

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Направление 200700.68 «Фотоника и оптоинформатика»
Профиль «Материалы и технологии волоконной оптики»
Факультет прикладной математики и механики
Кафедра общей физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, профессор
Н.В. Лобов
(подпись) (инициалы, фамилия)
« » _____ 2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Специальные волоконные световоды

Профиль подготовки бакалавра/магистра, Специализация специалиста	Материалы и технологии волоконной оптики <i>(Профиль (специализация) подготовки)</i>
Выпускающая кафедра	Общей физики <i>(Наименование кафедры)</i>
Квалификация (степень) выпускника	магистр <i>(бакалавр/магистр/ специалист)</i>
Форма обучения	очная <i>(очная, очно-заочная и др.)</i>

Курс: 6 **Семестр(ы):** 10

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану (РУП): 4
Часов по рабочему учебному плану (РУП): 144

Виды контроля:

Экзамен: - **1** Зачет: - **нет** Курсовой проект: - **нет** Курсовая работа: - **нет**
Пермь 2012г

Рабочая программа дисциплины составлена на основании:

Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 200700 – «Фотоника и оптоинформатика» (квалификация (степень) «магистр»), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 8 декабря 2009 г., № 705.

Рабочая программа согласована:

- с рабочими программами ранее изученных дисциплин бакалаврской подготовки;

- с рабочими программами дисциплин, при изучении которых будут востребованы знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины:

- история и методология фотоники и оптоинформатики;
- физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики;
- математические методы компьютерных технологий в научных исследованиях.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Общая физика» « 16 » ноября 2011__ г., протокол № 2-11/12.

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета прикладной математики и механики « » _____ 20__ г., протокол № _____ .

Разработчик канд. физ.-мат. наук, доцент _____ Шумкова Д.Б.
уч. степень, уч. звание подпись

Рецензент д-р техн. наук, профессор _____ Первадчук В.П.
уч. степень, уч. звание подпись

Зав. кафедрой д-р техн. наук, профессор _____ Цаплин А.И.
уч. степень, уч. звание подпись

Председатель методической комиссии
факультета ПММ

канд. техн. наук, доцент _____ Катаев С.П.
уч. степень, уч. звание подпись

Согласовано

Начальник УМУ канд. техн. наук, доцент _____ Данилов А.Н.
уч. степень, уч. звание подпись

1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.2. Целью и задачами освоения учебной дисциплины являются:

Цель дисциплины: состоит в том, чтобы ознакомить обучаемых с объектами и направлениями профессиональной деятельности магистров в области специальных волоконных световодов, физическими основами оптики кварцевых световодов, их разновидностями, основными характеристиками, видами использования, технологиями производства и стандартными методами измерений и проектирования, а также основными научно-техническими проблемами, стратегиями и инновациями развития производства оптических волокон специального назначения.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции:

общекультурные:

- готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ОК-7);

профессиональные:

- готовность к профессиональной эксплуатации современного технологического оборудования для производства специальных кварцевых волокон (ПСК-1).

Задачи дисциплины:

- формирование системы понятий, объектов, моделей, методов производства, технологии, конструкции и проектирования в области специальных волоконных световодов;

- подготовка к научно-исследовательской деятельности в области волоконной оптики и в частности, в области специальных волоконных световодов (формулирование задачи и плана научного исследования на основе анализа научно-технической информации с применением современных информационных технологий, знание методов измерения и контроля в волоконной оптике и умение применять их на практике, выбор метода измерений и экспериментальных исследований);

- подготовка к технологической и проектно-конструкторской деятельности в области специальных волоконных световодов (готовность к профессиональной эксплуатации современного технологического оборудования для производства оптических волокон, оценка эффективности конструкторских решений, разработка технологических процессов сборки и контроля элементов, устройств и систем).

1.2. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- 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. Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Специальные волоконные световоды» относится к вариативной части профессионального цикла основных образовательных программ магистратуры и дает возможность общения обучаемых с ведущими отечественными и зарубежными специалистами в рассматриваемой области, ознакомления с современными проблемами, стратегиями и инновациями, в области производства и проектирования специальных оптических волокон. Дисциплина позволяет получить наглядное представление о практике изготовления, технологиям и принципам действия специальных оптических волокон, а также позволяет увидеть перспективы развития этого научно-технического направления с учетом требований активно развивающейся современной индустрии производства кварцевых оптических волокон.

Дисциплина «Специальные волоконные световоды» сохраняет непосредственную взаимосвязь с другими дисциплинами базовой и вариативной частей профессионального цикла основных образовательных программ магистратуры: «Технологии производства и свойства кварцевых оптических волокон», «Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики», «Нелинейные эффекты в волоконной оптике».

Освоение дисциплины предполагает достижение следующих результатов обучения.

1) Знать (ОК-7, ПСК-1):

- законы термодинамики, определяющие условия устойчивого, метастабильного и лабильного существования определенных агрегатных состояний кварцевого стекла;
- принципы формирования структуры стекол и научных методов их изучения;
- виды диаграмм фазовых равновесий как характеристик типов взаимодействия в химических системах и умение их интерпретировать с точки зрения структуры материала;
- структуру, состав и свойства оптических материалов, включая специальные волоконные световоды, с использованием современного технологического оборудования в области оптического материаловедения;
- природу молекулярно-кинетических процессов, происходящих при кристаллизации стекол и способы управления ими;
- цели и задачи научных исследований по оптическим материалам, таким как специальные волоконные световоды, для фотоники и оптоинформатики;
- методы проектирования, контроля и тестирования специальных оптических волокон с использованием соответствующего современного технологического оборудования;

- принципы механизма ионного переноса в стеклах и в системах ионного обмена в связи с перспективами новых технологий микрооптики.

2) Уметь (ОК-7, ПСК-1):

- владеть методиками разработки математических и физических моделей по изучению структуры, состава и свойств оптических материалов, а также технологических процессов их получения;

- производить измерения вязкости стеклообразующих расплавов и осуществлять математическую обработку результатов;

- производить расчёты режимов процессов, формирующих свойства стекла, на основании экспериментальных данных о свойствах стекол и стеклообразующих расплавов;

- работать с приборами и оборудованием, используемыми для анализа волоконных линий связи;

- планировать и проводить эксперименты в области, обрабатывать и анализировать их результаты в области оптического материаловедения

3) Владеть (ОК-7, ПСК-1):

- навыками использования современного оборудования для измерения, контроля и тестирования специальных волоконных световодов, методами научно-исследовательской работы в области волоконной оптики.

В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в разделе «Цели освоения дисциплины»:

Таблица 1.3.1

Индекс	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
ОК-7	способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)	Технология производства и свойства кварцевых оптических волокон Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики	Нелинейные эффекты в волоконной оптике, Методы измерений в волоконной оптике
ПСК-1	готовность к профессиональной эксплуатации современного технологического оборудования для производства специальных кварцевых волокон	Технология производства и свойства кварцевых оптических волокон	Нелинейные эффекты в волоконной оптике Методы

		Физические ос– новы нанотехно– логий фотоники и оптоинформатики	измерений волоконной оптике	В
ПСК-3	Способность использовать современные методы измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей	Технология про– изводства и свойства квар– цевых оптиче– ских волокон Физические ос– новы нанотехно– логий фотоники и оптоинформатики	Нелинейные эффекты волоконной оптике Методы измерений волоконной оптике	В В

2. Требования к результатам освоения дисциплины

2.1. Дисциплина участвует в формировании двух компетенций из перечня компетенций выпускника, заданных следующими картами:

2.1.1. Карта компетенции

Индекс ОК-7	Формулировка: готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)
----------------------------------	---

Таблица 2.1.1

Перечень компонентов	Технология формирования	Средства и технологии оценки
Знает: Основное оборудование и технологии производства специальных оптических волокон	лекции мультимедиа-технологии самостоятельная работа	текущий контроль в форме тестирования итоговая государственная аттестация
Умеет: Выбирать и применять существующее оборудование для производства, анализа и проектирования специальных волоконных световодов	самостоятельная работа научно-исследовательская работа студента (НИРС)	рубежный контроль в форме тестирования

Владеет: Навыками расчета специальных волоконных световодов на современном оборудовании	самостоятельная работа практика НИРС	итоговая государственная аттестация
---	--------------------------------------	-------------------------------------

2.1.2. Карта компетенции

Индекс ПСК-1	Формулировка: готовность к профессиональной эксплуатации современного технологического оборудования для производства специальных кварцевых волокон
-----------------------------------	--

Таблица 2.1.2

Перечень компонентов	Технология формирования	Средства и технологии оценки
Знает: современные технологические и производственные характеристики специальных волоконных световодов и кабелей	лекции мультимедиа-технологии самостоятельная работа	итоговая государственная аттестация
Умеет: использовать современные методы анализа характеристик специальных волоконных световодов и кабелей	лабораторные занятия самостоятельная работа научно-исследовательская работа студента (НИРС)	рубежный контроль в форме тестирования
Владеет: навыками расчета и проектирования специальных волоконных световодов и кабелей	лабораторные занятия самостоятельная работа практика НИРС	Защита лабораторной работы, итоговая государственная аттестация

2.1.3. Карта компетенции

Индекс ПСК-3	Формулировка: Способность использовать современные методы измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей
-----------------------------------	---

Таблица 2.1.2

Перечень компонентов	Технология формирования	Средства и технологии оценки
Знает:	лекции	итоговая

Классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов	мультимедиа-технологии самостоятельная работа	государственная аттестация
Умеет: Определить характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях	лабораторные занятия самостоятельная работа научно-исследовательская работа студента (НИРС)	рубежный контроль в форме тестирования
Владеет: Опытом выбора специальных волоконных световодов для технологических нужд	лабораторные занятия самостоятельная работа практика НИРС	Защита лабораторной работы, итоговая государственная аттестация

2.2. Результатом освоения дисциплины являются части формируемых компетенций обучающихся, представленных следующими дисциплинарными картами компетенций:

2.2.1. Дисциплинарная карта компетенции

Наименование части компетенции, формируемой в дисциплине «Специальные волоконные световоды»	Индекс ОК-7	Формулировка: готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)
	Индекс ОК-7	Формулировка части компетенции: готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов для производства, проектирования и анализа специальных оптических волокон

Требования к компонентному составу части компетенции

Таблица 2.2.1

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
Знает: Основное оборудование и методы производства специальных волоконных световодов	лекции мультимедиа-технологии самостоятельная работа	текущий контроль в форме тестирования итоговая государственная аттестация

Умеет: Выбирать и применять существующее оборудование для анализа характеристик специальных кварцевых волокон	самостоятельная работа научно-исследовательская работа студента (НИРС)	рубежный контроль в форме тестирования
Владеет: Навыками проектирования специальных волоконных световодов	самостоятельная работа практика НИРС	итоговая государственная аттестация

2.2.2. Дисциплинарная карта компетенции

Наименование части компетенции, формируемой в дисциплине «Специальные волоконные световоды»	Индекс ПСК-1	Формулировка: готовность к профессиональной эксплуатации современного технологического оборудования для производства специальных кварцевых волокон
	Индекс ПСК-1.2	Формулировка части компетенции: владеть методами получения заготовок кварцевых оптических волокон

Требования к компонентному составу части компетенции

Таблица 2.2.2

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
Знает: Плазмохимические методы получения заготовок оптических волокон	лекции мультимедиа-технологии самостоятельная работа	итоговая государственная аттестация
Умеет: Выбирать режимы процессов жакетирования и технологии "заготовка (стержень) в цилиндре"	лабораторные занятия самостоятельная работа научно-исследовательская работа студента (НИРС)	рубежный контроль в форме тестирования
Владеет: навыками разработки различных схем процесса получения заготовки кварцевых оптических волокон	лабораторные занятия самостоятельная работа практика НИРС	Защита лабораторной работы, итоговая государственная аттестация

2.2.3. Дисциплинарная карта компетенции

Наименование части компетенции, формируемой в дисциплине «Специальные волоконные световоды»

Индекс ПСК-1	Формулировка: готовность к профессиональной эксплуатации современного технологического оборудования для производства специальных кварцевых волокон
Индекс ПСК-1.3	Формулировка части компетенции: готовность к производству телекоммуникационных и специальных волоконных световодов

Требования к компонентному составу части компетенции

Таблица 2.2.2

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
Знает: Классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов Дисперсионные свойства различных ОВ, спектральные зависимости дисперсии в одномодовом ОВ	лекции мультимедиа-технологии самостоятельная работа	итоговая государственная аттестация
Умеет: Определить характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях Разрабатывать технологию получения микроструктурированных ОВ	лабораторные занятия самостоятельная работа научно-исследовательская работа студента (НИРС)	рубежный контроль в форме тестирования
Владеет: Навыками расчета и проектирования специальных волоконных световодов и кабелей. Навыками оценки спектральной зависимости потерь в ОВ	лабораторные занятия самостоятельная работа практика НИРС	Защита лабораторной работы, итоговая государственная аттестация

2.2.4. Дисциплинарная карта компетенции	Индекс ПСК-3	Формулировка: Способность использовать современные методы измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей
Наименование части компетенции, формируемой в дисциплине «Специальные волоконные световоды»	Индекс ПСК-3.1	Формулировка части компетенции: готовность использовать специальные волоконные световоды

Требования к компонентному составу части компетенции

Таблица 2.2.2

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
Знает: Классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов	лекции мультимедиа-технологии самостоятельная работа	итоговая государственная аттестация
Умеет: Определить характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях	лабораторные занятия самостоятельная работа научно-исследовательская работа студента (НИРС)	рубежный контроль в форме тестирования
Владеет: Опытом выбора специальных волоконных световодов для технологических нужд	лабораторные занятия самостоятельная работа практика НИРС	Защита лабораторной работы, итоговая государственная аттестация

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 3.1

№ п/п	Виды учебной работы	Трудоемкость, час.
1	2	3
1	Аудиторная работа	43
	2 Лекции (ЛК) / в том числе в интерактивной форме	33/16

	Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме	10/4
2	Самостоятельная работа (СРС)	65
	Изучение теоретического материала	36
	Подготовка к лабораторным работам	19
	Подготовка к тестированию	6
	Контроль самостоятельной работы (КСР) / в том числе в интерактивной форме	4/4
3	Трудоемкость дисциплины Всего: в академич. час. (АЧ) в зачетных единицах (ЗЕТ)	108 4

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Модульный тематический план

Таблица 4.1.1

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов				Всего часов
			Аудиторная работа			Самостоят. работа студентов	
			Всего	Лекций	ЛР		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Введение		0,5	0,5	-	-	1
Модуль 1	Раздел 1	Тема 1	2	2	-	3	5
		Тема 2	4	2	2	6	10
	Раздел 2	Тема 3	4	2	2	6	10
	Аттестация						
Модуль 2	Раздел 3	Тема 4	4	4	-	4	8
		Тема 5	5	3	2	7	12
		Тема 6	4	4	-	7	11
		Тема 7	5	3	2	7	12
	Тема 8	5	3	2	7	12	
	Аттестация						
Модуль 3	Раздел 4	Тема 9	3	3	-	6	9
		Тема 10	3	3	-	6	9
		Тема 11	3	3	-	6	9
	Аттестация						
	Заключение		0,5	0,5	-	-	1
Всего			43	33	10	65	108

Матрица соотнесения тем / разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них специальных профессиональных и общекультурных компетенций.

Таблица 4.1.2

Темы, дисциплины	Кол-во час	Компетенции			
		ОК-7	ПСК-1	ПСК-3	Σ
Тема 1	5	+	+	+	3
Тема 2	10	+	+	+	3
Тема 3	10	+	+	+	3
Тема 4	7	+	+		2
Тема 5	11	+	+		2
Тема 6	12	+	+		2
Тема 7	12	+	+		2
Тема 8	12	+	+		2
Тема 9	9	+	+		2
Тема 10	9	+	+		2
Тема 11	9	+	+		2

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение

Лк – 0,5 часа, СРС – 0,5 часа

Особенности федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению «Фотоника и оптоинформатика» (квалификация «магистр»). Предмет, цели и задачи дисциплины.

Модуль 1.

Раздел 1

Лк – 4 часа, ЛР – 2 часа, СРС – 9 часов

Тема 1. ОСНОВЫ ОПТИКИ КВАРЦЕВЫХ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДОВ
Принцип действия волоконных световодов. Типы оптических волокон. Распространение сигналов по оптическому волокну. Собственные и частные характеристики оптического кабеля. Принципиальное устройство оптического волокна. Индекс преломления и модовая структура. Одномодовое и многомодовое волокно. Основные технологические характеристики световодов. Долговечность, механическая прочность, срок службы.

Тема 2. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ КВАРЦЕВЫХ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДОВ

Основные уравнения передачи электромагнитного поля по световоду. Типы волн в световодах. Критические длины и частоты. Оптические потери в волоконных световодах. Дисперсия в волоконных световодах. Частотные и временные характеристики. Диаграмма излучения и поглощения энергии в световоде. Искажения сигналов. Модуляционно-частотные характеристики и полоса пропускания волоконных световодов.

Раздел 2

Лк – 2 часа, ЛР – 2 часа, СРС – 6 часов

Тема 3. КОНСТРУКЦИЯ И ТИПЫ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН (ВКЛЮЧАЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ)

Конструкция и материал оптических волокон. Волокно со ступенчатым индексом. Волокно со сглаженным индексом. Основные технологические характеристики световодов. Использование и особенности конструкции оптических волокон, относящихся к категории специальных.

Модуль 2.

Раздел 3

Лк – 17 часов, ЛР – 6 часов, СРС – 32 часа

Тема 4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПЕЦИАЛЬНЫХ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДОВ

Волокна, как активная среда, для волоконных лазеров и усилителей. Волокна для накачки волоконных лазеров. Волокна для оптических мультиплексоров и демультиплексоров. Волокна для оптических модуляторов. Волокна для оптических фильтров. Волокна для компенсации дисперсии. Волокна для источников суперконтинуума.

Тема 5. АКТИВНЫЕ ВОЛОКНА ДЛЯ ОПТИЧЕСКИХ УСИЛИТЕЛЕЙ И ЛАЗЕРОВ

Волоконные оптические усилители. Принцип работы эрбиевого усилителя. Основные элементы и характеристики эрбиевого волоконного усилителя. Ширина и равномерность полосы усиления. Преимущества и недостатки эрбиевых волоконных усилителей. Рамановский волоконный усилитель. Материалы для эрбиевых волоконных усилителей. Волоконные лазеры: материалы, технологии и применение. Общая характеристика волоконных лазеров. Сравнение волоконных лазеров с другими типами лазеров. Основные элементы конструкции волоконных лазеров. Резонаторы лазерных систем. Активированные волокна с двойной оболочкой. Фотонно-кристаллические

активированные волокна. Схемы волоконных лазеров. Проектирование активированных волокон.

Тема 6. ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ И ИХ ТЕХНОЛОГИИ

Брэгговские волоконные решетки показателя преломления. Волоконные брэгговские решетки с переменным периодом. Фоточувствительные стекла для записи волоконных решеток. Методы увеличения фоточувствительности волоконных световодов. Типы фоточувствительности в германосиликатных световодах. Применение волоконных решеток в системах волоконно-оптической связи. Применение волоконных брэгговских решеток в схемах диодных и волоконных лазеров. Применение волоконных брэгговских решеток для компенсации дисперсии.

Тема 7. АНИЗОТРОПНЫЕ ОДНОМОДОВЫЕ СВЕТОВОДЫ

Волокна с эллиптической сердцевиной. Варианты конструкции. Специальные оптические волокна типа “Панда”. Специальные оптические волокна типа “Галстук-бабочка”. Проектирование анизотропных световодов.

Тема 8. ФОТОННОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ (МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ) ВОЛОКНА

Общие представления о фотонных кристаллах и их свойствах. Особенности конструкции, преимущества. Свойства и применение фотоннокристаллических волокон. Проектирование ФКС.

Модуль 3.

Раздел 4

Лк – 9 часов, СРС – 18 часов

Тема 9. МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С МАЛЫМИ ПОТЕРЯМИ

Методы изготовления волокон с малыми потерями. CVD – процесс. Внешнее осаждение (OVD метод). Осевое осаждение (VAD метод). Внутреннее осаждение (MCVD метод). Размер заготовок и время, затрачиваемое на их изготовление. Плазменное внутреннее осаждение (PCVD метод). PCVD метод.

Тема 10. ЖАКЕТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК

Схлопывание опорной трубки. Изготовление преформы RIT. RIC- и RIT-технологии жакетирования кварцевых труб. Внутреннее осаждение и плазменное жакетирование (APVD метод).

Тема 11. ВЫТЯЖКА КВАРЦЕВЫХ ВОЛОКОН, ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СВЕТОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК

Сборка заготовки для вытяжки фотонно-кристаллического волокна. Заготовки для фотоннокристаллических волокон с поллой и сплошной сердцевиной. Изготовление фотоннокристаллического волокна из сплошного стеклянного блока. Вытяжка фотоннокристаллического волокна. Методы изготовления волоконных брэгговских решеток малого периода. Методы изготовления длиннопериодных решеток.

Заключение

Лк – 0,5 часа, СРС – 0,5 часа

Содержание основных видов профессиональной деятельности (научно-исследовательская, проектно-конструкторская, производственно-технологическая, организационно-управленческая) и подготовки к решению профессиональных задач в области производства и проектирования специальных волоконных световодов.

4.3. Модульная структура частей компетенций и требований к результатам освоения элементов компетенций

Таблица 4.3.1

Номер модуля	Индекс и наименование элемента компетенции	Компоненты модуля	
		Формулировка	Индексы

		результатов	результатов
1	ОК-7. готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов волоконной оптики	Знает: – Основные сведения из истории развития волоконной оптики – Основные понятия и определения волоконной оптики	ОК-07. М1-з
		Умеет: – Применять основные понятия волоконной оптики к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов	ОК-07. М1-у
		Владеет: – Навыками использования понятий волоконной оптики для профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов	ОК-07. М1-в
	ПСК-1.3 готовность к производству телекоммуникационных и специальных волоконных световодов	Знает: - Классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов -Дисперсионные свойства различных ОВ, спектральные зависимости дисперсии в одномодовом ОВ	ПСК-1. М2.В3-з
		Умеет: - Определить характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях - Разрабатывать технологию получения микроструктурированных ОВ	ПСК-1. М2.В3-у
		Владеет: - Навыками расчета и проектирования специальных волоконных	ПСК-1. М2.В3-в

		<p>световодов и кабелей.</p> <p>- Навыками оценки спектральной зависимости потерь в ОВ</p>	
	<p>ПСК-3.1 готовность использовать специальные волоконные световоды</p>	<p>Знает: Классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов</p>	<p>ПСК-3. М.2.ДВ2-з</p>
		<p>Умеет: Определить характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях</p>	<p>ПСК-3. М.2.ДВ2-у</p>
		<p>Владеет: Опыт выбора специальных волоконных световодов для технологических нужд</p>	<p>ПСК-3. М.2.ДВ2-в</p>
2	<p>ОК-7. готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов волоконной оптики</p>	<p>Знает: – Основные сведения из истории развития волоконной оптики – Основные понятия и определения волоконной оптики</p>	<p>ОК-07. М1-з</p>
		<p>Умеет: – Применять основные понятия волоконной оптики к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов</p>	<p>ОК-07. М1-у</p>
		<p>Владеет: – Навыками использования понятий волоконной оптики для профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов</p>	<p>ОК-07. М1-в</p>
	<p>ПСК-1.3 готовность к производству телекоммуникационных и специальных волоконных световодов</p>	<p>Знает: - Классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов - Дисперсионные свойства различных ОВ,</p>	<p>ПСК-1. М2.В3-з</p>

		спектральные зависимости дисперсии в одномодовом ОВ	
		Умеет: - Определить характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях - Разрабатывать технологию получения микроструктурированных ОВ	ПСК-1. М2.В3-у
		Владеет: - Навыками расчета и проектирования специальных волоконных световодов и кабелей. - Навыками оценки спектральной зависимости потерь в ОВ	ПСК-1. М2.В3-в
	ПСК-3.1 готовность использовать специальные волоконные световоды	Знает: Классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов	ПСК-3. М.2.ДВ2-з
		Умеет: Определить характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях	ПСК-3. М.2.ДВ2-у
		Владеет: Опытом выбора специальных волоконных световодов для технологических нужд	ПСК-3. М.2.ДВ2-в
3	ОК-7. готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов волоконной оптики	Знает: – Основные сведения из истории развития волоконной оптики – Основные понятия и определения волоконной оптики	ОК-07. М1-з
		Умеет: – Применять основные	ОК-07. М1-у

		<p>понятия волоконной оптики к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов</p> <p>Владеет: – Навыками использования понятий волоконной оптики для профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов</p>	
			ОК-07. М1-в
ПСК-1. 2 владеть методами получения заготовок кварцевых оптических волокон		Знает: Плазмохимические методы получения заготовок оптических волокон	ПСК-1. М2.Р4-з
		Умеет: Выбирать режимы процессов жакетирования и технологии "заготовка (стержень) в цилиндре"	ПСК-1. М2.Р4-у
		Владеет: навыками разработки различных схем процесса получения заготовки кварцевых оптических волокон	ПСК-1. М2.Р4-в
ПСК-1.3 готовность к производству телекоммуникационных и специальных волоконных световодов		Знает: Классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов Дисперсионные свойства различных ОВ, спектральные зависимости дисперсии в одномодовом ОВ	ПСК-1. М2.В3-з
		Умеет: Определить характеристики специальных волоконных световодов в лабораторных условиях Разрабатывать технологию получения микроструктурированных ОВ	ПСК-1. М2.В3-у

		Владеет: Навыками расчета и проектирования специальных волоконных световодов и кабелей. Навыками оценки спектральной зависимости потерь в ОВ	ПСК-1. М2.В3-в
--	--	---	------------------------------------

4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров)

Не предусмотрены

4.5. Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.5.1

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	Тема 2	Исследование параметров одномодовых и многомодовых оптических световодов, изучение методик расчета параметров оптических волокон
2	Тема 3	Выбор материалов оболочки и сердечника и расчет оптимальных параметров волоконного световода
3	Тема 5	Исследование технологии хелатного легирования заготовок активных световодов
4	Тема 7	Расчет вариантов конструкции анизотропных волоконных световодов
5	Тема 8	Исследование механизма формирования волноводных мод в фотонно-кристаллических световодах различных конструкций

4.6. Виды самостоятельной работы студентов

4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Студенту рекомендуется изучить материалы лекций, лабораторных занятий и дополнить его сведениями из перечня литературы, периодических изданий и электронных ресурсов.

Таблица 4.6.1

Номер раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов (СРС)	Трудоемкость, часов
1	Подготовка к аудиторным занятиям, самостоятельное изучение материала	4

	Подготовка к лабораторным работам	4
2	Подготовка к аудиторным занятиям, аттестации	2
	Подготовка к лабораторным работам	3
3	Подготовка к аудиторным занятиям, аттестации	18
	Подготовка к лабораторным работам	12
4	Подготовка к аудиторным занятиям, аттестации	16
Другие виды СРС	Подготовка к тестированию: раздел 1 – 1 час; раздел 2 -1 час; раздел 3 – 2 часа; раздел 4 – 2 часа	6
	Итого:	65
	в час. в зач. ед.	

4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Студенту рекомендуется изучить материалы лекций, лабораторных занятий и дополнить его сведениями из перечня литературы, периодических изданий и электронных ресурсов.

4.6.2. Перечень тем курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

4.6.3. Перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрены

4.6.4. Перечень тем для самостоятельного изучения студентами

1. Многомодовые специальные световоды: конструкции и методы испытаний – 3 часа.

2. Высокопрочные и изгибоустойчивые световоды – особенности технологии– 3 часа.

4.6.5. Другие виды самостоятельной работы студентов

Подготовка к тестированию:

- раздел 1 – 1 час;
- раздел 2 – 1 час;
- раздел 3 – 2 часа;
- раздел 4 – 2 часа.

5. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Виды образовательных технологий, используемые для формирования компетенций:

- интерактивные формы проведения лекционных занятий;

- интерактивные формы контроля самостоятельной работы студентов (компьютерное тестирование);
- встречи с представителями Центра волоконной оптики РАН (г. Москва), Пермской научно-производственной приборостроительной компанией;
- ролевые игры при обсуждении результатов лабораторных работ.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также контроля самостоятельной работы обучающихся по отдельным разделам дисциплины (Виды контроля)

6.1. Виды текущего и промежуточного контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1

Индексы элементов и части компетенций – результатов изучения дисциплины	Способы контроля					
	ТТ	КТ	КР	ГиКР	Трен (ЛР)	Зачет (экзамен)
ОК-7 М1з	ТТ1	+	–	–	ЛР 1	Экзамен
ОК-7 М1у	ТТ1	+	–	–	ЛР 1	Экзамен
ОК-7 М1в	ТТ1	+	–	–	ЛР 1	Экзамен
ПСК-1 М2з	ТТ2	+	–	–	ЛР 2-3	Экзамен
ПСК-1 М2у	ТТ2	+	–	–	ЛР 2-3	Экзамен
ПСК-1 М2в	ТТ2	+	–	–	ЛР 2-3	Экзамен
ПСК-1 М3з	ТТ2	+	–	–	ЛР 2-3	Экзамен
ПСК-1 М3у	ТТ2	+	–	–	ЛР 2-3	Экзамен
ПСК-1 М3в	ТТ2	+	–	–	ЛР 2-3	Экзамен

ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

КТ – промежуточное контрольное тестирование по модулю (независимый контроль знаний АСУ ВУЗ);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка умений);

ГиКР – индивидуальные графические или курсовые работы (оценка умений и владений);

Трен (ЛР) – выполнение тренажеров и лабораторных работ с подготовкой отчета (оценка владений).

6.2. Виды итогового контроля

- а) Экзамен.
- б) Зачет не предусматривается.

Порядок проведения экзамена

Условием допуска к экзамену является аттестование по всем разделам дисциплины, выполнение и успешная защита лабораторных работ. Экзамен проводится в письменном виде путем выполнения тестового задания. Тестовое задание содержит 25 тестовых вопросов открытого типа с предлагаемыми 4 – 5 вариантами ответов. Общая оценка по 25-балльной шкале складывается из суммы правильных ответов, умноженных на «удельный вес» соответствующего вопроса в экзаменационном задании (удельный вес каждого тестового вопроса в задании составляет 1 балл). Результаты выполнения комплексного экзаменационного задания переводятся в 5-ти балльную шкалу с использованием нижеследующей таблицы.

Таблица 6.2

Пятибалльная шкала	«2»	«3»	«4»	«5»
Интервал набранных баллов по 20-балльной шкале	0-10	11-14	14-19	20-25

Программа экзамена

Основы оптики кварцевых волоконных световодов. Принцип действия волоконных световодов. Типы оптических волокон. Распространение сигналов по оптическому волокну. Собственные и частные характеристики оптического кабеля. Принципиальное устройство оптического волокна. Индекс преломления и модовая структура. Одномодовое и многомодовое волокно. Основные технологические характеристики световодов. Долговечность, механическая прочность, срок службы. Основные уравнения передачи электромагнитного поля по световоду. Типы волн в световодах. Критические длины и частоты. Оптические потери в волоконных световодах. Дисперсия в волоконных световодах. Частотные и временные характеристики. Диаграмма излучения и поглощения энергии в световоде. Искажения сигналов. Модуляционно-частотные характеристики и полоса пропускания волоконных световодов. Конструкция и материал оптических волокон. Волокно со ступенчатым индексом. Волокно со сглаженным индексом. Основные технологические характеристики световодов. Использование и особенности конструкции оптических волокон, относящихся к категории специальных. Волокна, как активная среда, для волоконных лазеров и усилителей. Волокна для накачки волоконных лазеров. Волокна для оптических мультиплексоров и демультиплексоров. Волокна для оптических модуляторов. Волокна для оптических фильтров. Волокна для компенсации дисперсии. Волокна для источников суперконтинуума. Волоконные оптические усилители. Принцип работы эрбиевого усилителя. Основные элементы и характеристики эрбиевого волоконного усилителя. Ширина и равномерность полосы усиления. Преимущества и недостатки эрбиевых волоконных усилителей.

Рамановский волоконный усилитель. Материалы для эрбиевых волоконных усилителей. Волоконные лазеры: материалы, технологии и применение. Общая характеристика волоконных лазеров. Сравнение волоконных лазеров с другими типами лазеров. Основные элементы конструкции волоконных лазеров. Резонаторы лазерных систем. Активированные волокна с двойной оболочкой. Фотонно-кристаллические активированные волокна. Схемы волоконных лазеров. Проектирование активированных волокон. Брэгговские волоконные решетки показателя преломления. Волоконные брэгговские решетки с переменным периодом. Фоточувствительные стекла для записи волоконных решеток. Методы увеличения фоточувствительности волоконных световодов. Типы фоточувствительности в германосиликатных световодах. Применение волоконных решеток в системах волоконно-оптической связи. Применение волоконных брэгговских решеток в схемах диодных и волоконных лазеров. Применение волоконных брэгговских решеток для компенсации дисперсии. Волокна с эллиптической сердцевиной. Варианты конструкции. Специальные оптические волокна типа “Панда”. Специальные оптические волокна типа “Галстук-бабочка”. Проектирование анизотропных световодов. Общие представления о фотонных кристаллах и их свойствах. Особенности конструкции, преимущества. Свойства и применение фотоннокристаллических волокон. Проектирование ФКС. Методы изготовления волокон с малыми потерями. CVD – процесс. Внешнее осаждение (OVD метод). Осевое осаждение (VAD метод). Внутреннее осаждение (MCVD метод). Размер заготовок и время, затрачиваемое на их изготовление. Плазменное внутреннее осаждение (PCVD метод). PCVD метод. Схлопывание опорной трубки. Изготовление преформы RIT. RIC- и RIT-технологии жакетирования кварцевых труб. Внутреннее осаждение и плазменное жакетирование (APVD метод). Сборка заготовки для вытяжки фотонно-кристаллического волокна. Заготовки для фотоннокристаллических волокон с полый и сплошной сердцевиной. Изготовление фотоннокристаллического волокна из сплошного стеклянного блока. Вытяжка фотоннокристаллического волокна. Методы изготовления волоконных брэгговских решеток малого периода. Методы изготовления длинопериодных решеток.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Виды волокон: со ступенчатым индексом, со сглаженным индексом и одномодовое – основные характеристики, отличия и области применения.
2. Влияние диаметра ядра на оценку качества волокна.
3. Применение оптических волокон в различных областях техники.
4. Дисперсия как один из факторов, ограничивающих качество волокна.
5. Дисперсия как показатель, лежащий в основе явления расплывания импульса света по мере его распространения вдоль волокна.
6. Виды дисперсии: модовая, молекулярная и волноводная.
7. Виды дисперсии в многомодовом волокне (модовая и молекулярная).

8. Виды дисперсии в одномодовом волокне (волноводная и молекулярная).
9. Затухание в оптических волокнах.
10. Численная апертура оптического волокна.
11. Физические принципы кварцевых волоконных световодов.
12. Основные уравнения передачи электромагнитного поля по световоду.
13. Типы волн в световодах.
14. Критические длины и частоты.
15. Диаграмма излучения и поглощения энергии в световоде.
16. Искажения сигналов. Модуляционно-частотные характеристики и полоса пропускания волоконных световодов.
17. Конструкция и типы оптических волокон.
18. Конструкция и материал оптических волокон.
19. Основные технологические характеристики световодов.
20. Использование и особенности конструкции оптических волокон, относящихся к категории специальных.
21. Общая характеристика специальных волоконных световодов.
22. Волокна, как активная среда, для волоконных лазеров и усилителей.
23. Волокна для накачки волоконных лазеров.
24. Волокна для оптических мультиплексоров и демultipлексоров.
25. Волокна для оптических модуляторов.
26. Волокна для оптических фильтров.
27. Волокна для компенсации дисперсии.
28. Волокна для источников суперконтинуума.
29. Активные волокна для оптических усилителей и лазеров.
30. Волоконные оптические усилители.
31. Принцип работы эрбиевого усилителя.
32. Основные элементы и характеристики эрбиевого волоконного усилителя.
33. Ширина и равномерность полосы усиления. Преимущества и недостатки эрбиевых волоконных усилителей.
34. Рамановский волоконный усилитель. Материалы для эрбиевых волоконных усилителей.
35. Волоконные лазеры: материалы, технологии и применение.
36. Общая характеристика волоконных лазеров. Сравнение волоконных лазеров с другими типами лазеров.
37. Основные элементы конструкции волоконных лазеров.
38. Резонаторы лазерных систем.
39. Активированные волокна с двойной оболочкой.
40. Фотонно-кристаллические активированные волокна.
41. Схемы волоконных лазеров.
42. Проектирование активированных волокон.
43. Фотоиндуцированные волоконные брэгговские решетки и их технологии. Брэгговские волоконные решетки показателя преломления.
44. Волоконные брэгговские решетки с переменным периодом.
45. Фоточувствительные стекла для записи волоконных решеток.

46. Методы увеличения фоточувствительности волоконных световодов. Типы фоточувствительности в германо-силикатных световодах.
47. Применение волоконных решеток в системах волоконно-оптической связи.
48. Применение волоконных брэгговских решеток в схемах диодных и волоконных лазеров. Применение волоконных брэгговских решеток для компенсации дисперсии.
49. Анизотропные одномодовые световоды. Волокна с эллиптической сердцевиной. Варианты конструкции.
50. Специальные оптические волокна типа “Панда”. Специальные оптические волокна типа “Галстук-бабочка”.
51. Проектирование анизотропных световодов.
52. Фотоннокристаллические (микроструктурированные) волокна. Общие представления о фотонных кристаллах и их свойствах. Особенности конструкции, преимущества.
53. Свойства и применение фотоннокристаллических волокон. Проектирование ФКС.
54. Методы изготовления оптических волокон с малыми потерями.
55. CVD – процесс. Внешнее осаждение (OVD метод).
56. Осевое осаждение (VAD метод).
57. Внутреннее осаждение (MCVD метод). Размер заготовок и время, затрачиваемое на их изготовление.
58. Плазменное внутреннее осаждение (PCVD метод). PCVD метод.
59. Жакетирование заготовок. Схлопывание опорной трубки. Изготовление преформы RIT. RIC- и RIT-технологии жакетирования кварцевых труб.
60. Внутреннее осаждение и плазменное жакетирование (APVD метод).
61. Вытяжка кварцевых волокон, изготовление фотонно-кристаллических световодов, изготовление волоконных решеток.
62. Сборка заготовки для вытяжки фотонно-кристаллического волокна. Заготовки для фотоннокристаллических волокон с поллой и сплошной сердцевиной.
63. Изготовление фотоннокристаллического волокна из сплошного стеклянного блока. Вытяжка фотоннокристаллического волокна.
64. Методы изготовления волоконных брэгговских решеток малого периода.
65. Методы изготовления длиннопериодных решеток.

Контрольно-измерительные материалы к тестированию

Ниже приведен пример экзаменационного теста

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет
Дисциплина «Специальные волоконные световоды»
Комплексное экзаменационное задание

Утверждаю
Заведующий кафедрой
общей физики
Цаплин А.И.
«__» _____ 2011 г.

Вариант № 1

1. Что является носителем сигнала в оптическом волокне?

- 1) Звук.
- 2) Свет.
- 3) Изображение.
- 4) Электричество.

2. Перечислите основные компоненты волоконно-оптической системы.

- 1) Волоконно-оптический кабель, источник, детектор, соединители.
- 2) Источник, коаксиальный кабель, детектор, соединители.
- 3) Волоконно-оптический кабель, повторитель, соединители.
- 4) Волоконно-оптический кабель, источник, соединители.

3. По мере увеличения частоты сигнала потери в медном / оптическом кабеле...

- 1) Уменьшаются / не изменяются.
- 2) Уменьшаются / увеличиваются.
- 3) Увеличиваются / не изменяются.
- 4) Без изменений / уменьшаются.

4. Что из ниже перечисленного является наиболее важным следствием широкой полосы пропускания оптического волокна?

- 1) Высокая скорость и информационная емкость линий.
- 2) Меньшее число повторителей.
- 3) Невосприимчивость по отношению к электромагнитным полям.
- 4) Все выше перечисленное.

5. Перечислите наиболее важные преимущества оптики как коммуникационной среды.

- 1) Широкая полоса пропускания, нечувствительность к электромагнитным помехам, низкие потери.
- 2) Малый вес, малый размер.
- 3) Безопасность, секретность.
- 4) Все выше перечисленные.

6. По мере распространения сигнала в оптическом кабеле затухание...

- 1) Не зависит от частоты и остается постоянным в определенном диапазоне частот.

2) Зависит от частоты и остается постоянным в определенном диапазоне частот.

3) Не зависит от частоты и изменяется в диапазоне частот.

4) Зависит от частоты и изменяется в диапазоне частот.

7. В какой части волокна индекс преломления выше?

1) В ядре.

2) В оптической оболочке.

3) В защитной оболочке.

4) В воздушной оболочке.

8. На сколько процентов отличаются показатели преломления ядра и оптической оболочки?

1) На 50 %.

2) На 25 %.

3) На 10 %.

4) Менее чем на 1%.

9. Как называется волокно с переменным показателем преломления луча?

1) Волокно со ступенчатым индексом.

2) Многомодовое волокно.

3) Волокно со сглаженным индексом.

4) Волокно со смещенной дисперсией.

10. Модовая дисперсия может быть уменьшена с помощью...

1) Использованием ядра с меньшим диаметром.

2) Использованием волокна со сглаженным индексом.

3) Использованием одномодового волокна.

4) Всех упомянутых выше способов.

11. При уменьшении диаметра ядра в оптоволокне широта пропускания / потери...

1) Уменьшаются / уменьшаются.

2) Увеличиваются / уменьшаются.

3) Увеличиваются / увеличиваются.

4) Без изменений / увеличиваются.

12. Что определяет затухание в оптоволокне?

1) Рассеяние.

2) Поглощение.

3) Потери на стыках и изгибах.

4) Все выше перечисленные.

13. Какая из перечисленных оболочек эффективно защищает оптоволокно от механических воздействий и окружающей среды?

- 1) Полимерная.
- 2) Углеродная.
- 3) Кремниевая.
- 4) Пластмассовая.

14. В какой фазе кварцевое стекло становится намного чище?

- 1) В твердой.
- 2) В жидкой.
- 3) В газообразной.
- 4) В твердой и жидкой.

15. Для чего добавляются примеси (GeCl_4 , POCl_3) в чистую двуокись кремния?

- 1) Чтобы изменить коэффициент теплового расширения.
- 2) Чтобы перевести его в жидкое состояние.
- 3) Чтобы изменить индекс преломления до требуемого уровня.
- 4) Чтобы остекловывать.

16. В каком из методов можно получить наибольшие размеры заготовки (50–100 км)?

- 1) MCVD.
- 2) PCVD.
- 3) OVD.
- 4) VAD.

17. В каких методах контроль за поверхностью очень легко осуществим?

- 1) MCVD.
- 2) PCVD.
- 3) OVD.
- 4) VAD.

18. Какое главное требование при вытяжке оптоволокна?

- 1) недопустимость образование микротрещин;
- 2) достаточная механическая прочность;

- 3) однородность диаметра волокна;
- 4) все перечисленные.

19. Какая область является активной в полупроводниковом лазере?

- 1) p n переход.
- 2) p типа.
- 3) n типа.
- 4) Все выше перечисленные

20. Какие преимущества дает реализация полупроводникового лазера на гетероструктурах?

- 1) Уменьшение пороговой плотности тока.
- 2) Снижение входного сопротивления.
- 3) Снижение входного тока.
- 4) Все выше перечисленные.

21. Каким образом в полупроводниковом лазере формируется резонатор, необходимый для усиления когерентного излучения?

- 1) С помощью зеркала.
- 2) Путем шлифовки граней кристалла.
- 3) Нанесением специального покрытия.
- 4) Все выше перечисленные.

22. Оптические волокна, сердцевина которых дополнительно легирована ионами лантаноидов, называются

- 1) Активные оптические волокна
- 2) Анизотропные оптические волокна
- 3) Фотонно-кристаллические оптические волокна
- 4) Фоточувствительные световоды

23. Эллиптичность сердцевины анизотропного оптического световода является причиной возникновения

- 1) геометрического двулучепреломления
- 2) диэлектрической проницаемости
- 3) поляризованных мод
- 4) увеличения показателя преломления

24. Волноводные моды в ФКС формируются за счет

- 1) явления полного внутреннего отражения на границе между кварцевой либо стеклянной сердцевиной и МС-оболочкой
- 2) увеличения дисперсии

- 3) наличия двух мод
- 4) одномодовости

25. Полые ФК-волокна разработаны для

- 1) передачи мощных сверхкоротких лазерных импульсов
- 2) передачи телесигнала
- 3) радиосвязи
- 4) передачи низкочастотных сигналов

7. График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1

Виды работ	Распределение по учебным неделям														Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Разделы	P1		P2	P3					P4						
Лекции	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	1		33
Лабораторные работы		2	2		2		2	2							10
Подготовка к занятиям	3	6	6	4	7	7	7	7	6	6	6				65
Самост. изучение												4	4		8
Модули	M1			M2					M3						
Контр. тестир-е					2									2	4
Дисциплин. контроль															Экзамен

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Рекомендуемая литература.

8.1.1 Основная литература

Таблица 8.1

№ п. п.	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Колич. экземпляров в библиот.
1.	Бурков В.Д., Иванов Г.А.	Научные основы создания устройств систем волоконно-	М. -: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008 . -332 с.	монография	

		оптической техники			
2.	Бейли Дэвид, Райт Эдвин.	Волоконная оптика: теория и практика	М.: Кудиц-пресс, 2008.	Пер. с англ.	
3.	Листвин А.В., Листвин В.Н., Швыдков Д.В.	Оптические волокна для линий связи	М., ВЭЛКОМ, 2003 г., 288 с.		
4.	Скляров О. К.	Волоконно-оптические сети и системы связи	СПб.: Изд-во «Лань», 2010.	Учебное пособие	
5.	Йоргачев Д.В. Бондаренко О.В	Волоконно-оптические кабели и линии связи	М., Экотрендз, 2002 г., 282 с.		
6	Листвин А. В., Листвин В. Н.	Рефлектометрия оптических волокон	М.: ЛЕСАР-арт, 2005	Монография	

8.1.2 Дополнительная литература

Таблица 8.2

№ п.п.	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Вид издания, гриф	Колич. экземпляров в библи.
1.	Бертолотти М.	История лазера	Долгопрудный: Изд. дом «Интеллект», 2011.	Научное издание	
2.	Фриман Р.	Волоконно-оптические системы связи, Изд. 2-е, дополненное.	М.: Техносфера, 2004.	Монография	
3.	Базаров Е.Н. Бурков	Теоретические основы волоконно-	М., МГУЛ, 2004 г., С.		

	В.Д. Шатров А.Д.	оптической техники			
4.	Иванов А.Б.	Волоконная оптика: компоненты, системы пе- редачи, измерения	М.: Компания Сайрус системс, 1999	Монография	

8.1.3 Методические пособия, рекомендации изданные в ПГТУ

Таблица 8.3

№ п.п .	Библиотечный номер	Автор(ы), Заглавие	Издательство, год издания	Вид издания, гриф	Кол-во экземпл. в библ.
1.		Колесниченко В.И. Обработка и представление результатов эк- сперимента	Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 2000.	Учеб. метод. пособие	100
2.		Цаплин А.И., Никулин И.Л. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии	Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2010.	Учебное пособие	100
3.		Бочкарев С.В., Цаплин А.И. Диагностика и надежность автоматизи- рованных систем	Пермь, ПГТУ, 2006 г.	Учебное пособие, гриф УМО	100

Дополнительные информационные источники

Периодические издания: журналы «Фотоника», «Оптический журнал», «Оптика и спектроскопия», «Проблемы передачи информации»

8.2 Информационные средства обеспечения дисциплины

8.2.1 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не используются

Ресурсы сети Интернет.

Общие сведения:

Encyclopedia of Fibre Optics http://www.its.blrdoc.gov/fs-1037/dir-025/_3720.htm

Введение в технику волоконно-оптических сетей:

<http://www.citforum.ru/nets/optic/optic1.shtml>

Оптоволоконная технология:

<http://astu.secna.ru/russian/students/personal/41nav/page1.html>

История оптоволокна

<http://www.tau.ac.il/~lab3/OPTICFIBERS/opticfibers.html>

Оптическая линия связи: <http://www.jinr.ru/~jinrmag/win/2000/5/optic5.htm>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются аудитории для мультимедийного сопровождения лекций, оснащенные проектором, экраном, ноутбуком, пакетом презентационных лекций.

9.1. Специализированная учебная лаборатория (класс)

Таблица 9.1

№ п/п	Наименование и принадлежность помещения	Площадь (м ²)	Количество посадочных мест
1	2	3	4
1	Лекционная аудитория 253, корп. 1, оснащена проектом для мультимедийного сопровождения лекций, ПНИПУ	40	30
2	Лаборатория оптических измерений, ПНППК	60	25

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2

№ п/п	Наименование дисциплин в соответствии с учебным планом	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. с перечнем основного оборудования	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)

1	2	3	4
Комплекс для исследования активных волоконных световодов			
1	Методы измерений в волоконной оптике	Станок бесцентрошлифовальный для механической обработки кварцевых образцов FB-41	Собственность
2		Система измерения h – параметра в комплекте: 1. Измеритель поляризационной экстинкции 2. PEM-330 2. сборка 3. источник FLS – 2600В 4. ОКС-80-В-FC-G; 3. Контроллер поляризационной экстинкции РМ с поляризатором Глана – Томпсона на длину волны 1550 нм и 3-х координатной микроподвижкой; 4. Широкополосный источник; 5. Адаптеры для оголенного световода	Собственность
3		Печь муфельная ТК.100.1100.М.3Ф	Собственность
4		Пирометр оптический Marathon MMG5HVF1	Собственность
5		Измеритель профиля показателя преломления оптического волокна S-14	Собственность
6		Двухфазный синхронный усилитель SR830	Собственность
7		Набор систем ввода/вывода излучения в волокно, сборка	Собственность
8		Стенд профтестирования, OG-80	Собственность
9		Кварцевая ручная горелка с 4-я кварцевыми форсунками, SSQ 141/5WS	Собственность
10		Источник бесперебойного питания, 9355-12-NL-15-64x7Ah-MBS (EATON 9355 (3ph in/out); with long life batteries; with MBS) Батареи 10 - летние, байпас	Собственность
Комплекс для исследования волоконных лазеров			
11		Лабораторная градиентная печь SP 30/13	Собственность
12		Прибор для измерения показателя преломления в объёмных образцах, Model 2010/M	Собственность
13		Комплект подвижек, ANT130-160-L-H, ANT130-60-L-H, ANT95-25-L-H-V	Собственность
14		Объектив Plan Apo NIR 100x	Собственность
15		ИК камера для профилирования лазерных и световодных мод в среднем ИК диапазоне, Ругосат-III	Собственность
16		Автоматизированный монохроматор\спектрограф с комплектом детекторов и аксессуаров, M833	Собственность

17	Методы измерений в волоконной оптике	Мельница PM100	Собственность	
18		Спектроанализатор (на диапазон 900-1700 нм), NIR 512	Собственность	
19		Спектроанализатор (на диапазон 900-1700 нм), HR4000	Собственность	
20			Собственность	
21		Оптический рефлектометр, AQ7260	Собственность	
22		Универсальная измерительная платформа, Система FTB-400 с модулем FTB-5500B EXFO	Собственность	
23		Анализатор оптического спектра, Yokogawa AQ6319	Собственность	
24		Волоконно-оптический анализатор распределения температуры и механических напряжений, Ditest STA 202 Omnisens	Собственность	
25		Сварочный аппарат волоконных световодов, FSM-45PM Fujikura	Собственность	
26		Система анализа заготовок, PK-2600 Photon Kinetics	Собственность	
27		Система измерения хроматической дисперсии волоконных световодов, PK-2800 Photon Kinetics	Собственность	
28		Экстинометр, PEM-330 Santec optical instruments	Собственность	
29		Широкополосный источник, FLS-2300B, EXFO	Собственность	
30		Контроллер поляризационной экстинции, Thorlabs	Собственность	
31		Скалыватель FK-11, Fujikura	Собственность	
32		Скалыватель CT-38, Fujikura	Собственность	
33		Скалыватель CT-32, Fujikura	Собственность	
34		Стриппер F-103S, Miller	Собственность	
35		Термо-стриппер HJS-02-80, Fujikura	Собственность	
36		Методы измерений в волоконной оптике	PS-02-Стриппер Fujikura PS-02 для удаления 250 мкм пок	Собственность
37			Внешний измеритель мощности FTB-3932X-EI-EUI-89-FOy	Собственность
38			Измерительная платформа EXFO FTB-500-OCT-VTY	Собственность
39			Измерительная платформа EXFO FTB-500-OCT-VTY	Собственность
40			Модуль анализатора поляризационной дисперсии FTB-55	Собственность

41		Модуль оптического анализатора спектра с поляризационным контроллером	Собственность
42		Модуль рефлектометра EXFO FTB-7200D-12CD-23B-EI-EI	Собственность
43		Сварочный аппарат Fujikura FSM60S	Собственность
44		Устройство подключения на изгибе волокна Photom 550	Собственность
		Лабораторные стенды	
45	Методы измерений в волоконной оптике	ВОГ в раскладку, пульт, поворотный стол, компьютер	Оперативное управление
46		рефлектометр OTDR, образцы сенсорных оптических волокон, плата измерительная, набор грузов и приспособлений.	Оперативное управление
47		рефлектометр BOTDA, сенсорное волокно, термостат, набор грузов и приспособлений.	Оперативное управление
48		Волоконные Брэгговские решётки (ВБР), источник излучения, спектроанализатор	Оперативное управление
49		Эффект Фарадея в оптических волокнах, термостат	Оперативное управление

**Карта обеспеченности учебно-методической литературой
дисциплины «Методы измерений в волоконной оптике»**

кафедра **Общей физики** факультет: ПММ

Цикл и шифр дисциплины: 200700.62 Форма обучения: **очная**

Год составления учебного плана: 2011

Направление	Номер семестра	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Количество экземпляров в библиотеке	Основной лектор
Инженерное (смена 200700.68)	6	10 чел.	<p>Основная литература</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Цаплин А.И., Никулин И.Л. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии / А.И. Цаплин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 299 с. 2. Бочкарев С.В., Цаплин А.И. Диагностика и надежность автоматизированных систем. Учебное пособие, гриф УМО, Пермь, ПГТУ, 2006 г. – 262 с. 3. Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика: теория и практика. М.: Кудиц-пресс, 2008. <p>Дополнительная литература</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. М.: Компания Сайрус системс, 1999 2. Кузнецов В.А., Исаев Л.К., Шайко И.А. Метрология. М.: Стандартиформ, 2005. 3. Листвин А.В., Листвин В. Н. Рефлектометрия оптических волокон. М.: ЛЕСАРарт, 2005. – 208 с. <p>Периодические издания</p> <p>Журналы «Фотоника», «Оптический журнал», «Оптика и спектроскопия», «Проблемы передачи информации»</p>		Цаплин А.И., каф. ОФ, тел.: 2198212

Согласовано:

Зав. отделом комплектования

Библиотеки _____

уч. степень, уч. звание

подпись _____

Тюрикова Н.В

Книгообеспеченность дисциплины

Составляет:

- основной учебной литературы на _____ более 1 экз. _____
(число, месяц, год) (экз. на одного обучаемого)

- дополнительной учебной литературы на _____ 1 экз. _____
(число, месяц, год) (экз. на одного обучаемого)

Лист регистрации изменений

№ п. п	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания

		кафедры. Подпись зав.кафедрой
1		
2		
3		