

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Пермский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ПГТУ

д-р техн. наук, проф.

_____ В.Ю. Петров

« _____ » _____ 2010г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
по дисциплине
Волоконно-оптические измерения**

Форма обучения - очная

Трудоёмкость: 20 ауд. часов по рабочему учебному плану (РУП)

Виды контроля: экзамен.

Пермь, 2010 г.

Рабочая программа составлена на основании технического задания к договору оказания услуг № 2010/602 от 11 января 2010 г. между государственной корпорацией «Российская корпорация нанотехнологий» (сокращенное наименование - ГК «РоснаноТех») и государственным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Пермский государственный технический университет».

Образовательная программа повышения квалификации одобрена методической комиссией факультета прикладной математики и механики «18» февраля 2010 г. протокол № 5.

Разработчики

д.т.н., профессор ПГТУ А.А.Южаков

д.ф.-м.н., профессор,
зав. теоретическим
сектором НЦВО
ИОФ РАН А.С.Бирюков

к.т.н., доцент ПГТУ М.С.Волковой

Рецензент директор института фотоники
и оптоэлектронного
приборостроения ПГТУ В.П. Первадчук

Председатель
методической
комиссии
факультета ПММ к.т.н., доцент С.П. Катаев

Согласовано:

Начальник УМУ к.т.н., доцент А.Н. Данилов

1. Цели и задачи образовательной программы

1.1 Цель – формирование специализированной базы знаний по основным параметрам и способам использования измерительных средств и систем применительно к волоконным световодам.

1.2. Категория обучаемых: инженеры-исследователи, инженеры-технологи, инженеры-конструкторы и инженеры-операторы с базовым образованием по следующим специальностям: радиофизика и электроника, физика конденсированного состояния, измерительно-вычислительные комплексы, кабельная техника, композиционные материалы.

1.3. Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

- специальные волоконные световоды;
- характеристики световодов и методики их контроля;
- система международных стандартов в области волоконно-оптических измерений.

1.4 Место дисциплины в профессиональной подготовке выпускников:

данная дисциплина является специальной, изучается на основе дисциплин «Теоретические основы волоконной и интегральной оптики» и «Конструкции и технологии волоконно-оптических элементов и систем»

2. Квалификационные требования к результатам освоения содержания дисциплины

2.1. Базовые компетенции (знания):

Компетенции	№	Формулировка
Базовые компетенции и знания (БЗ)	11	Навыки измерения геометрических и оптических параметров световодов типа Панда и наноструктурированных световодов
	12	Навыки лабораторной работы по исследованию характеристик и свойств оптических компонентов,

		исследованию свойств оптических систем
Специальные компетенции и знания (СК)	25	Навыки составления технологической документации: технологических регламентов, инструкций, технических условий
	28	Навыки проведения испытаний волоконных световодов типа Панда, наноструктурированных световодов и волоконно-оптических гироскопов

2.2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

в пределах компетенции 11:

- **иметь представления** о геометрических и оптических параметрах световодов типа Панда и наноструктурированных световодов;
- **знать** теоретические основы световодов типа Панда и наноструктурированных световодов;
- **уметь** анализировать структурные и функциональные характеристики световодов типа Панда и наноструктурированных световодов;
- **владеть** методиками расчета световодов типа Панда и наноструктурированных световодов;
- **иметь навыки** применения на практике методов расчета световодов;

в пределах компетенции 12:

- **иметь представления** о современных методах исследования характеристик и свойств оптических компонентов, оптических систем;
- **знать** теоретические основы оптических компонентов и систем;
- **уметь** анализировать характеристик и свойства оптических компонентов, оптических систем;
- **владеть** методиками расчета и измерения характеристик и свойств оптических компонентов, оптических систем;

- **иметь навыки** применения на практике методов расчета оптических компонентов и систем.

в пределах компетенций 25, 28:

- **иметь представления** об устройстве световодов типа Панда, наноструктурированных световодов и волоконно-оптических гироскопов;

- **знать** теоретические основы волоконных световодов типа Панда, наноструктурированных световодов и волоконно-оптических гироскопов;

- **уметь** анализировать световоды и волоконно-оптические гироскопы;

- **владеть** методиками расчета и измерения параметров волоконных световодов и волоконно-оптических гироскопов;

- **иметь навыки** применения на практике методов испытаний волоконных световодов типа Панда, наноструктурированных световодов и волоконно-оптических гироскопов.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 3.1

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоемкость, час.
1	2	3
1	Аудиторная работа	20
	Лекции (Лк)	10
	Практические занятия (ПЗ)	–
	Лабораторный практикум (ЛР)	10
2	Самостоятельная работа	10
	Повторение материала, пройденного на лекциях	4
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3

3	Вид промежуточного контроля	Тестирование Экзамен
4	Трудоемкость дисциплины (всего)	30

4. Содержание дисциплины

4.1. Обязательный минимум содержания дисциплины

Таблица 4.1

Индекс	Содержание дисциплины (дидактические единицы, установленные вузом)	Всего часов
	Основные параметры специальных волоконных световодов. Геометрические параметры световодов, методики контроля. Диаметр модового поля. Длина волны отсечки высших мод, методика контроля.. Оптические характеристики световодов. Поляризационные характеристики и методы их измерения. Дисперсионные характеристики. Активные световоды и их характеристики. Контроль устойчивости специальных волоконных световодов к внешним воздействиям. Система международных стандартов в области волоконно-оптических измерений.	20
	Итого	20

4.2. Разделы, темы и виды занятий (тематический план)

Таблица 4.2

№ ОУ М	Наименование разделов дисциплины	Номер темы дисциплин ы	Количество часов				Трудоёмкость , час.	
			аудиторная работа			самостоя- тельная работа (СРС)		
			всег о	Л к	П З			Л Р
1	2	3	4	5	6	7	8	9
mod 1	Раздел 1. Параметры волоконных световодов.	Тема 1	12	5		7		12
		Тема 2	5	2		3		5
			7	3		4		7
	Раздел 2. Дисперсионны е характеристик и и устойчивость световодов.	Тема 3	8	5		3		8
		Тема 4	5	2		3		5
		Тема 5	2	2				2
	Экзамен		1	1				1

Итого	20	10	10		20
-------	-----------	-----------	-----------	--	-----------

4.3. Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Параметры волоконных световодов. Лк - 5 часов, ЛР – 7 часов, , компетенции 11, 12, 25, 28.

Тема 1. Геометрические параметры световодов.

Основные параметры специальных волоконных световодов. Геометрические параметры световодов, методики контроля. Диаметр модового поля. Длина волны отсечки высших мод, методика контроля.

Тема 2. Оптические характеристики световодов.

Оптические характеристики световодов Поляризационные характеристики и методы их измерения.

Раздел 2. Дисперсионные характеристики и устойчивость световодов. Лк - 5 часов, ЛР – 3 часа, компетенции 11, 12, 28.

Тема 3. Дисперсионные характеристики световодов.

Дисперсионные характеристики. Активные световоды и их характеристики.

Тема 4. Устойчивость волоконных световодов к внешним воздействиям.

Контроль устойчивости специальных волоконных световодов к внешним воздействиям.

Тема 5. Стандартизация.

Система международных стандартов в области волоконно-оптических измерений.

4.4. Темы практических занятий

Не предусмотрены

4.5. Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы	Осваиваемые компетенции	Кол-во часов
1	1	Измеритель геометрии световодов	11, 12, 25	3
2	2	Оптический рефлектометр	11, 12, 25, 28	2
3	2	Экстинометр	11, 12, 28	2
4	3	Спектроанализатор	11, 12	1
5	3	Измеритель поляризационно-модовой дисперсии	11, 12, 28	2

4.6 Виды самостоятельной работы студентов

4.6.1. Повторение материала, пройденного на лекциях - 4 часа.

4.6.2. Подготовка к лабораторным работам - 3 часа.

4.6.3. Оформление отчетов по лабораторным работам - 3 часа.

5. Виды контроля

5.1. Виды промежуточного контроля

№ п.п.	Номер модуля	Наименование материалов контроля	Оцениваемые компетенции
1	мод. 1	Тест. Количество тестовых заданий не менее 30	11, 12, 28

5.2. Вид итогового контроля:

экзамен

Порядок проведения экзамена

Экзамен устанавливается как форма аттестации по дисциплине.

Экзамен охватывает содержание изучаемой дисциплины. Срок и место проведения экзамена планируется расписанием. Экзамен принимается преподавателем - лектором.

Обучаемый допускается к сдаче экзамена, если он выполнил полностью все виды работ, предусмотренные рабочей программой.

Результат сдачи экзамена оценивается по каждой компетенции отдельно по трем уровням освоения: пороговый, средний, высокий.

Программа экзамена

Волоконно-оптические измерения. Основные параметры специальных волоконных световодов. Геометрические параметры световодов, методики контроля. Диаметр модового поля. Длина волны отсечки высших мод, методика контроля. Оптические характеристики световодов. Поляризационные характеристики и методы их измерения. Дисперсионные характеристики. Активные световоды и их характеристики. Контроль устойчивости специальных волоконных световодов к внешним воздействиям. Система международных стандартов в области волоконно-оптических измерений.

6. Контрольно-измерительные материалы

6.1. Вопросы для подготовки к экзамену

по компетенции 11

1. Типы волоконных световодов.
2. Геометрические параметры световодов.
3. Оптические характеристики световодов.
4. Явления на границе раздела оптических сред.
5. Формулы Френеля.
6. Угол Брюстера.
7. Явление полного внутреннего отражения.

по компетенции 12

1. Числовая апертура, постоянная распространения.

2. Материальная и модовая дисперсия.
3. Механизмы потерь света в волоконных световодах.
4. Волоконно-оптические соединители и разветвители.
5. Волоконно-оптические поляризаторы и деполаризаторы.
6. Волоконно-оптические брэгговские и длиннопериодные решетки.

по компетенциям 25, 28

1. Волоконные световоды типа Панда.
2. Наноструктурированные световоды.
3. Волоконно-оптические гироскопы.
4. Особенности свойств и характеристик световодов для волоконно-оптических устройств.
5. Испытания волоконных световодов.
6. Поляризационные свойства волоконных световодов.

6.2. Примеры тестовых заданий по компетенциям 11,12, 28

1. Минимальные оптические потери, обусловленные поглощением света по длине кварцевого оптического волокна, составляют

- 1) 200 дБ/км;
- 2) 20 дБ/км;
- 3) 2 дБ/км;
- 4) 0,2 дБ/км;
- 5) 0,02 дБ/км.

2. Для большинства оптических волокон относительная разность показателей преломления $\Delta = (n_1 - n_2)/n_1 = \Delta n/n_1$ составляет

- 1) $10^{-1} \dots 10$;
- 2) $10^{-4} \dots 10^{-5}$;
- 3) $10^{-2} \dots 10^{-3}$;
- 4) $10^1 \dots 10^2$;

5) $10^2 \dots 10^3$.

3. Максимальная выходная мощность непрерывных волоконных лазеров составляет

- 1) 32 Вт;
- 2) 4 кВт;
- 3) 14 кВт;
- 4) 28 кВт;
- 5) 36 кВт.

4. Преимуществами волоконного оптического гироскопа по сравнению с электромеханическим гироскопом не являются

- 1) мгновенная готовность к работе;
- 2) предельно малое потребление энергии;
- 3) высокая помехоустойчивость;
- 4) возможность измерения ускорений;
- 5) малые габариты.

5. Показатель преломления сердцевины ... показатель преломления оболочки световода

- 1) больше чем;
- 2) меньше чем;
- 3) такой же, как.

6. При изгибе световода его апертура

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается;
- 3) не изменяется.

7. Максимальный угол между оптической осью оптического волокна и лучом света, для которого еще выполняется условие полного внутреннего отражения – это

- 1) апертура;
- 2) мода;
- 3) дисперсия.

8. Дисперсия оптического сигнала приводит к

- 1) расширению оптического импульса;
- 2) сужению оптического импульса;
- 3) усилению оптического импульса.

9. Как изменится интенсивность света в фокусе линзы, если ее диаметр увеличить в 2 раза?

- 1) не изменится;
- 2) увеличиться в 2 раза;
- 3) увеличиться в 4 раза;
- 4) увеличиться в 8 раз;
- 5) увеличиться в 16 раз.

10. Каким образом сказывается на дифракционной картине увеличение числа щелей дифракционной решетки на единицу длины:

- 1) дифракционная картина размывается;
- 2) дифракционная картина становится более яркой;
- 3) число щелей не влияет на вид дифракционной картины.

11. Появление цветных масляных полос на лужах связано с

- 1) дифракцией;
- 2) интерференцией;
- 3) дисперсией;
- 4) абберацией;
- 5) окрашенностью масла.

12. На что влияет протяженность источника при интерференции на 2-х щелях:

- 1) на видность (контрастность) интерференционных полос только в центре экрана;
- 2) на видность (контрастность) интерференционных полос в любой точке экрана;
- 3) на число наблюдаемых полос;
- 4) на ширину каждой полосы.

13. На что влияет некогерентность источника при интерференции на 2-х щелях:

- 1) на видность (контрастность) интерференционных полос в центре экрана;
- 2) на число наблюдаемых полос;
- 3) на ширину каждой полосы.

14. Как изменится интенсивность в точке наблюдения, если закрыть 2 зоны Френеля

- 1) уменьшится в 2 раза;
- 2) уменьшится в 4 раза;
- 3) не изменится;
- 4) увеличится в 4 раза.

15. При угле Брюстера:

- 1) преломленный луч исчезает и остается только отраженный;
- 2) преломленный луч полностью поляризован;
- 3) преломленный и отраженный лучи перпендикулярны друг другу.

16. Как изменится ширина полос в опыте Юнга, если одновременно уменьшить в 2 раза расстояние между щелями и увеличить в 2 раза расстояние до экрана

- 1) не изменится;
- 2) увеличится в 2 раза;
- 3) увеличится в 4 раза;
- 4) уменьшится в 4 раза.

17. Какое из перечисленных ниже явлений НЕ имеет места при прохождении света через дифракционную решетку:

- 1) разложение белого света в спектр;
- 2) изменение частоты световой волны;
- 3) изменение направления распространения световых волн;
- 4) пространственное перераспределение энергии световой волны и образование дифракционных максимумов и минимумов;
- 5) наложение друг на друга спектров разных порядков при прохождении белого света через дифракционную решетку.

18. Дифракционную картину получили с помощью красного света. Как изменится картина, если воспользоваться фиолетовым светом:

- 1) полосы будут расположены ближе друг к другу;
- 2) полосы будут расположены дальше друг от друга;
- 3) полосы останутся на своих местах.

19. Во сколько раз наивысший порядок спектра m_1 , который можно наблюдать при нормальном падении на дифракционную решетку монохроматического света с $\lambda = 400$ нм, больше наивысшего порядка m_2 при освещении этой решетки светом с длиной волны $\lambda = 600$ нм:

- 1) в 1,5 раза;
- 2) в 2 раза;
- 3) в 3 раза;
- 4) не изменится.

20. При освещении синусоидальной амплитудной дифракционной решетки плоской монохроматической волной на выходе возникают:

- 1) две плоские волны;
- 2) три плоские волны;
- 3) две сферические волны и плоская волна;
- 4) количество волн зависит от периода решетки.

21. При восстановлении осевой голограммы Габора плоской монохроматической волной мы получаем:

- 1) действительное изображение предмета;
- 2) мнимое изображение предмета;
- 3) опорную волну;
- 4) все, перечисленное выше.

22. Фазовая скорость волны

- 1) может быть больше скорости света;
- 2) в точности равна скорости света;
- 3) всегда меньше скорости света.

23. Если свет круговой поляризации пропустить через двулучепреломляющую пластинку $\lambda/4$, то на выходе будет свет

- 1) круговой поляризации;
- 2) линейной поляризации;
- 3) деполяризованный;
- 4) эллиптической поляризации.

24. В опыте Юнга по интерференции света щели закрыты двумя пластинками $\lambda/4$ перпендикулярной ориентации. В результате на экране за щелями:

- 1) интерференционные полосы исчезнут;
- 2) интенсивность полос уменьшится в 2 раза;
- 3) контрастность полос уменьшится в 2 раза;
- 4) ничего не изменится.

25. Чтобы деполяризовать частично монохроматический свет круговой поляризации, его нужно

- 1) пропустить через пластинку $\lambda/4$;
- 2) пропустить через толстый двулучепреломляющий кристалл;
- 3) пропустить через поляризатор;
- 4) пропустить через матовую пластинку.

26. В чем состоит недостаток осевой голограммы Габора

- 1) имеются два изображения предмета, которые видны одновременно на фоне паразитной опорной волны;
- 2) изображение предмета перевернутое;
- 3) низкая яркость восстановленного изображения.

27. Амплитудная и фазовая синусоидальные дифракционные решетки одинакового периода освещаются плоской монохроматической волной. В чем состоит отличие в пространственном спектре излучения на выходе решеток:

- 1) фазой;
- 2) количеством волн;
- 3) углами распространения.

28. Каким образом сказывается на дифракционной картине увеличение числа щелей дифракционной решетки на единицу длины:

- 1) дифракционная картина размазывается;
- 2) дифракционная картина становится более яркой;
- 3) число щелей не влияет на вид дифракционной картины.

29. Как изменится интенсивность в точке наблюдения, если закрыть 2 зоны Френеля

- 1) уменьшится в 2 раза;
- 2) уменьшится в 4 раза;
- 3) не изменится;
- 4) увеличится в 4 раза.

30. Как изменится ширина полос в опыте Юнга, если одновременно уменьшить в 2 раза расстояние между щелями и увеличить в 2 раза расстояние до экрана

- 1) не изменится;
- 2) увеличится в 2 раза;
- 3) увеличится в 4 раза;
- 4) уменьшится в 4 раза.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Рекомендуемая литература.

7.1.1. Основная литература

№ п.п.	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания
1	Иванов А.Б.	Волоконная оптика (компоненты, системы передачи, измерения)	– М.: САЙРУС СИСТЕМС, 1999

2	Листвин А.В.	Рефлектометрия оптических волокон	–М.: ЛЕСАР арт., 2005
---	--------------	--------------------------------------	--------------------------

7.1.2. Дополнительная литература

№ п.п.	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания
1	Листвин А.В.	Оптические волокна для линий связи	–М.: ЛЕСАР арт., 2003
2	Гурьянов А.Н.	Волоконные световоды для систем передачи информации	–Н.Новгород, : НГТУ, 2003

7.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

7.2.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Назначение
1	Аттестация	Тест	Промежуточный контроль

7.2.2. Аудио- и видео-пособия

не используются

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Специализированная учебная лаборатория (аудитория)

№ п.п.	Наименование и принадлежность помещения	Площадь (м ²)	Количество посадочных мест
-----------	--	------------------------------	----------------------------------

1	Учебная аудитория для студентов направления - Фотоника и оптоинформатика	72	30
---	--	----	----

8.2. Основное учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	№ аудитории
5.	Оптический рефлектометр	1	собственность	
6.	Спектроанализатор	1		
7.	Измеритель поляризационно-модовой дисперсии	1		
8.	Экстинометр	1		
9.	Измеритель геометрии световодов	1		