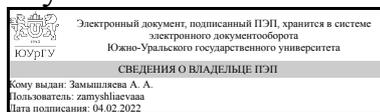


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



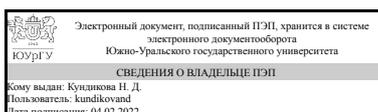
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Физические методы исследования  
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика

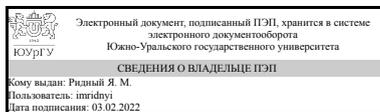
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

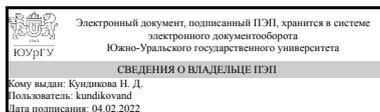
Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



Я. М. Ридный

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления  
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физические методы исследований» является получение базовых знаний физических принципов, на основе которых разработаны методы измерения термодинамических, электромагнитных, оптических и структурных характеристик веществ.

## Краткое содержание дисциплины

Характеристики измерительных систем. Источники ошибок. Помехи, шумы. Статистические методы обработки результатов измерений. Измерение термодинамических параметров. Измерение потоков излучений. Масс-спектроскопия. Магнитная радиоспектроскопия. Оптическая спектроскопия.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|---|---|
| ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе математические, методы исследований и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре | Знает: фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики, физические принципы методов измерения термодинамических, электромагнитных, оптических и структурных характеристик веществ.<br>Умеет: выбрать рациональный способ измерения физических величин при заданных условиях эксперимента; выбирать методы исследования, необходимые для получения нужных результатов.<br>Имеет практический опыт: обработки результатов экспериментальных исследований и сопоставления их с теоретическими данными; выбора оборудования, необходимого для получения необходимых характеристик с требуемой точностью. |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана  | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--|---|
| 1.О.07 Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика,<br>1.О.10 Общая физика. Микрофизика,<br>1.О.09 Общая физика. Оптика,<br>1.О.06 Общая физика. Механика,<br>1.О.08 Общая физика. Электричество и магнетизм | ФД.03 Современный физический эксперимент    |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                     | Требования   |
|--|--|
| 1.О.10 Общая физика. Микрофизика               | <p>Знает: теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач микрофизики., фундаментальные понятия, законы и теории макрофизики; основные физические эксперименты, повлиявшие на развитие макрофизики. Умеет: производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач микрофизики; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы., формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики. Имеет практический опыт: владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов экспериментальных исследований., самостоятельно приобретать новые знания по макрофизике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов по макрофизике с их теоретическими данными.</p> |
| 1.О.08 Общая физика. Электричество и магнетизм | <p>Знает: фундаментальные понятия, законы и теории электромагнетизма; основные физические эксперименты, повлиявшие на развитие общей физики., теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов общей физики; численные порядки величин, характерные для различных разделов общей физики. Умеет: формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики., производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач; понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями общей физики. Имеет практический опыт: самостоятельно приобретать новые знания по общей физике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов с их теоретическими данными., самостоятельной работы с аппаратурой в физической лаборатории; навыками грамотной обработки результатов</p>  |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>опыта и сопоставления их с теоретическими данными.</p>   |
| <p>1.О.07 Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика</p> | <p>Знает: теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач термодинамики и молекулярной физики., фундаментальные понятия, законы и теории по Термодинамике и молекулярной физике. Умеет: производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач термодинамики и молекулярной физики; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы., формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики. Имеет практический опыт: владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов экспериментальных исследований., самостоятельно приобретать новые знания по термодинамике и молекулярной физике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов по макрофизике с их теоретическими данными.</p> |
| <p>1.О.06 Общая физика. Механика</p>                            | <p>Знает: теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач механики., фундаментальные понятия, законы и теории механики; основные физические эксперименты, повлиявшие на развитие механики. Умеет: производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач механики; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы., формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики. Имеет практический опыт: владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов</p>  |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
|                             | экспериментальных исследований., самостоятельно приобретать новые знания по механике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов по механике с их теоретическими данными.  |
| 1.О.09 Общая физика. Оптика | <p>Знает: теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач оптики., теоретические основы, основные понятия, законы и модели оптики; численные порядки величин, характерные для оптики .</p> <p>Умеет: производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач оптики; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы., понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями оптики. Имеет практический опыт: самостоятельной работы с аппаратурой в оптической лаборатории; владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов экспериментальных исследований., самостоятельной работы в физической лаборатории; культурой постановки и моделирования физических задач оптики.</p> |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 52,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--|-------------|------------------------------------|
|  |             | Номер семестра                     |
|  |             | 6                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 48          | 48                                 |
| Лекции (Л)   | 32          | 32                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 19,75       | 19,75                              |
| с применением дистанционных образовательных                                | 0           |                                    |

|  |      |       |
|--|------|-------|
| технологий                               |      |       |
| Подготовка к зачету                      | 10   | 10    |
| Подготовка к коллоквиумам                | 9,75 | 9.75  |
| Консультации и промежуточная аттестация  | 4,25 | 4,25  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | -    | зачет |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины       | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--|---|---|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение                               | 3   | 2 | 1  | 0  |
| 2         | Измерение термодинамических параметров | 9   | 6 | 3  | 0  |
| 3         | Измерение потоков излучений            | 12  | 8 | 4  | 0  |
| 4         | Масс-спектроскопия                     | 6   | 4 | 2  | 0  |
| 5         | Магнитная радиоспектроскопия           | 6   | 4 | 2  | 0  |
| 6         | Оптическая спектроскопия               | 12  | 8 | 4  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Характеристики измерительных систем. Источники ошибок. Помехи, шумы. Статистические методы обработки результатов измерений.  | 2            |
| 2        | 2         | Измерение температуры. Равновесные системы и неравновесные системы. Локальное термодинамическое равновесие. Контактные и бесконтактные методы измерения температуры. Термоэлектрические преобразователи.   | 2            |
| 3        | 2         | Измерение давления. Процессы переноса при различных давлениях и температурах. Методы получения вакуума. Измерение давления в вакуумных системах. Методы измерения высоких давлений.                        | 4            |
| 4        | 3         | Равновесное тепловое излучение. Источники излучения. Пирометрия. Приемники излучения. Детекторы излучения. Законы внешнего фотоэффекта. Фотоэлектронный умножитель. Электронно-оптические преобразователи. | 4            |
| 5        | 3         | Ионизирующие излучения. Методы регистрации ионизирующих излучений. Дозиметрия ионизирующих излучений.  | 4            |
| 6        | 4         | Метод масс-спектрального анализа. Методы ионизации. Масс-анализаторы.  | 2            |
| 7        | 4         | Времяпролетный масс-анализатор. Радиочастотный масс-анализатор. Масс-спектрометры.   | 2            |
| 8        | 5         | Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра.  | 2            |
| 9        | 5         | Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Принципиальная схема ЭПР-спектрометра.  | 2            |
| 10       | 6         | Классы спектральных приборов. Закон Ламберта-Бугера-Бэра. Спектры поглощения, испускания и рассеяния. Люминесценция и флуоресценция.   | 4            |
| 11       | 6         | Лазерная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Спектральные методы измерения температуры различных степеней свободы в неравновесных системах.                                      | 4            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № | № | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол- |
|---|---|---|------|
|---|---|---|------|

| занятия | раздела |   | во часов |
|---------|---------|---|----------|
| 1       | 1       | Характеристики измерительных систем: чувствительность; порог обнаружения; разрешающая способность; динамический диапазон; нелинейность, полоса пропускания. Источники ошибок. Помехи, шумы. Статистические методы обработки результатов измерений.  | 1        |
| 2       | 2       | Измерение температуры. Температура равновесных систем. Неравновесные системы. Локальное термодинамическое равновесие. Контактные и бесконтактные методы измерения температуры. Измерение температуры контактными механическими и электрическими методами. Термоэлектрические преобразователи; принципы их действия, рабочий диапазон.   | 1        |
| 3       | 2       | Измерение давления. Процессы переноса при различных давлениях и температурах: диффузия, эффузия, вязкость, теплопроводность. Различные режимы течения газа.   | 1        |
| 4       | 2       | Методы получения вакуума. Измерение давления в вакуумных системах. Механические, тепловые и ионизационные манометры, принципы их действия. Стационарные и импульсные методы получения высоких давлений. Методы измерения высоких давлений. Механические и пьезоэлектрические датчики давления. Коллоквиум 1.  | 1        |
| 5       | 3       | Равновесное тепловое излучение. Источники излучения в различных спектральных диапазонах. Примеры источников равновесного и неравновесного излучения. Яркостная, цветовая и радиационная пирометрия. Основные характеристики приемников излучения. Физические принципы, лежащие в основе действия тепловых, фотонных, фотохимических и пондеромоторных детекторов излучения.   | 1        |
| 6       | 3       | Законы внешнего фотоэффекта. Приемники излучения на основе внешнего фотоэффекта. Приемники излучения на основе внутреннего фотоэффекта. Принцип действия фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), коэффициент усиления. Шумы и порог чувствительности ФЭУ. Темновой ток ФЭУ, термоэлектронная эмиссия, закон Ричардсона. ФЭУ с непрерывным динодом. Электронно-оптические преобразователи. Приемники излучения для различных спектральных диапазонов. | 1        |
| 7       | 3       | Ионизирующие излучения. Источники ионизирующих излучений. Основные процессы взаимодействия альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучения с веществом.   | 1        |
| 8       | 3       | Методы регистрации ионизирующих излучений: цилиндр Фарадея, газоразрядный счетчик, ионизационная камера, сцинтилляционный детектор, полупроводниковые детекторы. Дозиметрия ионизирующих излучений. Метод масс-спектрального анализа. Методы ионизации. Масс-анализаторы: принципы действия, разрешающая способность. Коллоквиум 2.   | 1        |
| 9       | 4       | Метод масс-спектрального анализа. Методы ионизации. Масс-анализаторы: принципы действия, разрешающая способность.   | 1        |
| 10      | 4       | Секторный магнитный масс-анализатор, квадрупольный масс-анализатор. Времяпролетный масс-анализатор. Радиочастотный масс-анализатор. Омегатронный масс-спектрометр, масс-спектрометр ионно-циклотронного резонанса с преобразованием Фурье. Примеры использования масс-спектрометрии.  | 1        |
| 11      | 5       | Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Применение метода ЯМР для изучения структуры молекул. Обменные явления: медленный и быстрый обмен. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра. Интенсивность и ширина линий спектра ЯМР.  | 1        |
| 12      | 5       | Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Сверхтонкая структура спектра ЭПР. Структурные и динамические характеристики   | 1        |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | вещества, определяемые методами ЭПР. Принципиальная схема ЭПР-спектрометра. Особенности регистрации сигналов ЭПР. Коллоквиум 3.   |   |
| 13 | 6 | Классы спектральных приборов: спектроскопы, спектрографы, монохроматоры, полихроматоры. Диспергирующие элементы спектральных приборов: призма, дифракционная решетка, интерферометр. Разрешающая способность диспергирующих элементов. Прохождение света через поглощающую среду.                                       | 1 |
| 14 | 6 | Закон Ламберта-Бугера-Бэра. Спектры поглощения, испускания и рассеяния. Люминесценция и флуоресценция. Интенсивность спектральных линий. Форма и ширина спектральной линии. Естественное, доплеровское и столкновительное уширение спектральных линий. Аппаратная ширина линии.   | 1 |
| 15 | 6 | Линейная лазерная спектроскопия. Абсорбционный, внутрирезонаторный, оптико-акустический и флуоресцентный методы лазерной спектроскопии.   | 1 |
| 16 | 6 | Спектральные диапазоны и соответствующие им степени свободы в молекулярных системах. Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Спектральные методы измерения температуры различных степеней свободы (электронная, поступательная, колебательная, вращательная температуры) в неравновесных системах. Коллоквиум 4. | 1 |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС            |   |         |              |
|---------------------------|---|---------|--------------|
| Подвид СРС                | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс  | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к зачету       | Розанов, Л. Н. Вакуумная техника Учеб. для вузов по спец."Электрон. машиностроение". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1990. - 319 с. ил. Мухин, К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 2. Физика ядерных реакций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 326 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/279">http://e.lanbook.com/book/279</a> — Загл. с экрана. Методические указания для самостоятельной работы по курсу "Физические методы исследования" в электронном виде в локальной сети кафедры | 6       | 10           |
| Подготовка к коллоквиумам | Розанов, Л. Н. Вакуумная техника Учеб. для вузов по спец."Электрон. машиностроение". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1990. - 319 с. ил. Мухин, К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 2. Физика ядерных реакций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 326 с. — Режим доступа:  | 6       | 9,75         |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | http://e.lanbook.com/book/279 — Загл. с экрана. Методические указания для самостоятельной работы по курсу "Физические методы исследования" в электронном виде в локальной сети кафедры |  |  |
|--|--|--|--|

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-мestr | Вид контроля              | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов   | Учи-тыва-ется в ПА |
|------|----------|---------------------------|-----------------------------------|-----|------------|---|--------------------|
| 1    | 6        | Текущий контроль          | Коллоквиум 1                      | 1   | 2          | Письменный коллоквиум содержит один теоретический вопрос. На ответ отводится 30 минут. Вопрос внутри оценивается в 2 балла. Если ответ неполный, ставится 1 балл. Если ответ неверный или отсутствует - 0 баллов. | зачет              |
| 2    | 6        | Текущий контроль          | Коллоквиум 2                      | 1   | 2          | Письменный коллоквиум содержит один теоретический вопрос. На ответ отводится 30 минут. Вопрос внутри оценивается в 2 балла. Если ответ неполный, ставится 1 балл. Если ответ неверный или отсутствует - 0 баллов. | зачет              |
| 3    | 6        | Текущий контроль          | Коллоквиум 3                      | 1   | 2          | Письменный коллоквиум содержит один теоретический вопрос. На ответ отводится 30 минут. Вопрос внутри оценивается в 2 балла. Если ответ неполный, ставится 1 балл. Если ответ неверный или отсутствует - 0 баллов. | зачет              |
| 4    | 6        | Текущий контроль          | Коллоквиум 4                      | 1   | 2          | Письменный коллоквиум содержит один теоретический вопрос. На ответ отводится 30 минут. Вопрос внутри оценивается в 2 балла. Если ответ неполный, ставится 1 балл. Если ответ неверный или отсутствует - 0 баллов. | зачет              |
| 5    | 6        | Проме-жуточная аттестация | Зачёт                             | -   | 4          | Письменный зачёт содержит два теоретических вопроса. Теоретический вопрос внутри каждого раздела оценивается в 2 балла. Если ответ неполный, ставится 1 балл. Если ответ неверный или отсутствует - 0 баллов.     | зачет              |

### 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|-------------------|----------------------|---------------------|
|-------------------|----------------------|---------------------|

|            |   |   |
|------------|---|---|
| аттестации |   |   |
| зачет      | Контрольное мероприятие промежуточной аттестации не является обязательным. Промежуточная аттестация возможна по результатам текущей аттестации. В начале зачёта выдаются билеты с вопросами. На зачёт даётся 1,5 часа, после этого студенты сдают листочки с тем, что сделали и дальнейшие разговоры проводятся с каждым студентом отдельно. Пользоваться ничем нельзя, кроме карандаша, линейки, ластика, ручки и калькулятора. Использование телефона строго запрещено. По окончании зачёта проводится апелляция. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

### 6.3. Оценочные материалы

| Компетенции | Результаты обучения   | № КМ |   |   |   |   |
|-------------|---|------|---|---|---|---|
|             |   | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ОПК-5       | Знает: фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики, физические принципы методов измерения термодинамических, электромагнитных, оптических и структурных характеристик веществ.               | +    | + | + | + | + |
| ОПК-5       | Умеет: выбрать рациональный способ измерения физических величин при заданных условиях эксперимента; выбирать методы исследования, необходимые для получения нужных результатов.   | +    | + | + | + | + |
| ОПК-5       | Имеет практический опыт: обработки результатов экспериментальных исследований и сопоставления их с теоретическими данными; выбора оборудования, необходимого для получения необходимых характеристик с требуемой точностью. | +    | + | + | + | + |

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Розанов, Л. Н. Вакуумная техника Учеб. для вузов по спец."Электрон. машиностроение". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1990. - 319 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Успехи физических наук науч. журн. Рос. акад. наук журнал. - М., 1918-

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания для самостоятельной работы по курсу "Физические методы исследования" в электронном виде в локальной сети кафедры

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания для самостоятельной работы по курсу "Физические методы исследования" в электронном виде в локальной сети кафедры

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы   | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание   |
|---|--|---|--|
| 1 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Учебно-методические материалы кафедры             | Методические указания для самостоятельной работы по курсу "Физические методы исследования" в электронном виде в локальной сети кафедры<br><a href="https://phys.susu.ru/">https://phys.susu.ru/</a>  |
| 2 | Дополнительная литература                                | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Мухин, К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 2. Физика ядерных реакций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 326 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/279">http://e.lanbook.com/book/279</a> — Загл. с экрана. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.   | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|----------|--|
| Практические занятия и семинары | 604 (1б) | Компьютерный класс для оформления отчетов практическим занятиям и обработки результатов измерений.   |