

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 24 » ноября 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Волноводная фотоника** _____
(наименование)

Форма обучения: _____ **очная** _____
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ **бакалавриат** _____
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ **108 (3)** _____
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика** _____
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Фотоника и оптоинформатика (общий профиль, СУОС)** _____
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Изучение основ оптики планарных световодов и физических принципов работы элементов фотоники на их основе: интегрально-оптических элементов связи, линз, мультиплексоров, фильтров, циркуляторов, модуляторов, оптических усилителей. Изучение принципов и методов управления излучением в оптических линиях связи и интегрально-оптических устройствах фотоники.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Физика распространения электромагнитных волн в планарных оптических волноводах и оптическом волокне; физические эффекты и явления в волноводных структурах; конструирование и расчет пассивных и активных волоконных систем; конструирование и расчет элементов оптической линии связи, интегрально-оптических элементов.

1.3. Входные требования

Изучение дисциплины базируется на знаниях полученных при изучении разделов дисциплин "Физика", "Квантовая физика", "Оптическая физика", "Основы фотоники".

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-1пк-1.4	Знает основные характеристики и параметры волоконных систем; принципы работы волоконных лазеров, усилителей, циркуляторов, модуляторов, волоконных Брэгговских решёток; основные технические и технологические решения в области фотоники.	Знает теоретические основы и механизмы оптических нелинейностей при анализе поставленной задачи в области нелинейной оптики.	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-2пк-1.4	Умеет анализировать принципы работы и рассчитывать важнейшие характеристики источников и приемников оптического излучения; рассчитывать основные параметры волоконных систем; работать с технической литературой, государственными стандартами и технической документацией.	Умеет использовать законы и явления нелинейной оптики, фотоники и оптоинформатики при исследовании элементов и систем волоконной оптики.	Защита лабораторной работы
ПК-1.4	ИД-3пк-1.4	Владеет опытом работы с приборами и системами в области волноводной фотоники; приемами и алгоритмами расчета волоконных систем.	Владеет навыками оценки нелинейных эффектов в волоконно-оптических системах.	Дифференцированный зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	16	16
- лабораторные работы (ЛР)	36	36
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)		
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачет	9	9
Зачет		
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	108	108

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Волновая теория распространения излучения в волоконных световодах	6	10	0	16
Волноводная фотоника – определение, цели, задачи и области приложения. Классификация и свойства оптических волноводов. Геометрическая оптика волноводов. Моды волноводов. Оценка количества мод. Постоянная распространения. Апертура. Вывод волнового уравнения из уравнений Максвелла. ТЕ и ТМ – моды. Волновое уравнение для планарного волновода. Граничные условия. Решение волнового уравнения для планарного и цилиндрического волноводов, определение постоянной распространения для каждой моды.				
Применение волоконных световодов. Устройства управления светом.	10	26	0	38
Преимущества волноводного способа передачи информации. Компоненты волоконно-оптических систем связи. Схема волоконно-оптической системы связи. Эффект Фарадея. Оптические изоляторы. Оптические Циркуляторы. Ответвители и разветвители. Волоконные Брэгговские решетки. Спектральное уплотнение каналов. Тонкопленочные фильтры. Мультиплексоры и демультиплексоры на основе волоконных брэгговских решеток и дифракционных решеток. Устройства интегральной оптики. Виды модуляции сигнала (прямая, внешняя и внутренняя). Эффекты Керра и Поккельса. Ячейки Керра и Поккельса и принципы их работы. Электрооптические модуляторы интерференционного типа. Электроабсорбционные модуляторы. Акустооптическая модуляция. Магнитооптическая модуляция. Характеристики усилителей. Полупроводниковые оптические усилители. Активные оптические волокна и их характеристики. Источники накачки активных оптических волокон. Оптические волокна с двойной сердцевиной. GTWave – волокна. Схема эрбиевого оптического усилителя, его характеристики и принцип работы. Основные параметры волоконных усилителей.				
ИТОГО по 7-му семестру	16	36	0	54
ИТОГО по дисциплине	16	36	0	54

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Сварка оптических волокон
2	Исследование диода 1550 нм
3	Исследование диода накачки 980 нм
4	Сборка эрбиевого лазера
5	Изучение работы эрбиевого лазера и определение его характеристик
6	Сборка эрбиевого усилителя и определение характеристик его работы

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Иванов Г. А. Технология производства и свойства кварцевых оптических волокон : учебное пособие для вузов / Г. А. Иванов, В. П. Первадчук. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	10
2	Т. 1. - Долгопрудный: , Интеллект, 2012. - (Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие : в 2 т. : пер. с англ.; Т. 1).	5
3	Т. 2. - Долгопрудный: , Интеллект, 2012. - (Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие : в 2 т. : пер. с англ.; Т. 2).	5
4	Цаплин А. И. Методы измерений в волоконной оптике : учебное пособие для вузов / А. И. Цаплин, М. Е. Лихачев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	10
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Бейли Д. Волоконная оптика : теория и практика : пер. с англ. / Д. Бейли, Э. Райт. - М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2006.	9
2	Иванов А. Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения / А. Б. Иванов. - Москва: САЙРУС СИСТЕМС, 1999.	3
3	Листвин А. В. Оптические волокна для линий связи / А. В. Листвин, В. Н. Листвин, Д. В. Швырков. - М.: ЛЕСАРарт, 2003.	3
4	Листвин А. В. Рефлектометрия оптических волокон / А. В. Листвин, В. Н. Листвин. - М.: ЛЕСАРарт, 2005.	3
5	Розеншер Э. Оптоэлектроника : пер. с фр. / Э. Розеншер, Б. Винтер. - Москва: Техносфера, 2004.	13
6	Фриман Р Волоконно-оптические системы связи : пер. с англ. / Р. Фриман. - М.: Техносфера, 2007.	10
2.2. Периодические издания		
1	Квантовая электроника : журнал / Российская академия наук; Физический институт им. П. Н. Лебедева ; Институт общей физики им. А.М. Прохорова; Московский государственный инженерно-физический институт (технический университет); Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Международный учебно-научный лазерный центр; Астрофизика; Научно-исследовательский институт лазерной физики; Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт лазерной физики; Научно-исследовательский институт Полюс им. М. Ф. Стельмаха. - Москва: Физ. ин-т им. П. Н. Лебедева РАН, 1971 - .	
2	Прикладная фотоника : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Пермский инновационный территориальный кластер волоконно-оптических технологий Фотоника ; Под ред. А. С. Куркова ; С. А. Бабина. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014 - .	

3	Фотоника : научно-технический журнал / Техносфера; Лазерная ассоциация; журнал Photonik и AT-Fachverlag GmbH. - Москва: Техносфера, 2007 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Методические указания для студентов по освоению дисциплин	http://pstu.ru/files/2/file/kafedra/fpmm/of/Metodicheskie_ukazaniya_dlya_studentov_po_osvoeniyu_disciplini.pdf	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента	http://pstu.ru/files/2/file/kafedra/fpmm/of/Dlya_samostoyatelnoy_raboty_studenta.pdf	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	https://dvs.rsl.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Комплект оборудования по фотонике, ауд.252, гл. к.	1
Лекция	Проектор, экран (в мультимедийной учебной аудитории)	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Волноводная фотоника»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Волоконная оптика

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Общая физика

Форма обучения: Очная

Курс: 4

Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Пермь 2020

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам, сдаче отчетов по индивидуальным заданиям и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	С	ТО	ОЛР, ОИЗ	Т/КР	Дифференцированный зачет
Усвоенные знания					
З.1 Знать основные характеристики и параметры волоконных систем; принципы работы волоконных лазеров, усилителей, циркуляторов, модуляторов, волоконных Брэгговских решёток; основные технические и технологические решения в области фотоники.	С	ТО		Т1, Т2	ТВ
Освоенные умения					
У.1 Уметь анализировать принципы работы и рассчитывать важнейшие характеристики источников и приемников оптического излучения; рассчитывать основные параметры волоконных систем; работать с технической литературой, государственными стандартами и технической документацией.	С		ОЛР ОИЗ		
Приобретенные владения					
В.1 Владеть опытом работы с приборами и системами в области волноводной фотоники; приемами и алгоритмами расчета волоконных систем.			ОЛР ОИЗ		

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; ОИЗ – отчет по индивидуальным заданиям; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ, защиты индивидуальных заданий и рубежных

тестирований.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Защита индивидуальных заданий

Защита индивидуальных заданий проводится индивидуально каждым студентом. Типовые индивидуальные задания:

1. Для оптического волокна с заданным составом сердцевины и оболочки рассчитайте

1) показатели преломления сердцевины и оболочки на длинах волн

а) 1,55 мкм;

б) 1.3 мкм

2) числовую апертуру на этих длинах волн

2. Рассчитайте характеристики мод цилиндрического волоконного световода с заданными параметрами:

1) Рассчитайте диаметр заготовки D .

2) Сколько мод (N) может распространяться по этому световоду для заданной длины волны?

3) Рассчитайте длину волны отсечки (λ_c) первой моды.

4) Рассчитайте нормированную постоянную распространения V первой моды.

5) Рассчитайте постоянную распространения β первой моды.

6) Рассчитайте эффективный показатель преломления первой моды n_e .

7) Рассчитайте диаметр поля первой моды w_e .

8) Сравните мощности излучения на оси световода и на границе сердцевины и оболочки. Определите отношение η_1 мощностей.

а) используйте гауссово приближение

б) используйте функции Бесселя в пакете Microsoft Excel.

Сравните результаты, полученные в пунктах а) и б).

9) Сравните мощности излучения на оси световода и в оболочке на расстоянии $0,1a$ от границе сердцевины и оболочки. Определите отношение η мощностей.

а) используйте гауссово приближение

б) используйте функции Ханкеля в пакете Microsoft Excel.

Сравните результаты, полученные в пунктах а) и б).

Типовые шкала и критерии оценки выполнения индивидуальных заданий приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Рубежное тестирование

Согласно РПД запланировано 2 рубежных тестирования после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первое тестирование по модулю 1

«Волновая теория распространения излучения в волоконных световодах», второе тестирование – по модулю 2 «Применение волоконных световодов. Устройства управления светом».

Типовые задания первого теста:

1. Какая из следующих легирующих добавок в кварцевое стекло понижает показатель преломления?

- 1) Al_2O_3 2) P_2O_5 3) GeO_2 4) **F**

2. Постоянную распространения β можно трактовать как...

- 1) проекцию волнового вектора на направление поперечное распространению света
2) разность показателей преломления сердцевины и оболочки
3) **проекцию волнового вектора на направление вдоль световода**
4) предельный угол полного отражения от оболочки световода

3. Определите величину $(1 - \sin\varphi_c)$, где φ_c – критический угол для кварцевого волокна ($n=1,46$) с разницей показателей преломления сердцевины и оболочки 0,015.

- 1) **0,01** 2) 0,015 3) 0,02 4) 0,005

4. Апертура световода при увеличении показателя преломления сердцевины

- 1) **увеличивается**
2) уменьшается
3) не изменяется
4) может увеличиться или уменьшиться в зависимости от вводимой в сердцевину легирующей примеси.

5. Диаметр сердцевины световода увеличили в 2 раза при прочих равных условиях. Как изменилась апертура световода?

- 1) **Не изменилась**
2) уменьшилась в 2 раза
3) увеличилась в 2 раза
4) увеличилась в 4 раза

6. Под каким максимальным углом к оси кварцевого ($n=1,46$) световода можно вводить излучение из воздуха при разности показателей преломления сердцевины и оболочки 0,01? Ответ округлите до целых градусов.

- 1) 5° 2) **10°** 3) 15° 4) 20°

7. При увеличении толщины сердцевины плоского многомодового световода в 2 раза и апертуры этого световода в 2 раза количество мод световода

- 1) увеличивается в 2 раза
2) не изменяется
3) **увеличивается в 4 раза**
4) увеличивается в 8 раз

8. Плоский волоконный световод имеет апертуру 0,1. Пусть λ - длина волны вводимого излучения. Тогда минимальная толщина сердцевины световода, при котором он будет одномодовым, равна:

- 1) 10λ 2) λ 3) 2λ 4) **5λ**

9. Длина волны отсечки – это

- 1) длина волны, меньше которой не может распространяться основная мода
- 2) длина волны, больше которой не может распространяться основная мода
- 3) длина волны, меньше которой не может распространяться вторая мода
- 4) длина волны, больше которой не может распространяться вторая мода**

10. Чему равна длина волны отсечки для плоского волоконного световода с толщиной сердцевины 8 мкм и апертурой 0,15?

- 1) **2,4 мкм**
- 2) 1,2 мкм
- 3) 0,8 мкм
- 4) 1,6 мкм

Типовые задания второго теста:

1. Мультиплексор – это

- 1) преобразователь электрического сигнала в оптический
- 2) преобразователь оптического сигнала в электрический
- 3) электрооптическое устройство для фазовой модуляции сигнала
- 4) устройство для объединения излучений различных источников**

2. Спектральное уплотнение каналов используется для

- 1) увеличения скорости передачи информации по одному световоду**
- 2) уменьшения хроматической дисперсии
- 3) уменьшения потерь в оптическом световоде
- 4) увеличения разрешающей способности при приеме информации

3. Излучение какой длины волны будет отражать Брэгговская решетка, если период модуляции показателя преломления составляет 0,5 мкм, а средняя величина показателя преломления составляет 1,46?

- 1) 2,92 мкм
- 2) 1,46 мкм**
- 3) 0,97 мкм
- 4) 2,19 мкм

4. В оптический ответвитель X-типа в первый канал вводится излучения с интенсивностью 1 (в усл. единицах), а во второй канал – с интенсивностью – 0. Длина оптического контакта между двумя волокнами подобрана таким образом, что разность фаз между четной и нечетной модой на участке контакта равна π . Интенсивности в первом и втором канала на выходе составят (соответственно):

- 1) 1 и 0
- 2) 0,5 и 0,5
- 3) 0 и 1**
- 4) 0,25 и 0,75

5. Принцип действия оптических изоляторов основан на

- 1) эффекте Фарадея**
- 2) эффекте Керра
- 3) эффекте Саньяка
- 4) эффекте полного внутреннего отражения

6. В оптическом четырехпортовом циркуляторе сигнал из порта 3 может поступать

- 1) только в порт 1
- 2) в порты 2 или 4
- 3) только в порт 2
- 4) только в порт 4**

7. Электрооптическая модуляция сигнала основана на эффекте

- 1) возникновения двойного лучепреломления в оптических средах при наложении электрического поля**
- 2) взаимодействия фотонов и фононов оптической среды
- 3) вращении плоскости поляризации света в электрическом поле

- 4) изменении ширины запрещенной зоны оптической среды под воздействием электрического поля
8. В электрооптическом модуляторе интерференционного типа (Маха-Цендера) на фазосдвигающее плечо было подано напряжение такое, что разность фаз между плечами составила π . Чему будет равна интенсивность света на выходе из модулятора, если на входе она составляла 1 (в условных единицах).
- 1) 1 2) 2 3) 0,5 4) 0
9. Активные оптические волокна представляют собой
- 1) волокна, сохраняющие поляризацию
2) волокна, вращающие плоскость поляризации
3) **волокна с добавками в сердцевину ионов редкоземельных элементов**
4) дырчатые волокна с повышенной апертурой
10. Какую роль играет накачка на длине волны 980 нм в эрбиевых усилителях?
- 1) накачка модулирует излучение на длине волны 1550 нм и восстанавливает сигнал
2) **накачка переводит ионы редкоземельных элементов в возбужденное состояние для того, чтобы эти ионы усиливали сигнал на длине волны 1550 нм за счет процесса вынужденного излучения**
3) накачка смешивается с излучением 1550 нм, при этом происходит передача информации на длину волны 980 нм
4) накачка усиливает излучение на длине волны 1550 нм за счет процесса вынужденного рассеяния света на фонах кварцевого стекла

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежного тестирования приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ, индивидуальных заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета по дисциплине. Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет включает два теоретических вопроса.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:



12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

Волоконная оптика

Кафедра «Общая физика»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Дисциплина «Волноводная фотоника»

БИЛЕТ № 5

1. Принцип действия и схема оптического циркулятора
2. Ячейка Поккельса. Принцип действия и применение в волоконной оптике.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче дифференцированного зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при дифференцированном зачёте считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации используются следующие критерии:

$$OЗ = 0.5 * OЗЗ + 0.3 * OЗР + 0.2 * OЗТ,$$

где OЗ – общая оценка уровня сформированности знаний, OЗЗ – оценка знаний при ответе на билет зачета, OЗР – средняя оценка знаний при рубежных тестированиях, OЗТ – оценка знаний при текущем контроле
(Все оценки по 4-х бальной шкале 2,3,4,5)

$$OУ = 0.5 * OУИЗ + 0.5 * OУЛ,$$

где OУ – общая оценка уровня сформированности умений, OУИЗ – оценка умений по итогам защиты индивидуальных заданий, OУЛ – оценка умений по итогам защиты лабораторных работ

$$OВ = 0.5 * OВИЗ + 0.5 * OВЛ,$$

где OВ – общая оценка уровня сформированности владений, OВИЗ – оценка владений по итогам защиты индивидуальных заданий, OВЛ – оценка владений по итогам защиты лабораторных работ.

Итоговая оценка за дисциплину выставляется по формуле (с округлением до ближайшего целого)

$$ИО = 0.4 * OЗ + 0.3 * OУ + 0.3 * OВ,$$

где ИО – итоговая оценка.

Если ИО оказывается не ниже 3.0 балла, по дисциплине выставляется оценка 3.0, 4.0 либо 5.0 с использованием общеизвестных правил округления до целого: если дробная десятичная часть ИО больше 0.5, то в большую сторону, иначе – в меньшую. Если какая-то из оценок OЗ, OУ, OВ меньше 3.0 балла, ставится оценка 2.0 (неудовлетворительно).