mermin. New York etc, 1976. (4 экз.)
3. Павлов, Павел Васильевич. Физика твердого тела : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы" / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов .— 3-е изд., стер .— Москва : Высшая школа, 2000 .— 494 с. : ил. — Предм. указ.: с.484-490. — рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-06-003770-3 : 69.00 : 105.50. (47 экз.)
4. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин .— 4-е изд., стереот. — Москва : Физматлит. — 2005 Том 1. Механика. — 560 с. Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация .— ISBN 5-9221-0225-7 .— <URL:https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82978>.
5. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин .— Изд. 6-е, стер. — Москва : Физматлит, 2014. — Том 2. Термодинамика и молекулярная физика. — 544 с. : ил. Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация .— ISBN 978-5-9221-1513-1. - ISBN 978-5-9221-1514-8 .— <URL:https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275624>.
6. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин .— 5-е изд., стер. — Москва : Физматлит, 2009 .— Том 3. Электричество .— 655 с. Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация .— ISBN 978-5-9221-0673-3 .— <URL:https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82998>.
7. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин .— 3-е изд., стереот. — Москва : Физматлит, 2002.— Том 4. Оптика.— 792 с. Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация .— ISBN 5-9221-0228-1 .— <URL:https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82981>. Т4
8. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин .— 2-е изд., стереот. — Москва : Физматлит, 2002 .— Том 5. Атомная и ядерная физика .— 783 с. Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация .— ISBN 5-9221-0230-3 .— <URL:https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82991>.
9. Рубин, А. Б. Биофизика : учебник : в 2 томах / А. Б. Рубин. — Москва : МГУ имени М.В.Ломоносова, [б. г.]. — Том 1 : Теоретическая биофизика — 2004. — 448 с. — ISBN 5-

5.1.2. Дополнительная литература

1. Домаркас В.Й., Пилецкас Э.Л. Ультразвуковая эхоскопия. Л.: Машиностроение, 1988.
2. Лундин А.Г., Э.И. Федин, ЯМР-спектроскопия. М.: Наука, 1986.
3. Сороко Л.М., Интроскопия на основе ядерного магнитного резонанса. М.: Энергоатомиздат, 1986.
4. Тихонов А.Н., В.Я. Арсенин, А.А. Тимонов, Математические задачи компьютерной томографии. М.: Наука, 1987.
5. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения. Под ред. Р.И.Утямышева. М.: Радио и связь, 1981.
6. Теоретические основы электрокардиологии. Под ред. К.В.Нельсона и Д.Б.Гезеловица. М.: Медицина, 1979.
7. Технические средства медицинской интроскопии. Под ред. Б.И. Леонова. М.: Медицина, 1989.
8. Martin Roy W. et al. 3-D reconstruction of heart chambers. IEEE Trans Biomed Eng. 1991, 1993, 1995.
9. Nielsen P.M.F.et al. Mathematical modeling of geometry and fibrous structure. American Physiological Society, 1991.
10. Argon A.S., The physics of deformation and fracture of polymers (Cambridge University Press, 2013).
11. Argon A.S., Strengthening Mechanisms in Crystal Plasticity (Oxford University Press, Oxford, 2007).
12. Боровский Е.Б., Леонтьев В.К. Биология полости рта// М.: Медицинская книга, 2001, -301 с.
13. Зайцев Д.В., Григорьев С.С., Панфилов П.Е., Природа прочности дентина и эмали зубов человека, (СО РАН, Новосибирск, 2017).

5.2. Методические разработки

Не используются.

5.3. Программное обеспечение

1. Microsoft office (Word, Excel, Power point);
2. Adobe Reader X
3. ChemOffice 2010
4. Isis Draw (Version 2.5)
5. Mercury (Version 2.4.5)
6. AutoDock (Version 1.5)
7. MestReNova (Version 6.0.2)
8. Open Babel (Version 2.3.1)
9. Avogadro (Version 1.0.3)
10. RasMol (Version 2.7.5.2)
11. Jmol (Version 12.0.45)
12. MiKTeX (<https://miktex.org>)
13. SRIM (<http://www.srim.org>)
14. MathCad 14.0

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>
2. Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>

3. Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>
4. Ресурсы <http://library.urfu.ru/resources>
5. Поиск <http://library.urfu.ru/search>;
6. Электронные ресурсы по подписке УрФУ, например, база данных «Scopus».
7. Российская электронная научная библиотека. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
8. Поисковые системы публикаций отечественных и зарубежных научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>, <http://www.ingentaconnect.com>

7. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>.

5.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Уральский федеральный университет имеет материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации программы аспирантуры, обеспечения дисциплин, научно-исследовательской работы и практик, в соответствии с требованиями к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению направленности программы.