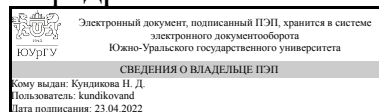


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



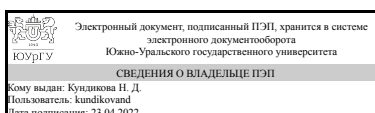
Н. Д. Кундикова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.15 Современные проблемы физики  
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Прикладные математика и физика  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика

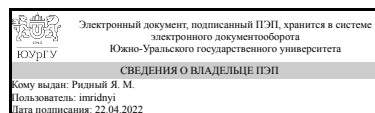
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

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



Н. Д. Кундикова

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



Я. М. Ридный

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является ознакомление с современными проблемами физических исследований, освоение принципов работы современных измерительных приборов.

## Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются современные проблемы физических исследований, изучаются методики и приборы на их основе: спектроскопия комбинационного рассеяния, зондовая сканирующая микроскопия, эллипсометрия, электронная микроскопия, методы оптической микроскопии.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	Знает: принципы работы современных приборов для физических исследований, оптического, электронного и зондового сканирующего микроскопа, спектрометра комбинационного рассеяния, эллисометра. Умеет: работать на современных измерительных приборах. Имеет практический опыт: навыков физика-экспериментатора, навыками планирования физического эксперимента, навыками выбора подходящего прибора для конкретных исследований, навыками работы на современном исследовательском оборудовании.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Физика лазеров, Техника физического эксперимента, Поляризационная оптика, Оптические и спектральные методы исследования, Производственная практика, преддипломная практика (8 семестр), Производственная практика, научно-исследовательская работа (8 семестр), Учебная практика, научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (7 семестр)

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

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 32,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Изучение современной литературы по теме курса	10	10	
Подготовка реферата	8,75	8,75	
Подготовка к зачету	8	8	
Подготовка доклада	9	9	
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	Спектроскопия комбинационного рассеяния	8	4	4	0
2	Зондовая сканирующая микроскопия	8	4	4	0
3	Эллипсометрия	4	2	2	0
4	Методы оптической микроскопии	8	4	4	0
5	Электронная микроскопия	4	2	2	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Сущность явления комбинационного рассеяния (точки зрения классической теории, с точки зрения квантовой теории). Эмпирические законы комбинационного рассеяния света. История открытия	2
2	1	Методики рамановской спектроскопии. Спектрометры комбинационного рассеяния. Перспективы развития спектральных методов	2
3	2	Принцип работы зондового сканирующего микроскопа. Особенности работы. Обработка полученной информации и восстановление полученных изображений. Измерительные методики. Измерение рельефа поверхности с использованием контактного квазистатического метода. Измерение рельефа поверхности с использованием полуконтактного колебательного метода.	2

		Предельное разрешение АСМ. Калибровка АСМ.	
4	2	Методики зондовой сканирующей микроскопии. Силовое взаимодействие зонда с поверхностью. Потенциал взаимодействия зонда с образцом. Режимы работы АСМ. Перспективы развития методов АСМ. Не решенные проблемы АСМ.	2
5	3	Теория эллипсометрического метода. Методы математической обработки результатов эллипсометрических измерений	1
6	3	Определение оптических характеристик материалов методом эллипсометрии. Перспективы развития и проблемы эллипсометрических методов.	1
7	4	Принцип работы оптического микроскопа. Разрешение. Проблемы увеличения разрешения.	2
8	4	Методики оптической микроскопии.	2
9	5	Принцип работы электронного микроскопа. “Тонкий” фазовый объект в электронной микроскопии. Анализ aberrаций в электронном микроскопе. Анализ передаточной функции электронного микроскопа. Проблемы электронной микроскопии	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Этап 1. Исследование спектров комбинационного рассеяния алмазоподобных пленок.	2
2	1	Этап 2. Исследование спектров комбинационного рассеяния алмазоподобных пленок.	2
3	2	Этап 1. Исследование рельефа поверхности на зондовом сканирующем микроскопе	2
4	2	Этап 2. Исследование рельефа поверхности на зондовом сканирующем микроскопе	2
5	3	Этап 1. Исследование эллипсометрических свойств тонких пленок.	1
6	3	Этап 2. Исследование эллипсометрических свойств тонких пленок.	1
7	4	Этап 1. Исследование объектов на оптическом микроскопе.	2
8	4	Этап 2. Исследование объектов на оптическом микроскопе.	2
9	5	Этап 1. Исследование нанокompозитов на электронном микроскопе.	1
10	5	Этап 2. Исследование нанокompозитов на электронном микроскопе.	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
Изучение современной литературы по теме курса	сайты, производителей атомно-силовых микроскопов <a href="http://www.veeco.com">www.veeco.com</a> , <a href="http://www.asylumresearch.com">www.asylumresearch.com</a> , <a href="http://www.ntmdt.com">www.ntmdt.com</a> , <a href="http://www.agilent.com">www.agilent.com</a> , <a href="http://www.parkafm.com">www.parkafm.com</a> , <a href="http://www.omicron.de">www.omicron.de</a> , <a href="http://www.nanosensors.com">www.nanosensors.com</a> ,	4	10

	www.spmtips.com, www.budgetsensors.com. Журналы по оптике полнотекстовых баз данных.		
Подготовка реферата	1) Карпухин, С.Д. Атомно-силовая микроскопия. [Электронный ресурс] / С.Д. Карпухин, Ю.А. Быков. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 38 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/52243">http://e.lanbook.com/book/52243</a> — Загл. с экрана. ; 2) Елманов, Г.Н. Исследование топологии поверхности методом сканирующей атомно-силовой микроскопии: лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / Г.Н. Елманов, Б.А. Логинов, О.Н. Севрюков. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2011. — 64 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75758">http://e.lanbook.com/book/75758</a> — Загл. с экрана.; 3) Корнилов, В.М. Основы сканирующей зондовой микроскопии: метод. указания. [Электронный ресурс] / В.М. Корнилов, А.Ф. Галиев. — Электрон. дан. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2011. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43260">http://e.lanbook.com/book/43260</a> — Загл. с экрана. Методические пособия для самостоятельной работы студента по дисциплине "Современные проблемы физики"	4	8,75
Подготовка к зачету	1) Карпухин, С.Д. Атомно-силовая микроскопия. [Электронный ресурс] / С.Д. Карпухин, Ю.А. Быков. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 38 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/52243">http://e.lanbook.com/book/52243</a> — Загл. с экрана. ; 2) Елманов, Г.Н. Исследование топологии поверхности методом сканирующей атомно-силовой микроскопии: лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / Г.Н. Елманов, Б.А. Логинов, О.Н. Севрюков. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2011. — 64 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75758">http://e.lanbook.com/book/75758</a> — Загл. с экрана.; 3) Корнилов, В.М. Основы сканирующей зондовой микроскопии: метод. указания. [Электронный ресурс] / В.М. Корнилов, А.Ф. Галиев. — Электрон. дан. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2011. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43260">http://e.lanbook.com/book/43260</a> — Загл. с экрана. Методические пособия для самостоятельной работы студента по дисциплине "Современные проблемы	4	8

	физики"		
Подготовка доклада	1) Карпухин, С.Д. Атомно-силовая микроскопия. [Электронный ресурс] / С.Д. Карпухин, Ю.А. Быков. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 38 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/52243">http://e.lanbook.com/book/52243</a> — Загл. с экрана. ; 2) Елманов, Г.Н. Исследование топологии поверхности методом сканирующей атомно-силовой микроскопии: лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / Г.Н. Елманов, Б.А. Логинов, О.Н. Севрюков. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2011. — 64 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75758">http://e.lanbook.com/book/75758</a> — Загл. с экрана.; 3) Корнилов, В.М. Основы сканирующей зондовой микроскопии: метод. указания. [Электронный ресурс] / В.М. Корнилов, А.Ф. Галиев. — Электрон. дан. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2011. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43260">http://e.lanbook.com/book/43260</a> — Загл. с экрана. Методические пособия для самостоятельной работы студента по дисциплине "Современные проблемы физики"	4	9

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Реферат	1	10	В начале семестра студенты распределяют темы докладов на семинарах. По теме доклада необходимо написать реферат и сдать его. Реферат оценивается от 0 до 10 баллов. Основная часть оценивается от 0 до 6 баллов: 1) 6 баллов – в реферате представлена строгая структура: введение, основная часть, заключение, список литературы и т.д. Отсутствует текст не относящийся к теме реферата. Отсутствуют орфографические и стилистические ошибки. 2) 4 балла – в реферате строгая структура, но присутствует текст не	зачет

						<p>относящийся к теме реферата. Присутствуют орфографические и стилистические ошибки. 3) 2 балла – в реферате отсутствует строгая структура и присутствует текст не относящегося к теме реферата. Допущено много орфографических и стилистических ошибок. 4) 0 баллов – в реферате отсутствует строгая структура, присутствует много текста не относящегося к теме реферата и много орфографических и стилистических ошибок. Объем реферата оценивается от 0 до 4 баллов: 1) 25 стр. и более – 4 балла. 2) От 20 до 25 стр. – 3 балла. 3) От 15 до 20 стр. – 2 балла. 4) От 10 до 15 стр. – 1 балл. 5) Меньше 10 страниц – 0 баллов.</p>	
2	4	Текущий контроль	Доклад	1	5	<p>В начале семестра студенты распределяют темы докладов на семинарах. И в течение практического занятия выступают перед аудиторией 20-30 минут по выбранной теме. Далее задаются вопросы для углубления, конкретизации и расширения ответов выступающего. В течение семестра студент должен представить доклад по выбранной теме на практических занятиях в форме презентации. Оценивается доклад и участие в дискуссии. 5 баллов - студент умеет представлять результаты аналитической и исследовательской работы в виде выступления; формировать систему рабочих гипотез; проводить оценку научной и практической значимости результатов научных исследований; владеет навыками ведения научной дискуссии. 4 балла - студент умеет представлять результаты аналитической и исследовательской работы в виде выступления; формировать систему рабочих гипотез; владеет навыками ведения научной дискуссии; незначительные недочеты в оформлении презентации к докладу; 3 балла - студент владеет навыками ведения научной дискуссии; незначительные недочеты в оформлении презентации к докладу; недостаточно структурированный материал доклада; 2 балла - слабые навыки публичных выступлений и ведения научной дискуссии; недочеты в оформлении презентации к докладу; неструктурированный материал доклада;. 1 балл - неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении доклада, слабые навыки публичных выступлений и ведения научной дискуссии. 0 баллов - непоследовательное, нелогичное изложение</p>	зачет

						доклада, отсутствие ответов на поставленные вопросы или отсутствие участия в научной дискуссии.	
3	4	Промежуточная 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 аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Промежуточная аттестация проводится по желанию студента. Если студент не хочет он может получить зачёт по результатам текущей аттестации. На ответ отводится 1,5 часа. На зачёте запрещено использовать телефоны и какие-либо печатные материалы (тетради, книги, методички).	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-3	Знает: принципы работы современных приборов для физических исследований, оптического, электронного и зондового сканирующего микроскопа, спектрометра комбинационного рассеяния, эллисометра.	+	+	+
ПК-3	Умеет: работать на современных измерительных приборах.	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: навыков физика-экспериментатора, навыками планирования физического эксперимента, навыками выбора подходящего прибора для конкретных исследований, навыками работы на современном исследовательском оборудовании.	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Вегман, Е. Ф. Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография Учебн. пособие для металлург. спец. вузов. - М.: Металлургия, 1990. - 264 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ [Текст] учеб. пособие по направлению 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" и др. направлениям И. Ю. Пашкеев и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 46, [1] с. ил.



2. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия Учеб. для вузов по спец. "Физика металлов" и "Металловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов". - М.: Металлургия, 1982. - 631 с. ил.

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

1. Успехи физических наук науч. журн. Рос. акад. наук журнал. - М., 1918-
2. Оптика и спектроскопия ежемес. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние физич. наук, Физ.-техн. ин-т им А.Ф.Иоффе РАН журнал. - СПб.: Наука, 1965-
3. Квантовая электроника: Квантовая электроника и ее применения Ежемес. журн. Рос. акад. наук, Физ. ин-т им. П. Н. Лебедева, Ин-т общ. физики, Моск. инженер.-физ. ин-т, Междунар. учеб.-науч. лазер. центр МГУ, Ин-т лазерной физики СО РАН, НИИ лазерной физики, НПО "Астрофизика", НИИ "Полюс" им. М.Ф. Стельмаха журнал. - М.: Радио и связь, 1974-
4. Письма в "Журнал технической физики" Рос. акад. наук, Отд-ние физич. наук, Физико-техн. ин-т им. А. Ф. Иоффе журнал. - СПб.: Наука, 1975-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента по дисциплине "Современные проблемы физики" в локальной сети кафедры

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента по дисциплине "Современные проблемы физики" в локальной сети кафедры

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Карпухин, С.Д. Атомно-силовая микроскопия. [Электронный ресурс] / С.Д. Карпухин, Ю.А. Быков. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 38 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/52243">http://e.lanbook.com/book/52243</a> — Загл. с экрана.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Елманов, Г.Н. Исследование топологии поверхности методом сканирующей атомно-силовой микроскопии: лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / Г.Н. Елманов, Б.А. Логинов, О.Н. Севрюков. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2011. — 64 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75758">http://e.lanbook.com/book/75758</a> — Загл. с экрана.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Корнилов, В.М. Основы сканирующей зондовой микроскопии: метод. указания. [Электронный ресурс] / В.М. Корнилов, А.Ф. Галиев. — Электрон. дан. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2011. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43260">http://e.lanbook.com/book/43260</a> — Загл. с экрана.
4	Дополнительная литература	IEEE Xplore Digital Library	IEEE Xplore Digital Library <a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -LibreOffice(бессрочно)
3. -Maple 13(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	605 (16)	Лабораторные работы на эллисометре SE800 и комбинированном поляризационном-флуоресцентном микроскопе BX51 (Olympus)
Практические занятия и семинары	014 (2)	Спектрометр комбинационного рассеяния Spectra Raman NT-MDT
Лекции	607 (16)	проектор, компьютер, программное обеспечение PowerPoint
Практические занятия и семинары	445а (1)	Лабораторные работы на зондовом сканирующем (Solver PRO NT-MDT)и электронных (Phenom - FEI Company) микроскопах