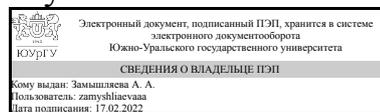


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



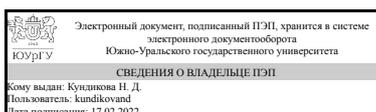
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.03 Волоконная оптика  
для направления 03.04.01 Прикладные математика и физика  
уровень Магистратура  
магистерская программа Волоконная и лазерная оптика  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика

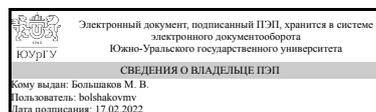
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 898

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



Н. Д. Кундикова

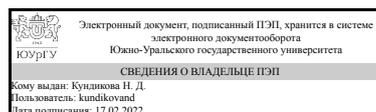
Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



М. В. Большаков

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является воспитание естественнонаучного мировоззрения как основного способа познания окружающего мира. Основные задачи курса: 1. Знакомство с основами волоконной оптики. 2. Формирование у студентов естественнонаучной картины мира.

## Краткое содержание дисциплины

Явления на границе раздела оптических сред. Основные характеристики световодов. Возбуждение волоконных световодов. Вытекающие лучи. Изгибы. Планарный симметричный волновод. Несимметричный планарный волновод. Волоконный световод со ступенчатым профилем показателя преломления. Принципы оптоволоконной связи. Применение волокон. Оптоволоконные датчики.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность ставить, формализовать и решать задачи, умение системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание	Знает: основные тенденции в развитии волоконной оптики и современные технологии производства оптических волокон специального назначения; явления и процессы, происходящие в оптических материалах при воздействии на них света; классификацию и теоретические основы конструкции; технологии производства оптических волокон. Умеет: выполнять математическое моделирование процессов распространения света с целью оптимизации параметров оптических волокон; применять полученные знания в будущей научной деятельности. Имеет практический опыт: расчета распределения светового поля, распространяющегося в оптическом волноводе; решения задач распространения излучения в оптических волокнах.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Кристаллооптика	Техническая оптика, Современные проблемы физики

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

Дисциплина	Требования
Кристаллооптика	Знает: явления и эффекты связанные с

	распространением света в анизотропной среде; основные законы распространения света в кристаллической среде. Умеет: производить расчет характеристик оптических приборов, состоящих из оптических кристаллических материалов; производить анализ параметров оптических систем, состоящих из оптических кристаллических материалов. Имеет практический опыт: владеет математическим аппаратом, позволяющим производить расчет оптических схем, состоящих из анизотропных материалов; владеет математическим аппаратом, описывающем распространение электромагнитных волн в анизотропном веществе.
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 40,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<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>	67,5	67,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Самостоятельное изучения материала дисциплины. Подготовка докладов на семинар.	55,5	55.5	
Подготовка к экзамену	12	12	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Явления на границе раздела оптических сред.	5	3	2	0
2	Основные характеристики световодов.	4	2	2	0
3	Возбуждение волоконных световодов.	3	2	1	0
4	Вытекающие лучи. Изгибы.	4	2	2	0
5	Планарный симметричный волновод.	4	2	2	0

6	Несимметричный планарный волновод.	4	2	2	0
7	Волоконный световод со ступенчатым профилем показателя преломления.	5	3	2	0
8	Принципы оптоволоконной связи.	1	0	1	0
9	Применение волокон. Оптоволоконные датчики.	2	0	2	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Явления на границе раздела оптических сред.	3
2	2	Основные характеристики световодов.	2
3	3	Возбуждение волоконных световодов.	2
4	4	Вытекающие лучи. Изгибы.	2
5	5	Планарный симметричный волновод.	2
6	6	Несимметричный планарный волновод.	2
7	7	Волоконный световод со ступенчатым профилем показателя преломления.	3

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Вывод волнового уравнения. Законы преломления и отражения. Формулы Френеля. Угол Брюстера. Явления полного внутреннего отражения. Ромб Френеля.	2
2	2	Многомодовый световод. Одномодовый световод. Планарный волновод. Волоконный световод. Ступенчатый профиль показателя преломления. Градиентный профиль показателя преломления. Построение лучевых траекторий. Меридиональные и косые лучи в волоконном световоде. Направляемые, рефрагирующие и тунеллирующие лучи. Лучевые параметры. Характеристики световодов. Уширение импульсов. Технология изготовления оптических волокон.	2
3	3	Возбуждение волоконных световодов диффузным и коллимированным источниками. Распределение мощности по различным лучевым направлениям. Понятие лучевой трубки. Возбуждение с помощью линзы.	1
4	4	Физические механизмы, приводящие к потерям мощности из-за рефракции и туннелирования. Выражения для скорости затухания мощности. Потери на излучение из оптических волноводов вызванные изгибами.	2
5	5	Уравнений Максвелла и граничные условия для планарного симметричного волновода. Решение уравнений Максвелла для продольных компонент. Четные и нечетные ТМ и ТЕ моды. Характеристическое уравнение. Планарный симметричный волновод со ступенчатым профилем показателя преломления.	2
6	6	Вывод характеристического уравнения. Решение характеристического уравнения. Понятие эффективного показателя преломления. Понятие критической толщины.	2
7	7	Уравнений Максвелла в цилиндрической системе координат. Ступенчатый профиль показателя преломления и решение уравнений Максвелла. Параболический профиль показателя преломления. Приближение слабонаправляющего волновода. Основные моды. Поляризационные поправки. Оптический эффект Магнуса.	2

8	8	Передача информации по оптическим волокнам. Различные виды доступных волокон, параметры передачи, различные моды передачи и потери, связанные с оптическими волокнами.	1
9	9	Амплитудные ВОД. ВОД на волоконно-оптических брэгговских решетках. Нелинейно-оптические ВОД. Поляризационные ВОД. Интерференционные ВОД.	2

### 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
Самостоятельное изучения материала дисциплины. Подготовка докладов на семинар.	Снайдер, А. Теория оптических волноводов Пер. с англ. под ред. Е. М. Дианова, В. В. Шевченко. - М.: Радио и связь, 1987. - 655,[1] с. ил.; Большаков М.В. Методические указания к семинарам.; Кундикова Н.Д. , Большаков М.В. Конспекты лекций по волоконной оптике.	2	55,5
Подготовка к экзамену	Е.М. Дианов, "Волоконная оптика: сорок лет спустя", Квант. электроника, 2010, 40 (1), 1–6.; Сидоров, А.И. Материалы и технологии волоконной оптики: оптическое волокно для систем передачи информации. [Электронный ресурс] / А.И. Сидоров, Н.В. Никоноров. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2009. — 95 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/40804">http://e.lanbook.com/book/40804</a> — Загл. с экрана. ; Гончаренко, А. М. Основы теории оптических волноводов. - Минск: Наука и техника, 1983. - 236 с.; Снайдер, А. Теория оптических волноводов Пер. с англ. под ред. Е. М. Дианова, В. В. Шевченко. - М.: Радио и связь, 1987. - 655,[1] с. ил.; Optical Fiber Technology в свободном доступе из сети университета на <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/10685200">http://www.sciencedirect.com/science/journal/10685200</a> ; Optics Communications в свободном доступе из сети университета на <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/00304018">http://www.sciencedirect.com/science/journal/00304018</a> ; Optics & Laser Technology в свободном доступе из сети университета на <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/00303992">http://www.sciencedirect.com/science/journal/00303992</a> ; Большаков М.В. Методические указания к семинарам.; Кундикова Н.Д. , Большаков М.В. Конспекты лекций по волоконной оптике.	2	12

## 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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	2	Текущий контроль	Доклад № 1	23	34	<p>Подготовленные доклады заслушиваются на занятиях, затем задаются вопросы докладчику и происходит обсуждение рассматриваемой темы. Оценка выставляется с учетом нескольких рубрик. Баллы по рубрикам суммируются. Максимальная оценка 34. Рубрики: 1.) Оформление презентации: Презентация отсутствует - 0 баллов; Оформлено не по правилам - 2 балла; К оформлению имеются замечания - 4 балла; Замечаний к оформлению нет - 6 баллов. 2.) Степень раскрытия материала: Устный доклад отсутствует - 0 баллов; Тема раскрыта не достаточно - 5 баллов; Тема раскрыта не полностью - 8 баллов; Тема полностью раскрыта - 10 баллов. 3.) Использование вспомогательного материала (шпаргалка): Текст полностью прочитан с использованием вспомогательных материалов - 0 баллов; Текст частично прочитан с использованием вспомогательных материалов - 2 балла; Докладчик иногда обращается к вспомогательным материалам в виде плана - 6 баллов; Докладчик не обращается к вспомогательным материалам - 8 баллов. 4.) Ответы на вопросы: Ответы на вопросы отсутствуют или все ответы неверны - 0 баллов; Докладчик ответил не на все вопросы или часть ответов неверны - 3 балла; На все вопросы дан правильный ответ - 6 баллов. 5.) Сроки выполнения: Доклад сделан с опозданием более 4 недель - 0 баллов; Доклад сделан с опозданием менее 4 недель - 2 баллов; Доклад сделан в установленные сроки - 4 балла.</p>	экзамен
2	2	Текущий контроль	Доклад № 2	23	34	<p>Подготовленные доклады заслушиваются на занятиях, затем задаются вопросы докладчику и происходит обсуждение рассматриваемой темы. Оценка выставляется с учетом нескольких рубрик. Баллы по рубрикам суммируются. Максимальная оценка 34. Рубрики: 1.) Оформление презентации: Презентация отсутствует - 0 баллов; Оформлено не по правилам - 2 балла; К оформлению имеются замечания - 4 балла; Замечаний к оформлению нет - 6 баллов. 2.) Степень</p>	экзамен

					<p>раскрытия материала: Устный доклад отсутствует - 0 баллов; Тема раскрыта не достаточно - 5 баллов; Тема раскрыта не полностью - 8 баллов; Тема полностью раскрыта - 10 баллов. 3.) Использование вспомогательного материала (шпаргалка): Текст полностью прочитан с использованием вспомогательных материалов - 0 баллов; Текст частично прочитан с использованием вспомогательных материалов - 2 балла; Докладчик иногда обращается к вспомогательным материалам в виде плана - 6 баллов; Докладчик не обращается к вспомогательным материалам - 8 баллов. 4.) Ответы на вопросы: Ответы на вопросы отсутствуют или все ответы неверны - 0 баллов; Докладчик ответил не на все вопросы или часть ответов неверны - 3 балла; На все вопросы дан правильный ответ - 6 баллов. 5.) Сроки выполнения: Доклад сделан с опозданием более 4 недель - 0 баллов; Доклад сделан с опозданием менее 4 недель - 2 баллов; Доклад сделан в установленные сроки - 4 балла.</p>		
3	2	Текущий контроль	Доклад № 3	23	34	<p>Подготовленные доклады заслушиваются на занятиях, затем задаются вопросы докладчику и происходит обсуждение рассматриваемой темы. Оценка выставляется с учетом нескольких рубрик. Баллы по рубрикам суммируются. Максимальная оценка 34. Рубрики: 1.) Оформление презентации: Презентация отсутствует - 0 баллов; Оформлено не по правилам - 2 балла; К оформлению имеются замечания - 4 балла; Замечаний к оформлению нет - 6 баллов. 2.) Степень раскрытия материала: Устный доклад отсутствует - 0 баллов; Тема раскрыта не достаточно - 5 баллов; Тема раскрыта не полностью - 8 баллов; Тема полностью раскрыта - 10 баллов. 3.) Использование вспомогательного материала (шпаргалка): Текст полностью прочитан с использованием вспомогательных материалов - 0 баллов; Текст частично прочитан с использованием вспомогательных материалов - 2 балла; Докладчик иногда обращается к вспомогательным материалам в виде плана - 6 баллов; Докладчик не обращается к вспомогательным материалам - 8 баллов. 4.) Ответы на вопросы: Ответы на вопросы отсутствуют или все ответы неверны - 0 баллов;</p>	экзамен

						Докладчик ответил не на все вопросы или часть ответов неверны - 3 балла; На все вопросы дан правильный ответ - 6 баллов. 5.) Сроки выполнения: Доклад сделан с опозданием более 4 недель - 0 баллов; Доклад сделан с опозданием менее 4 недель - 2 баллов; Доклад сделан в установленные сроки - 4 балла.	
4	2	Текущий контроль	Компьютерное тестирование	15	15	В тесте 15 вопросов. Каждый правильный ответ 1 балл. Тест ограничен по времени.	экзамен
5	2	Текущий контроль	Посещаемость	16	2	За каждое занятие максимально 2 балла. Присутствовал 2 балла, опоздал 1 балл, отсутствовал по уважительной причине 1 балл, слабая активность на занятии (например, не участвует в обсуждениях) 1 балл, отсутствие на занятии 0 баллов. Итоговый бал - среднее арифметическое за все занятия семестра.	экзамен
6	2	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	6	Критерии оценивания каждому вопросу: - получен правильный ответ на вопрос билета, продемонстрировано понимание содержания вопроса, даны правильные ответы на все дополнительные вопросы - 3 балла; - получен ответ на вопрос билета, возможны неточности принципиального характера, допускается отсутствие ответа на один из дополнительных вопросов - 2 балла; - тема вопроса раскрыта не полностью, допущены неточности, дан ответ не на все дополнительные вопросы - 1 балл; - тема вопроса не раскрыта, допущены серьезные ошибки, ответы на дополнительные вопросы неверны, ответ не соответствует теме вопроса или ответ на вопрос билета отсутствует - 0 баллов.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Итоговая оценка выставляется на экзамене, учитывая все контрольные мероприятия, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины. Оценка может быть изменена, если студент выразит желание сдать экзамен. На экзамене с помощью генератора случайных чисел выбирается номер билета. В каждом билете по 2 вопроса.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-1	Знает: основные тенденции в развитии волоконной оптики и современные	+	+	+	+	+	+

	технологии производства оптических волокон специального назначения; явления и процессы, происходящие в оптических материалах при воздействии на них света; классификацию и теоретические основы конструкции; технологии производства оптических волокон.						
ПК-1	Умеет: выполнять математическое моделирование процессов распространения света с целью оптимизации параметров оптических волокон; применять полученные знания в будущей научной деятельности.	+	+	+			+
ПК-1	Имеет практический опыт: расчета распределения светового поля, распространяющегося в оптическом волноводе; решения задач распространения излучения в оптических волокнах.					+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Снайдер, А. Теория оптических волноводов Пер. с англ. под ред. Е. М. Дианова, В. В. Шевченко. - М.: Радио и связь, 1987. - 655,[1] с. ил.

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

1. Optics & Laser Technology в свободном доступе из сети университета на <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00303992>

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Кундикова Н.Д., Большаков М.В. Конспекты лекций по волоконной оптике.
2. Большаков М.В. Методические указания к семинарам.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Кундикова Н.Д., Большаков М.В. Конспекты лекций по волоконной оптике.
2. Большаков М.В. Методические указания к семинарам.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Е.М. Дианов, "Волоконная оптика: сорок лет спустя", Квант. электроника, 2010, 40 (1), 1–6. <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сидоров, А.И. Материалы и технологии волоконной оптики: оптическое волокно для систем передачи информации. [Электронный ресурс] / А.И. Сидоров, Н.В. Никоноров. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2009. — 95 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/40804">http://e.lanbook.com/book/40804</a> — Загл. с экрана.
3	Дополнительная	ScienceDirect	Optical Fiber Technology. Ссылка на ресурс:

	литература		<a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/10685200">http://www.sciencedirect.com/science/journal/10685200</a>
4	Дополнительная литература	ScienceDirect	Optics Communications. Ссылка на ресурс: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/00304018">http://www.sciencedirect.com/science/journal/00304018</a>
5	Дополнительная литература	ScienceDirect	Optics & Laser Technology. Ссылка на ресурс: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/00303992">http://www.sciencedirect.com/science/journal/00303992</a>

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		Мультимедийное оборудование (компьютер, проектор, экран).
Лекции		Мультимедийное оборудование (компьютер, проектор, экран).