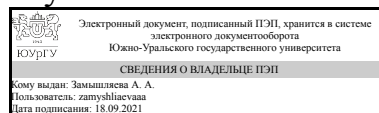


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



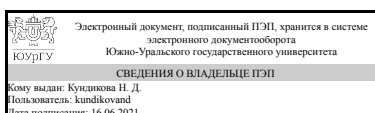
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины В.1.09 Оптические и спектральные методы исследования
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат
профиль подготовки Прикладные математика и физика
форма обучения очная
кафедра-разработчик Оптоинформатика**

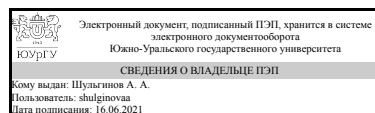
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 06.03.2015 № 158

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



Н. Д. Кундикова

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



А. А. Шульгинов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является углубленное изучение теоретических и методологических основ оптических и спектральных методов исследования. Основные задачи курса: Получение знаний в области оптических и спектральных методов исследования в объеме, необходимом для дальнейшего развития и становления студента как специалиста в области оптики. Знакомство с работой спектральных и оптических приборов.

Краткое содержание дисциплины

Курс посвящен изучению студентами разнообразных методов и приборов для исследования оптических и спектральных свойств широкого класса материалов, таких как неорганические (стекла, кристаллы), так и органические (полимеры, биоткани). В курсе описаны методы оптической спектроскопии и фурье-спектроскопии, рефрактометрические методы измерения показателя преломления, поляризационные и интерферометрические методы исследования анизотропных материалов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов	Знать: ● основные оптические характеристики и конструктивные узлы прибора; ● пути развития спектральных приборов.
	Уметь: ● измерять ширину входной щели прибора по дифракционной картине; ● определять теоретическую и реальную разрешающую способность спектрального прибора
	Владеть: ● методами исследования спектров поглощения и пропускания; ● методами исследования аномальной дисперсии
ОПК-3 способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации	Знать: ● принципы построения спектральных приборов, принципиальную схему спектрального прибора; ● классификацию спектральных приборов и их основные характеристики;
	Уметь:
	Владеть:

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ДВ.1.04.02 Современные проблемы фотоники, ДВ.1.04.01 Современные проблемы физики, В.1.04 Теоретическая механика, В.1.13 Медицинская физика	Производственная практика, научно-исследовательская работа (8 семестр), Производственная практика, преддипломная практика (8 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 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	80	80	
Подготовка доклада	20	20	
Решение домашних заданий	20	20	
Подготовка к экзамену	40	40	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объём аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Спектры атомов	12	6	6	0
2	Спектры молекул	12	6	6	0
3	Спектроскопия твердого тела	16	8	8	0
4	Люминесценция	16	8	8	0
5	Зонная модель люминесценции диэлектриков	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Систематика спектров многоэлектронных атомов. Типы связей электронов.	2
2	1	Исходные термы. Определение набора термов.	2
3	1	Мультиплетная структура. Правила отбора. Взаимодействие конфигураций	2
4	2	Адиабатическое приближение. Группы симметрии молекул. Колебательные спектры. Классификация нормальных колебаний по типам симметрии.	2
5	2	Вырождение. Резонанс Ферми. Правила отбора в колебательных спектрах поглощения и комбинационного рассеяния. Вращательная структура колебательных полос.	2

6	2	Электронные спектры молекул. Классификация электронных состояний двухатомных молекул. Принцип Франка-Кондона. Типы связи электронного движения и вращения.	2
7	3	Переходы под действием света в идеальном кристалле. Поглощение в инфракрасной области спектра и взаимодействие света с фононной подсистемой. Переходы в электронной подсистеме.	2
8	3	Поглощение света в металлах. Запрещенная зона и область прозрачности в диэлектриках. Экситоны Ванье-Мотта Френкеля.	2
9	3	Область фундаментального поглощения. Переходы с основных уровней. Эффекты Оже и Фано. Эффекты на краях основного поглощения: EXAFS и XANES. Понятие о поляритонах. Спектроскопия дефектных состояний в кристаллах.	2
10	3	Автолокализация экситонов и дырок в диэлектриках. Вторичные эффекты в кристаллах: люминесценция, фотоэмиссия, дефектообразование под действием света.	2
11	4	Классификация люминесценции по длительности свечения и способу ее возбуждения. Молекулярная и рекомбинационная люминесценция. Закон Стокса-Ломмеля.	2
12	4	Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции Левшина и универсальное соотношение между ними Степанова. Закон Вавилова. Триплетные состояния молекул и их роль в процессах деградации и миграции энергии электронного возбуждения.	2
13	4	Схема Теренина-Льюиса. Тушение (температурное, концентрационное, посторонними веществами) люминесценции. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения.	2
14	4	Люминесценция молекулярных кристаллов. Теория Давыдова. Кооперативные процессы в люминесценции.	2
15	5	Размножение электронных возбуждений в твердом теле. Термовысвечивание и инфракрасная стимуляция.	2
16	5	Применение люминесцентных кристаллов в науке, технике и медицине.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Систематика спектров многоэлектронных атомов. Типы связей электронов.	2
2	1	Исходные термы. Определение набора термов.	2
3	1	Мультиплетная структура. Правила отбора. Взаимодействие конфигураций	2
4	2	Адиабатическое приближение. Группы симметрии молекул. Колебательные спектры. Классификация нормальных колебаний по типам симметрии.	2
5	2	Вырождение. Резонанс Ферми. Правила отбора в колебательных спектрах поглощения и комбинационного рассеяния. Вращательная структура колебательных полос.	2
6	2	Электронные спектры молекул. Классификация электронных состояний двухатомных молекул. Принцип Франка-Кондона. Типы связи электронного движения и вращения.	2
7	3	Переходы под действием света в идеальном кристалле. Поглощение в инфракрасной области спектра и взаимодействие света с фононной подсистемой. Переходы в электронной подсистеме.	2
8	3	Поглощение света в металлах. Запрещенная зона и область прозрачности в диэлектриках. Экситоны Ванье-Мотта Френкеля.	2
9	3	Область фундаментального поглощения. Переходы с основных уровней.	2

		Эффекты Оже и Фано. Эффекты на краях основного поглощения: EXAFS и XANES. Понятие о поляритонах. Спектроскопия дефектных состояний в кристаллах.	
10	3	Автолокализация экситонов и дырок в диэлектриках. Вторичные эффекты в кристаллах: люминесценция, фотоэмиссия, дефектообразование под действием света.	2
11	4	Классификация люминесценции по длительности свечения и способу ее возбуждения. Молекулярная и рекомбинационная люминесценция. Закон Стокса-Ломмеля.	2
12	4	Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции Левшина и универсальное соотношение между ними Степанова. Закон Вавилова. Триpletные состояния молекул и их роль в процессах деградации и миграции энергии электронного возбуждения.	2
13	4	Схема Теренина-Льюиса. Тушение (температурное, концентрационное, посторонними веществами) люминесценции. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения.	2
14	4	Люминесценция молекулярных кристаллов. Теория Давыдова. Кооперативные процессы в люминесценции.	2
15	5	Размножение электронных возбуждений в твердом теле. Термовысвечивание и инфракрасная стимуляция.	2
16	5	Применение люминесцентных кристаллов в науке, технике и медицине.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка доклада	[1-4] Отечественные и зарубежные печатные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке	20
Решение домашних заданий	[2] Учебно-методические материалы в электронном виде, гл.6	20
Подготовка к экзамену	[1, 3-5] Учебно-методические материалы в электронном виде	40

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Обсуждение нерешенных задач спектроскопии	Лекции	Сообщение студентам о стоящих до сих пор нерешенных задачах спектроскопии	1

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-3 способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации	Экзамен (промежуточная аттестация)	1-15
Все разделы	ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов	Экзамен (промежуточная аттестация)	1-15
Все разделы	ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов	Домашние задания (текущий контроль)	1-3
Все разделы	ОПК-3 способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации	Доклад (текущий контроль)	1-16

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен (промежуточная аттестация)	Студент получает билет, содержащий 1 теоретический вопрос и 1 задачу. Время, отведенное на письменный ответ - 60 минут. Теоретический вопрос оценивается на 3 балла: 0 - ответ отсутствует или ответ не содержит правильных фрагментов, 1 - ответ содержит правильные фрагменты, но студент, в целом, не ориентируется в вопросе, 2 - ответ, в целом, верный, но содержит существенные недостатки, 3 - студент свободно ориентируется в вопросе. Задача оценивается на 3 балла: 0 - задача отсутствует или не содержит необходимых формул, 1 - задача содержит необходимые исходные формулы, но нет окончательной, 2 - выведена окончательная формула, но расчёты выполнены с ошибками или они отсутствуют, 3 - задача решена верно. Общее количество баллов по экзаменационному билету - 6. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Допускается выставление оценки по результатам текущего контроля.	Отлично: Рейтинг от 85% Хорошо: Рейтинг от 75 до 84% Удовлетворительно: Рейтинг от 60 до 74% Неудовлетворительно: Рейтинг менее 60%
Домашние задания (текущий контроль)	Студенты получают домашние задания, которые содержат задачи по спектроскопии. 3 задания за семестр. 1 задание по атомной спектроскопии, 2 задание по молекулярной спектроскопии, 3 задание по	Отлично: Рейтинг от 85% Хорошо: Рейтинг от 75 до 84%

	<p>спектроскопии твёрдого тела. Каждое задание оценивается на 1 балл. Вес каждого задания - 4. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p>	<p>Удовлетворительно: Рейтинг от 60 до 74% Неудовлетворительно: Рейтинг менее 60%</p>
<p>Доклад (текущий контроль)</p>	<p>Студент делает подготовленный доклад с использованием презентаций. Доклад должен быть подготовлен по результатам новейших исследований, опубликованных в течение последних 5 лет. Количество источников - не менее 5. Время на доклад - 15 минут. По окончании доклада проводится обсуждение. Докладчик должен ответить на вопросы слушателей. Доклад оценивается на 3 балла. 0 - доклад не подготовлен, или студент не раскрыл тему доклада, 1 - имеются значительные отклонения от требований к докладу, или доклад сделан формально. Студент показал слабое владение темой доклада, 2 - имеются небольшие отклонения от требований к докладу, например, по количеству использованных источников или по давности публикаций. Студент показал неполное владение темой доклада в процессе обсуждения, 3 - студент подготовил доклад в соответствии с требованиями и показал, что владеет материалом при ответах на вопросы. Вес - 10 баллов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p>	<p>Отлично: Рейтинг - от 85% Хорошо: Рейтинг от 75 до 84% Удовлетворительно: Рейтинг от 60 до 74% Неудовлетворительно: Рейтинг менее 60%</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
<p>Экзамен (промежуточная аттестация)</p>	<p>Вопросы к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы и методы спектрального анализа. 2. Атомная спектроскопия и её виды. Характеристики спектральных линий. 3. Электронные термы и их обозначения. Правила отбора. 4. Форма и ширина спектральных линий. Механизмы уширения линий. 5. Молекулярная спектроскопия и её виды. 6. Молекулярные уровни: электронные, колебательные и вращательные. 7. Колебательно-вращательные спектры. Правила отбора. 8. Электронно-колебательно-вращательные переходы. Принцип Франка-Кондона. 9. Спектроскопия твёрдого тела. Переходы под действием света в идеальном кристалле. Взаимодействие света с фонной подсистемой. 10. Примесное и экситонное поглощение света в кристалле. Экситоны Френкеля и Ванье-Мотта. 11. Рентгеновская спектроскопия. Эффекты на краях основного поглощения: EXAFS и XANES. 12. Спектроскопия дефектных состояний в кристаллах. 13. Схема Теренина-Льюиса-Яблонского. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения. 14. Закон Стокса-Ломмеля. Правило Каши.

	15. Правило Левшина. Закон Вавилова. Вопросы к экзамену по спектроскопии.docx
Домашние задания (текущий контроль)	Задачи тема 1.docx; задачи тема 2.docx
Доклад (текущий контроль)	Рекомендуемые темы докладов: 1. Атомно-абсорбционная спектроскопия 2. Атомно-эмиссионная спектроскопия 3. Атомная флуоресценция 4. Инфракрасная спектроскопия 5. Масс-спектрометрия 6. Мёссбауэровская спектроскопия 7. Микроволновая спектроскопия 8. Молекулярная электронная спектроскопия 9. Оптическая спектроскопия в видимом диапазоне длин волн 10. Рентгеновская спектроскопия 11. Терагерцовая спектроскопия 12. Ультрафиолетовая спектроскопия 13. Фотоэлектронная спектроскопия 14. Спектроскопия комбинационного рассеяния света 15. Электронный парамагнитный резонанс 16. Ядерный магнитный резонанс

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Оптика и спектроскопия.
2. Оптический журнал. Название англоязычной копии Journal of Optical Technology.
3. Успехи физических наук
4. Материалы Всероссийских конференций студентов-физиков (ВНКСФ).

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Нет

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Нет

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный /
---	----------------	-------------------------	--	---

				свободный до- ступ)
1	Дополнительная литература	Лефедова, О. В. Молекулярная спектроскопия : учебно-методическое пособие / О. В. Лефедова, С. А. Шлыков. — Иваново : ИГХТУ, 2016. — 95 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/96110 (дата обращения: 19.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / И. Е. Иродов. — 17-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-4884-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/126942 (дата обращения: 24.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Основная литература	Васильева, В.И. Спектральные методы анализа. Практическое руководство. [Электронный ресурс] / В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина, С.И. Карпов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/50168 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	Слюсарева, Е. А. Оптическая спектроскопия: сложные молекулы : учебное пособие / Е. А. Слюсарева, М. А. Герасимова, Н. В. Слюсаренко. — Красноярск : СФУ, 2018. — 116 с. — ISBN 978-5-7638-3941-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/117772 (дата обращения: 19.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
5	Основная литература	Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур : учебное пособие / В. Б. Тимофеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1745-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169497 (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. 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	609 (16)	Спектрофотометр Cary UV 300