

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

« 04 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Специальные волоконные световоды** _____
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: _____ **144 (4)** _____
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика** _____
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Материалы и технологии волоконной оптики** _____
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины «Специальные волоконные световоды» – знакомство с физическими основами оптики кварцевых волокон, разновидностями световодов, их основными характеристиками, видами использования, технологиями производства и стандартными методами измерений и проектирования, а также основными научно-техническими проблемами, стратегиями и инновациями развития измерений в волоконной оптике.

В процессе изучения дисциплины студент расширяет и углубляет следующие компетенции:

- способность использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и способность критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости;
- способность осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задач;
- готовность к профессиональной эксплуатации современного технологического оборудования для производства специальных кварцевых волокон;
- способность использовать современные методы измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей.

1.2 Задачи дисциплины:

- изучение структуры, состава и свойства оптических материалов;
- изучение методов получения специальных волоконных световодов, в том числе микроструктурированных
- изучение характеристик специальных волоконных световодов, в том числе дисперсионных свойств
- изучение современных методов измерения характеристик специальных волокон;
- формирование умения разрабатывать технологию производства специальных оптоволокон, в т.ч. микроструктурированных;
- формирование умения выбирать методы для измерения характеристик фотоннокристаллических волокон;
- формирование навыков разработки моделей для расчета свойств специальных волокон;
- формирование навыков измерений характеристик специальных волокон.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- кварцевые оптические стекла и волокна: их оптические характеристики, свойства, принципы передачи сигнала в кварцевых оптических волокнах;
- специальные волоконные световоды, включая активные, анизотропные, фотонно-кристаллические, а также световоды для волоконных лазеров;
- технологии изготовления и проектирования специальных волоконных световодов.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

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	Знание специфических свойства различных типов чистых и легированных стекол; плазмохимических методов получения заготовок оптических волокон; физических основ нелинейных оптических эффектов; основных методов анализа и оценки нелинейных оптических эффектов при конструировании и производстве специальных кварцевых волокон. Знание методов получения микроструктурированных волокон. Знание дисперсионных свойств различных волокон, спектральных зависимостей дисперсии в одномодовом ОВ.	Знает специфические свойства различных типов чистых и легированных стекол; плазмохимические методы получения заготовок оптических волокон; методы получения микроструктурированных волокон; дисперсионные свойства различных волокон, спектральных зависимостей дисперсии в одномодовом ОВ; классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов	Дифференцированный зачет
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	Умеет применять основные способы производства кварцевых труб; выбирать режимы процессов «жакетирования» и технологии заготовка (стержень) в цилиндре»; разрабатывать технологию получения микроструктурированных волокон с заданными свойствами; определять характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях; разрабатывать технологию получения микроструктурированных ОВ с заданными свойствами.	Умеет применять основные способы производства кварцевых труб; разрабатывать технологию получения микроструктурированных волокон с заданными свойствами; определять характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях	Дифференцированный зачет
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	Овладение навыками определения набора материалов, инструментов и	Владеет навыками расчета показателя преломления чистых и легированных кварцевых стекол;	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		оборудования, необходимых для производства заказанного оптического волокна; организации хранения токсичных и особо чистых материалов для производства оптического волокна. Способность в качестве руководителя подразделения, лидера группы сотрудников формировать цели команды, принимать решения в ситуациях риска, учитывая цену ошибки, вести обучение и оказывать помощь сотрудникам. Способность обучать новых сотрудников работе с приборами и оборудованием, используемым при производстве волокон.	навыками разработки различных схем процесса получения заготовки кварцевых оптических волокон; расчета и проектирования микроструктурированных волокон, специальных волоконных световодов и кабелей	
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знание физических законов, определяющих распространение света по волокну и методов решения волнового уравнения; основных характеристик волоконных световодов и методов их измерения; классификации и основных характеристик специальных волоконных световодов; современных методов измерения характеристик фотоннокристаллических волокон.	Знает современные методы измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей; классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов	Дифференцированный зачет
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умение получать распределение полей при распространении света по волокну; обрабатывать и анализировать данные, полученные при измерениях характеристик специальных волоконных	Умеет выбирать методы для измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		световодов; выбирать методы для измерения характеристик фотоннокристаллических волокон.		
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владение навыками численного расчета оптических характеристик волокон; проведения измерений с использованием специальных волоконных световодов; расчета и проектирования микроструктурированных волокон; измерения характеристик фотоннокристаллических волокон; моделирования характеристик фотоннокристаллических волокон.	Владеет навыками измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей	Дифференцированный зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
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)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

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
3-й семестр				
Теоретические основы функционирования оптических волокон.	4	0	10	20
<p>Тема 1. Введение в дисциплину.</p> <p>Общая характеристика специальных волоконных световодов. Волоконно-оптические устройства на основе специальных волоконных световодов для: накачки волоконных лазеров, оптических мультиплексоров и демultipлексоров, модуляторов, фильтров, разветвителей, изоляторов, поляризаторов, компенсации дисперсии, источников суперконтинуума.</p> <p>Тема 2. Конструкции и типы специальных волоконных световодов.</p> <p>Волоконные световоды активные и пассивные, изотропные и анизотропные, фотонно-кристаллические, фоточувствительные, со смещенной и сглаженной дисперсией. Активные волоконные световоды разных конструкций: с двойной оболочкой, фотоннокристаллической внутренней оболочкой, некруглой формой внутренней оболочки; с разным составом матрицы стекла сердцевины. Фоточувствительные волоконные световоды с разными способами создания фоточувствительности.</p>				
Технологии изготовления специальных волоконных световодов.	4	0	10	20
<p>Тема 3. Технологии изготовления специальных волоконных световодов.</p> <p>Технологии и материалы для изготовления специальных волоконных световодов и волоконно-оптических устройств на их основе.</p>				
Свойства специальных волоконных световодов.	8	0	12	50
<p>Тема 4. Активные волокна и конструкции на их основе.</p> <p>Принцип работы эрбиевого волоконного усилителя. Основные элементы и характеристики. Ширина и равномерность полосы усиления. Рамановский волоконный усилитель. Преимущества и недостатки волоконных усилителей и лазеров.</p> <p>Тема 5. Фоточувствительные волоконные световоды и брэгговские решетки.</p> <p>Принцип действия волоконной брэгговской решетки, типы решеток. Применение волоконных брэгговских решеток в схемах диодных и волоконных лазеров и для компенсации дисперсии.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИТОГО по 3-му семестру	16	0	32	90
ИТОГО по дисциплине	16	0	32	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Моделирование пространственного распределения полей в изотропном световоде.
2	Механическая прочность и срок службы оптических волокон.
3	Частотные и временные характеристики. Диаграмма излучения и поглощения энергии.
4	Методы измерения модовой дисперсии
5	Методика определения спектральных характеристик активных оптических волокон
6	Технологии изготовления фотоннокристаллических волокон.
7	Резонаторы лазерных систем. Схемы волоконных лазеров. Современные волоконные лазеры инфракрасного диапазона.
8	Современные разработки по увеличению фоточувствительности волоконных световодов.
9	Методика определения оптимальной длины эрбиевого световода для работы волоконного усилителя
10	Моделирование работы эрбиевого волоконного лазера.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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.

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	Шумкова Д. Б. Специальные волоконные световоды : учебное пособие / Д. Б. Шумкова, А. В. Левченко. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Листвин А. В. Рефлектометрия оптических волокон / А. В. Листвин, В. Н. Листвин. - М.: ЛЕСАРпт, 2005.	3
2	Окрепилов В.В. Стандартизация и метрология в нанотехнологиях / В.В. Окрепилов. - СПб: Наука, 2008.	1
3	Скляров О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие / О. К. Скляров. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.	3
2.2. Периодические издания		
1	Оптический журнал : научно-технический журнал / Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики; Оптическое общество им. Д.С. Рождественского. - Санкт-Петербург: ГОИ им. С.И. Вавилова, 1931 - .	
2	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)
Основная литература	Специальные волоконные световоды / Д.Б. Шумкова, А.В. Левченко – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011 — 177 с	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3736	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Скляр О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие / О. К. Скляр. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks145278	сеть Интернет; авторизованный 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.	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
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/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Комплект мультимедийного оборудования: компьютер или ноутбук с проектором	1
Практическое занятие	Комплект мультимедийного оборудования: компьютер или ноутбук с проектором	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
«Специальные волоконные световоды»
Приложение к рабочей программе дисциплины**

Направление подготовки:	12.04.03 Фотоника и оптоинформатика
Направленность (профиль) образовательной программы:	«Материалы и технологии волоконной оптики»
Квалификация выпускника:	Магистр
Выпускающая кафедра:	«Общая физика»
Форма обучения:	Очная

Курс: 2 **Семестр:3**

Трудоёмкость:

- кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
- часов по рабочему учебному плану:	144 ч

Форма промежуточной аттестации

Диф. зачет: 3 сем.

Пермь 2019

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 (3-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются 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 и зачете. 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	Промежуточный
Усвоенные знания. Знает:	С	Т	Диф. зачет
3.1 Знать специфические свойства различных типов чистых и легированных стекол; плазмохимические методы получения заготовок оптических волокон; методы получения микроструктурированных волокон; дисперсионные свойства различных волокон, спектральных зависимостей дисперсии в одномодовом ОВ; классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов.	С	T1	ТВ
3.2 Знать современные методы измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей; классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов.	С	T2	ТВ
Освоенные умения. Умеет:			

У.1 Уметь применять основные способы производства кварцевых труб; разрабатывать технологию получения микроструктурированных волокон с заданными свойствами; определять характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях.	С	ТЗ	З
У.1 Уметь выбирать методы для измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей	С		
Приобретенные владения. Владеет:			
В.1 Владеть навыками расчета показателя преломления чистых и легированных кварцевых стекол; разработки различных схем процесса получения заготовки кварцевых оптических волокон; расчета и проектирования микроструктурированных волокон, специальных волоконных световодов и кабелей.	С		З
В.1 Владеть навыками измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей	С		

С – собеседование по теме; Т – рубежное тестирование; ТВ – теоретический вопрос билета; З – задача билета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде диф. зачета, проводимая с учётом 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 обучаемого 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

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, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных тестирований.

2.2.1. Рубежное тестирование

Согласно РПД запланировано 3 рубежных тестирования (Т) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первое тестирование - по модулю 1 «Теоретические основы функционирования оптических волокон», второе тестирование – по модулю 2 «Технологии изготовления специальных волоконных световодов», третье тестирование – по модулю 3 «Свойства специальных волоконных световодов».

Типовые задания первого теста:

1. Автором фундаментальной работы, в которой показана возможность уменьшения потерь в волокне из плавленого кварца с оболочкой до 20 дБ/км, был...

- 1) Джон Тиндал; 2) Клауд Чапп; 3) Александр Белл;
4) Чарльз Као; 5) Клод Шапп.

2. Наиболее важными преимуществами оптики как коммуникационной среды являются...

- 1) широкая полоса пропускания, нечувствительность к электромагнитным помехам, низкие потери.
 2) малый вес, малый размер; 3) безопасность, секретность; **4) все вышеперечисленные.**

3. При уменьшении диаметра сердцевины в оптоволокне полоса пропускания /потери...

- 1) уменьшается / уменьшаются; **2) увеличивается / уменьшаются;**
 3) увеличивается / увеличиваются; 4) без изменений / увеличиваются;
 5) уменьшается / увеличиваются.

4. Оптические потери, обусловленные поглощением света по длине оптического волокна, оцениваются в...

- 1) дБ/км;** 2) Дж/км; 3) Вт/км; 4) Лм/км; 5) Лк/км.

5. На сколько процентов отличаются показатели преломления сердцевин и оболочки?

- А) на 50% Б) на 25% В) на 10% Г) менее чем на 1%

6. Числовой апертурой A ступенчатого волокна с показателем преломления сердцевин n_1 , оболочки – n_0 называется...

- 1) $A = \sqrt{n_0^2 - n_1^2}$; 2) $A = n_1/n_0$; 3) $A = n_0/n_1$; 4) $A = \sqrt{n_1^2 - n_0^2}$; 5) $A = \sqrt{1 - (n_0/n_1)^2}$.

7. Материальная дисперсия определяется

- 1) **только зависимостью показателя преломления от длины волны**; 2) только зависимостью коэффициента распространения моды от длины волны; 3) обоими факторами; 4) ни одним из этих факторов.

8. Что из нижеперечисленного является наиболее важным следствием широкой полосы пропускания оптического волокна?

- А) **высокая скорость и информационная емкость линий**
 Б) меньшее число повторителей
 В) невосприимчивость по отношению к электромагнитным полям
 Г) все выше перечисленное

Типовые задания второго теста:

- Высокие потери в стеклах, получаемых до 2 половины XX в., в основном вызваны
 - несовершенством технологии
 - некорректным измерением
 - отсутствием промышленного производства
 - отсутствием передающих и принимающих устройств
 - примесями**
- CVD процессы подразумевают:
 - внешнее осаждение
 - внутреннее осаждение**
 - алмазное сверление
 - шлифование
 - полировку
- При создании активных волокон используют:
 - полимерные композиции
 - редкоземельные металлы**
 - воздушные полости
 - подкрутку в башне
 - специальный лазер
- Потери в современных телекоммуникационных волокнах составляют:
 - чуть менее 0,1 дБ/км
 - чуть менее 0,15 дБ/км
 - чуть менее 0,2 дБ/км**
 - чуть менее 0,25 дБ/км
 - чуть менее 0,3 дБ/км.
- Добавка оксида германия в чистое кварцевое стекло при изготовлении заготовки волокна
 - Понижает показатель преломления оболочки
 - Повышает показатель преломления оболочки
 - Понижает показатель преломления сердцевин
 - Повышает показатель преломления сердцевин**
 - Не влияет на показатель преломления.
- Основной компонент кварцевого стекла:
 - оксид кальция
 - оксид железа
 - оксид кремния
 - оксид германия**
 - оксид бора

7. Какое максимальное содержание весовых частей водяного пара на миллион весовых частей газаносителя может в таком газе содержаться (из требований к MCVD-процессу)?
 а) **не более 0,2;** б) не более 0,4; в) не более 0,6; г) не более 0,8; д) не более 1
8. Метод OVD подразумевает осаждение реагентов на внешнюю поверхность:
 а) опорной трубы; б) нагружающего стержня; в) зеркала; г) волокна, изготовленного другим способом; д) **заготовки, изготовленной другим способом.**

Типовые задания третьего теста:

1. Активный ион для легирования должен
 а) иметь малую растворимость в кварцевом стекле б) **иметь излучательный переход в ближней ИК-области** в) иметь энергетические уровни с малым зазором г) образовывать комплексы с соединениями германия
2. Область люминесценции иона Er^{3+} находится на длине волны
 а) 0,5 мкм б) 1 мкм в) **1,5 мкм** г) 2 мкм
3. Типичная температура кипения хлоридов РЗЭ составляет ($^{\circ}\text{C}$)
 а) 20-80 б) 200-500 в) 1000-1200 г) **>1500**
4. При использовании хлоридов РЗЭ паразитным эффектом является
 а) выделение водорода б) **выделение углерода** в) выделение кислорода г) выделение хлора
5. Модификаторы используются для
 а) **повышения концентрации РЗЭ без фазового разделения** б) понижения температуры
 в) размягчения стекла г) качественного изменения схемы энергетических уровней
6. В качестве модификатора может использоваться
 а) **оксид алюминия** б) оксид бора в) оксид германия г) фторид железа
7. Фоточувствительность волокна увеличивается при его насыщении
 а) азотом б) **водородом** в) кислородом г) эрбием
8. Наибольшей устойчивостью к ионизирующим воздействиям обладает
 а) **кварцевое стекло** б) германосиликатное стекло в) боросиликатное стекло г) алюмосиликатное стекло

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

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска является положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме диф. зачета. Диф. зачет проводится в устной форме по билетам. Билет включает теоретический вопрос и задачу.

2.3.2. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Дисперсия. Искажения сигналов. Модуляционно-частотные характеристики и полоса пропускания.
2. Конструкции и материалы оптических волокон. Особенности конструкции волокон, относящихся к категории специальных.
3. Парофазные технологии получения заготовок кварцевых волокон.
4. Принцип работы эрбиевого волоконного усилителя. Основные элементы и характеристики. Ширина и равномерность полосы усиления.
5. Принцип действия волоконной брэгговской решетки. Типы фоточувствительности в германосиликатных стеклах. Применение волоконных брэгговских решеток в схемах диодных и волоконных лазеров и для компенсации дисперсии.
6. Волокна, сохраняющие поляризацию излучения. Конструкции и применение.

Типовые задачи для контроля освоенных умений и владений:

1. Сердцевина волокна изготовлена из чистого кварца и имеет диаметр 10 микрон, оболочка – из кварца, легированного оксидом германия (молярная концентрация 12 %). Найти апертуру и длину волны отсечки.
2. Волоконный лазер использует в качестве активной среды волокно с разностью показателей преломления $\Delta n = 0.01$ и имеет выходную мощность 10 Вт. Считая диаметр волокна пренебрежимо малым и распределение мощности ступенчатым, определить какая мощность может попасть в зрачок диаметром 4 мм на расстояниях 30 см и 1 м.
3. Диаметр сердцевины волокна составляет 6 мкм, рассчитать диаметр поля моды в гауссовом приближении на длине волны отсечки

2.3.3. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

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

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов знать, уметь и владеть приведены в общей части ФОС магистерской 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 на экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных 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 диф. зачета 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 диф. зачета, OЗР – средняя оценка знаний при рубежных тестированиях, OЗТ – оценка знаний при текущем контроле

$$OУ = 0.3 * OУЗ + 0.7 * OУЛ,$$

где OУ – общая оценка уровня сформированности умений, OУЗ – оценка умений по итогам решения задачи билета, OУЛ – оценка умений по итогам защиты лабораторных работ

$$OВ = 0.4 * OВЗ + 0.6 * OВЛ,$$

где OВ – общая оценка уровня сформированности владений, OВЗ – оценка умений по итогам решения задачи билета, OВЛ – оценка владений по итогам защиты лабораторных работ.

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

$$O = 0.6 * OЗ + 0.2 * OУ + 0.2 * OВ,$$

где O – итоговая оценка.