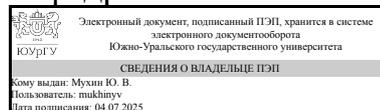


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



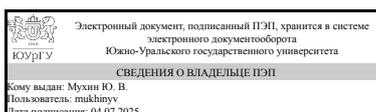
Ю. В. Мухин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.17 Оптические волноводы  
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Прикладные математика и физика  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика

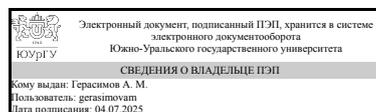
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

Зав.кафедрой разработчика,  
к.физ.-мат.н.



Ю. В. Мухин

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



А. М. Герасимов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Оптические волноводы» является формирование у студентов критичного стиля мировоззрения и системных, устойчивых представлений об естественнонаучной и, в том числе, физической картинах мира. Основные задачи курса: знакомство с основами волоконной оптики; развитие системного мышления; развитие способности к оптимальной организации познания.

## Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются современные проблемы физических исследований оптических волноводов, изучаются методики и приборы на их основе: возбуждение волоконных световодов, волоконный световод со ступенчатым профилем показателя преломления, применение волокон, оптоволоконные датчики, планарный симметричный волновод, основные характеристики световодов, вытекающие лучи, изгибы, явления на границе раздела оптических сред, несимметричный планарный волновод, принципы оптоволоконной связи.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен критически оценивать применимость применяемых методик и методов;	Знает: современные принципы построения и работы систем оптической передачи, обработки, хранения, отображения и защиты информации; физические принципы и математические модели волновой оптики. Умеет: применять на практике современные принципы и методы проектирования и расчета оптико-информационной техники. Имеет практический опыт: аналитического и численного анализа процесса распространения оптического излучения в элементной базе волновой оптики, а также расчета основных характеристик этих устройств.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Химия, Медицинская физика	Производственная практика (научно-исследовательская работа) (8 семестр), Производственная практика (преддипломная) (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:

Дисциплина	Требования
Химия	Знает: основные законы химии; положения современной теории строения атома; основные классы неорганических соединений; общие закономерности протекания химических реакций. Умеет: решать типовые учебные задачи, а также выполнять стандартные действия с учетом основных понятий и общих закономерностей. Имеет практический опыт: расчета на основании химических превращений, кинетических и термодинамических характеристик химических реакций.
Медицинская физика	Знает: основные объекты исследования медицинской физики; основные физические процессы, лежащие в основе физических методов, используемых в медицине. Умеет: грамотно воспринимать практические проблемы, связанных с биофизикой в целом, и со здоровьем человека, в частности. Имеет практический опыт: имеет представление о ключевых методах компьютерной диагностики в медицине.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Самостоятельное изучения материала дисциплины. Подготовка к коллоквиумам.	28,75	28.75	
Подготовка к зачёту	25	25	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
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	Оптические световоды	18	6	12	0
2	Оптические волноводы.	12	6	6	0

3	Явления на границе раздела оптических сред.	8	4	4	0
4	Оптоволоконная связь.	6	0	6	0
5	Оптоволоконные датчики.	4	0	4	0

## 5.1. Лекции

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

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Направляемые, рефрагирующие и туннелирующие лучи. Лучевые параметры. Характеристики световодов. Уширение импульсов. Технология изготовления оптических волокон. 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.	4
2	1	Понятие лучевой трубки. Возбуждение с помощью линзы. Возбуждение волоконных световодов диффузным и коллимированными источниками. Распределение мощности по различным лучевым направлениям.	4
3	1	Потери на излучение из оптических волноводов вызванные изгибами. Физические механизмы, приводящие к потерям мощности из-за рефракции и туннелирования. Выражения для скорости затухания мощности. Коллоквиум №1.	4
4	2	Планарный симметричный волновод со ступенчатым профилем показателя преломления. Уравнений Максвелла и граничные условия для планарного симметричного волновода. Решение уравнений Максвелла для продольных компонент. Четные и нечетные ТМ и ТЕ моды. Характеристическое уравнение.	2
5	2	Понятие эффективного показателя преломления. Понятие критической толщины. Вывод характеристического уравнения. Решение характеристического уравнения.	2
6	2	Поляризационные поправки. Оптический эффект Магнуса. Уравнений Максвелла в цилиндрической системе координат. Ступенчатый профиль показателя преломления и решение уравнений Максвелла. Параболический профиль показателя преломления. Приближение слабонаправляющего волновода. Основные моды.	2
7	3	Угол Брюстера. Явления полного внутреннего отражения. Ромб Френеля. Вывод волнового уравнения. Законы преломления и отражения. Формулы Френеля. Коллоквиум №2.	4
8	4	Различные виды доступных волокон, параметры передачи, различные моды передачи и потери, связанные с оптическими волокнами. Передача	6

		информации по оптическим волокнам.	
9	5	Амплитудные Волоконно-оптические датчики (ВОД). Поляризационные ВОД. Интерференционные ВОД. ВОД на волоконно-оптических брэгговских решетках. Нелинейно-оптические ВОД. Коллоквиум №3.	4

### 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 к коллоквиумам.	1) Иванов, А. Б. Волоконная оптика: Компоненты, системы передачи, измерения А. Б. Иванов. - М.: Компания Сайрус системс, 1999. - 671 с. ил. 2) Содха, М. С. Неоднородные оптические волноводы Пер. с англ. Под ред. В. А. Киселева. - М.: Связь, 1980. - 216 с. ил.	6	28,75
Подготовка к зачёту	1) Иванов, А. Б. Волоконная оптика: Компоненты, системы передачи, измерения А. Б. Иванов. - М.: Компания Сайрус системс, 1999. - 671 с. ил. 2) Содха, М. С. Неоднородные оптические волноводы Пер. с англ. Под ред. В. А. Киселева. - М.: Связь, 1980. - 216 с. ил.	6	25

## 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	6	Текущий контроль	Тест №1	1	10	тестирование по пройденному материалу разделов содержания дисциплины 1. В тестировании 10 заданий, уровень которых соответствует разбираемым на практических занятиях. За каждый правильный ответ 1 балл. За частично правильный ответ 0,5 балла. Задание может быть как с выборов варианта ответа, так и без него, а также может подразумевать развернутый письменный ответ. Всего за тестирование	зачет

						максимальный балл -10. Вес мероприятия 1.	
2	6	Текущий контроль	Тест № 2	1	10	тестирование по пройденному материалу разделов содержания дисциплины 2. В тестировании 10 заданий, уровень которых соответствует разбираемым на практических занятиях. За каждый правильный ответ 1 балл. За частично правильный ответ 0,5 балла. Задание может быть как с выборов варианта ответа, так и без него, а также может подразумевать развернутый письменный ответ. Всего за тестирование максимальный балл -10. Вес мероприятия 1.	зачет
3	6	Текущий контроль	Тест №3	1	10	тестирование по пройденному материалу разделов содержания дисциплины 3. В тестировании 10 заданий, уровень которых соответствует разбираемым на практических занятиях. За каждый правильный ответ 1 балл. За частично правильный ответ 0,5 балла. Задание может быть как с выборов варианта ответа, так и без него, а также может подразумевать развернутый письменный ответ. Всего за тестирование максимальный балл -10. Вес мероприятия 1.	зачет
4	6	Текущий контроль	Тест №4	1	10	тестирование по пройденному материалу разделов содержания дисциплины 4-5. В тестировании 10 заданий, уровень которых соответствует разбираемым на практических занятиях. За каждый правильный ответ 1 балл. За частично правильный ответ 0,5 балла. Задание может быть как с выборов варианта ответа, так и без него, а также может подразумевать развернутый письменный ответ. Всего за тестирование максимальный балл -10. Вес мероприятия 1.	зачет
5	6	Текущий контроль	Итоговое тестирование	4	10	тестирование по пройденному материалу разделов содержания дисциплины 1-5. В тестировании 10 заданий, уровень которых соответствует разбираемым на практических занятиях. За каждый правильный ответ 1 балл. За частично правильный ответ 0,5 балла. Задание может быть как с выборов варианта ответа, так и без него, а также может подразумевать развернутый письменный ответ. Всего за тестирование максимальный балл -10. Вес мероприятия 4. До итогового тестирования допускаются студенты сдавшие тесты 1,2,3,4	зачет
6	6	Промежуточная аттестация	зачет	-	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 не принципиального характера, допускается отсутствие ответа на один из	зачет

					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.	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Итоговая оценка выставляется на зачете, учитывая все контрольные мероприятия, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины. Оценка может быть изменена, если студент выразит желание сдавать зачет. На зачете 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. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-4	Знает: современные принципы построения и работы систем оптической передачи, обработки, хранения, отображения и защиты информации; физические принципы и математические модели волновой оптики.	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: применять на практике современные принципы и методы проектирования и расчета оптико-информационной техники.	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: аналитического и численного анализа процесса распространения оптического излучения в элементной базе волновой оптики, а также расчета основных характеристик этих устройств.	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. 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-
2. Савельев, И. В. Курс физики [Текст] Т. 2 Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика учебное пособие для вузов по техн. и технол. направлениям и специальностям : в 3 т. И. В. Савельев. - 4-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 462 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Иванов, А. Б. Волоконная оптика: Компоненты, системы передачи, измерения А. Б. Иванов. - М.: Компания Сайрус системс, 1999. - 671 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. Большаков М.В. Методические указания к семинарам.
2. Кундикова Н.Д., Большаков М.В. Конспекты лекций по волоконной оптике.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

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

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
5	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Е.М. Дианов, "Волоконная оптика: сорок лет спустя", Квант. электроника, 2010, 40 (1), 1–6. <a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24840236">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24840236</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -LibreOffice(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
Лекции	607 (16)	Проектор, компьютер, программное обеспечение PowerPoint.
Практические занятия и семинары	607 (16)	Проектор, компьютер, программное обеспечение PowerPoint.