

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

« 09 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Методы измерений в волоконной оптике  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 180 (5)  
(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

Изучение методов измерений в волоконной оптике, физических основ метрологии, стратегий и инноваций развития измерений в волоконной оптике.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Термины и понятия волоконной оптики; оборудование, применяемое при измерениях в волоконной оптике; теоретические основы методов измерений в волоконной оптике; погрешностей измерений и их анализ.

### 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
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знание характеристик различных типов волоконных световодов; знание основных методов измерения характеристик различных типов волоконных световодов; знание основного оборудования для измерений в волоконной оптике	Знает современные методы измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей; классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов	Тест
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умение выбрать и применить оборудование для измерений характеристик специальных волоконных световодов; умение использовать современные методы измерения характеристик специальных волоконных световодов, выбирать методику измерений в зависимости от типа волоконного световода.	Умеет выбирать методы для измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владение навыками работы с современным оборудованием для измерений характеристик специальных волоконных световодов и кабелей, владение навыками анализа экспериментальных данных, навыками оценки погрешности.	Владеет навыками измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей	Экзамен

### 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)	32	32	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 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	
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы волоконной оптики	4	4	0	20
Исторические примеры использования света для модулирования информации. Фотофон Белла. Применение волокон для передачи информации. Фундаментальные работы Ч.Као. Изобретение лазера и связанный с ним прогресс в оптоволоконной связи, увеличении скорости передачи информации. Устройство оптического волокна. Классификация волокон. Одно- и многомодовые волокна. Характеристики волокон: модовая, молекулярная, волноводная дисперсия; затухание оптической энергии, виды потерь, его вызывающие; числовая апертура, моды. Влияние внешних воздействий на срок службы оптических волокон. Категории оптических волокон.				
Метрология и стандартизация	4	12	0	30
Стандартизация, ее функции. Стандартизация как элемент системы технического регулирования. Виды и цели стандартизации. Особенности стандартизации в волоконной оптике. Работа российских и зарубежных организаций по стандартизации в волоконной оптике. Обеспечение единства измерений в системе технического регулирования. Классификация эталонов единиц физических величин, международная система единиц СИ. Особенности измерений в волоконной оптике. Метрологическое обеспечение измерений в волоконной оптике. Основные понятия и определения: измерение, тестирование, метрологический контроль. Методы контроля и измерения физических величин, дискретизация, квантование, кодирование сигналов. Виды и оценка погрешностей измерений. Основы корреляционного и регрессионного анализа при обработке результатов измерений. Метод наименьших квадратов.				
Методы измерений	8	16	0	40
Классификация измерений в волоконной оптике. Измерение параметров одномодового волокна: размера модового пятна, длины волны отсечки, хроматической дисперсии, затухания. Измерение параметров многомодового волокна: диаметра сердцевинны, числовой апертуры, хроматической и многомодовой дисперсии, затухания. Стандартные категории волокон и виды испытаний: методы преломления и распределения света в ближнем поле, задержки отраженного импульса, измерения механических характеристик. Методы измерения затухания (обрыва, вносимых потерь, обратного				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>рассеяния). Измерение ширины полосы пропускания: импульсная и частотная характеристики. Измерение передаваемой мощности. Методы фазового сдвига и задержки импульса определения дисперсии. Методы определения характеристик при испытаниях на воздействие внешних факторов. Измерение спектральных характеристик: анализ оптического спектра, измерение длины волны, ширины линии и фазового шума без модуляции лазера, частотной модуляции оптического сигнала.</p> <p>Особенности измерений в области нанотехнологий. Классификация методов измерений, применяемых в нанометрологии. Характеристики основных методов микроскопии. Виды спектроскопии. Метрологическое обеспечение измерений в нанотехнологиях.</p>				
ИТОГО по 3-му семестру	16	32	0	90
ИТОГО по дисциплине	16	32	0	90

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование источника излучения, измерение случайных погрешностей
2	Измерение изгибных потерь в оптоволокне с помощью рефлектометра OTDR
3	Исследование зависимости бриллюэновского частотного сдвига от температуры и механических напряжений в оптическом волокне
4	Измерение температуры с помощью волоконных брэгговских решеток
5	Измерение числовой апертуры оптического волокна
6	Измерение диаметра модового поля
7	Измерение длины оптического волокна путем определения времени задержки переданного и (или) отраженного импульса
8	Измерение спектров поглощения активных волокон

## 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.

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

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

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Цаплин А. И. Методы измерений в волоконной оптике : учебное пособие для вузов / А. И. Цаплин, М. Е. Лихачев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	10
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Окрепилов В.В. Стандартизация и метрология в нанотехнологиях / В.В. Окрепилов. - СПб: Наука, 2008.	1
2	Скляров О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О. К. Скляров. - Москва: СОЛОН-Пресс, 2004.	4
3	Стандартизация : учебное пособие для вузов / Я. М. Радкевич [и др.]. - Москва: Славянская шк., 2002.	2

<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Квантовая электроника : журнал / Российская академия наук; Физический институт им. П. Н. Лебедева ; Институт общей физики им. А.М. Прохорова; Московский государственный инженерно-физический институт (технический университет); Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Международный учебно-научный лазерный центр; Астрофизика; Научно-исследовательский институт лазерной физики; Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт лазерной физики; Научно-исследовательский институт Полус им. М. Ф. Стельмаха. - Москва: Физ. ин-т им. П. Н. Лебедева РАН, 1971 - .	
2	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 - .	
3	Фотоника : научно-технический журнал / Техносфера; Лазерная ассоциация; журнал Photonik и AT-Fachverlag GmbH. - Москва: Техносфера, 2007 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	О. К. Скляр – Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие, Санкт-Петербург : Лань, 2010 .— 265 с.	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. –	сеть Интернет; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Методические указания для студентов по освоению дисциплин	<a href="http://pstu.ru/files/2/file/kafedra/fpmm/of/Methodicheskie_ukazaniya_dlya_studentov_po_osvoeniyu_disciplini.pdf">http://pstu.ru/files/2/file/kafedra/fpmm/of/Methodicheskie_ukazaniya_dlya_studentov_po_osvoeniyu_disciplini.pdf</a>	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Цаплин А. И. Методы измерений в волоконной оптике : учебное пособие для вузов / А. И. Цаплин, М. Е. Лихачев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011 – 226 с	<a href="http://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70">http://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента	<a href="http://pstu.ru/files/2/file/kafe/dra/fpmm/of/Dlya_samostoyatelnoyi_raboti_studentsa.pdf">http://pstu.ru/files/2/file/kafe/dra/fpmm/of/Dlya_samostoyatelnoyi_raboti_studentsa.pdf</a>	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	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	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Комплект оборудования по фотонике, ауд.252, гл. к.	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Комплект мультимедийного оборудования, ауд.253, гл. к.	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  
«Методы измерений в волоконной оптике»  
*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: 5 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 3 семестр

Пермь 2019

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

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины 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 экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> знать современные методы измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей; классификацию и основные характеристики специальных волоконных световодов	С	ТО		Т1, Т2, Т3		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь выбирать методы для измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей	С		ОЛР			ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками измерения характеристик специальных волоконных световодов и кабелей			ОЛР			КЗ

*С* – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *КЗ* – кейс-задача (индивидуальное задание); *ОЛР* – отчет по лабораторной работе; *Т/КР* – рубежное тестирование (контрольная работа); *ТВ* – теоретический вопрос; *ПЗ* – практическое задание; *КЗ* – комплексное задание экзамена.

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

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

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

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности 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 усвоения материала**

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

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом

или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### 2.2.2. Рубежное тестирование

Согласно РПД запланировано 3 рубежных тестирования после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первое тестирование по модулю 1 «Основы волоконной оптики», второе тестирование – по модулю 2 «Метрология и стандартизация», третье тестирование – по модулю 3 «Методы измерений».

#### Типовые задания первого теста:

1. Энергия кванта света ( $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с;  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с;  $\lambda = 500$  нм;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл) составляет

1) 1,5 эВ; **2) 2,5 эВ;** 3) 3,0 эВ; 4) 3,5 эВ; 5) 4,0 эВ

2. Частота колебаний вектора напряженности магнитного поля  $H$  электромагнитной волны в воздухе при длине волны  $\lambda = 3$  см ( $c = 3 \cdot 10^8$  м/с) составляет...

**1)  $1 \cdot 10^{10}$  Гц;** 2)  $7,5 \cdot 10^9$  Гц; 3)  $7,5 \cdot 10^7$  Гц; 4)  $1,33 \cdot 10^{10}$  Гц; 5)  $1,33 \cdot 10^{11}$  Гц.

3. Прибор для измерения показателя преломления среды называется...

1) спектрометр; 2) интерферометр; 3) дифрактометр; **4) рефрактометр;**  
5) dilatометр

4. Межмодовая дисперсия в оптическом волокне зависит от

**1) геометрии волокна;** 2) состава материала; 3) изгиба волокна;  
4) эллиптичности сердцевин; 5) напряжений в волокне

5. Какое изобретение стимулировало развитие волоконно-оптической связи?

1) персональный компьютер; 2) аналого-цифровой преобразователь;  
3) цветное телевидение; 4) алгоритм сжатия видео и звука; **5) лазер**

6. Высокие потери в стеклах, получаемых до 2 половины XX в., были вызваны

1) несовершенством технологии; 2) некорректным измерением;  
3) отсутствием промышленного производства;  
4) отсутствием передающих и принимающих устройств;  
**5) примесями**

7. Основные потери при соединении двух одинаковых волокон обусловлены

1) Смещением сердцевин **2) Непараллельностью волокон**  
3) Френелевским отражением 4) Некоаксиальностью сердцевин

8. Более 90 процентов оборудования для контроля оптических параметров волокна выпускается фирмой:

1) Corning Glass **2) Photon Kinetics** 3) Nextrom 4) Healthway

## Типовые задания второго теста:

1. Технический регламент - это ...

- 1) перечень национальных стандартов;
- 2) законодательный или правительственный акт, который содержит требования в области безопасности;**
- 3) свод правил в области стандартизации;
- 4) вид стандарта.

2. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» устанавливает следующие виды государственного метрологического контроля...

- 1) утверждение типа средств измерений;
- 2) поверка средств измерений, в том числе эталонов;
- 3) лицензирование деятельности юридических и физических лиц на право изготовления, ремонта, продажи и проката средств измерений;
- 4) все вышеперечисленные.**

3. Эталон, применяемый для сличений эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом ...

- 1) первичный эталон; 2) государственный первичный эталон; 3) вторичный эталон;
- 4) эталон сравнения; 5) рабочий эталон.**

4. В нанометровом диапазоне используются следующие методы измерений физических величин

- 1) сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия;
- 2) атомно-силовая микроскопия; 3) интерференционная микроскопия;
- 4) микроскопия ближнего поля; **5) все вышеперечисленные.**

5. К свойствам состояния измерений, определяющих их качество, не относится ...

- 1) точность;
- 2) правильность как степень близости к нулю систематической погрешности;
- 3) повторяемость; **4) эталонность; 5) все вышеперечисленные**

6. Измерительный прибор должен иметь следующие надписи для оценки соответствия при его размещении на рынке

- 1) торговую марку изготовителя;
- 2) информацию о точности измерений;
- 3) данные об условиях использования;
- 4) идентификационную маркировку и номер сертификата экспертизы типа;
- 5) все вышеперечисленные.**

7. Измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям, это измерения ...

1) прямые; 2) совместные; **3) косвенные**; 4) совокупные.

8. Метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой, это метод

1) противопоставления; 2) дифференциальный; 3) нулевой; **4) замещения**;  
5) совпадений.

### Типовые задания третьего теста:

1. Погрешности, вызываемые недостатками применяемого метода измерений, несовершенством теории физического явления и неточностью расчетной формулы, используемой для нахождения измеряемой величины, это погрешности ...

1) систематические; **2) методические**; 3) инструментальные (приборные);  
4) случайные; 5) грубые ошибки (промахи).

2. Среднее значение  $\bar{x}$  случайной величины  $x$ , имеющей плотность распределения  $f(x)$ , вычисляется по формуле...

$$1) \bar{x} = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx; \quad 2) \bar{x} = \int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot f(x) dx; \quad 3) \bar{x} = \int_0^{+\infty} x \cdot f(x) dx;$$

$$4) \bar{x} = \int_0^x x \cdot f(x) dx; \quad 5) \bar{x} = \int_0^x f(x) dx.$$

3. Метод измерения времени задержки переданного и (или) отраженного импульса позволяет определить такие параметры оптоволокну, как...

1) диаметр сердцевины; 2) диаметр оболочки; 3) некруглость;  
4) неконцентричность; **5) длина**.

4. Числовая апертура многомодового оптического волокна может быть измерена методом...

1) задержки импульса; **2) распределения света в дальнем поле**;  
3) частотной характеристики; 4) импульсной характеристики; 5) обрыва.

5. Сканирующая уннельная микроскопия дает информацию о

1) химическом составе вещества; 2) топографии 3) электронных свойствах  
**4) всем вышеперечисленном**

6. Механизм неупругого рассеяния фотонов используется в спектроскопии...

1) фотолюминесцентной; 2) электролюминесцентной; **3) рамановской**;  
4) фотоэлектронной рентгеновской; 5) оже-спектроскопии.

7. Профиль показателя преломления заготовки строится на основе:

- 1) спектрального анализа состава заготовки;
- 2) мощности отраженного от заготовки лазерного луча;
- 3) функции отклонения луча, прошедшего через заготовку;**
- 4) визуального осмотра заготовки;
- 5) ни одним из способов.

8. Увеличение продолжительности импульса рефлектометра:

- 1) увеличивает динамический диапазон и понижает пространственное разрешение;**
- 2) уменьшает динамический диапазон и повышает пространственное разрешение;
- 3) увеличивает и динамический диапазон, и пространственное разрешение;
- 4) уменьшает и динамический диапазон, и пространственное разрешение.

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

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Виды дисперсии.
2. Стандартизация как элемент системы технического регулирования. Виды и цели стандартизации.
3. Классификация эталонов единиц физических величин, международная система единиц СИ.
4. Основы корреляционного и регрессионного анализа при обработке результатов измерений.
5. Методы измерения затухания (обрыва, вносимых потерь, обратного рассеяния).
6. Измерение ширины полосы пропускания: импульсная и частотная характеристики.

### **Типовые вопросы и практические задания для контроля умений владений:**

1. Рассчитать числовую апертуру волокна с  $\Delta n = 0.015$
2. Определить значение нормированной частоты  $V$  на длине волны  $1.3 \text{ мкм}$  для волокна с градиентным профилем показателя преломления ( $g=2$ ) с диаметром сердцевинки  $8 \text{ мкм}$  и  $\Delta n = 0.006$ .
3. Определить эффективный показатель преломления на длине волны  $1.3 \text{ мкм}$  для волокна со ступенчатым профилем показателя преломления с диаметром сердцевинки  $8 \text{ мкм}$  и  $\Delta n = 0.005$ .

### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Оптическое волокно имеет следующие характеристики: показатель преломления сердцевинки  $n_1=1,4675$ , показатель преломления оболочки  $n_2=1,4645$ , диаметр сердцевинки волоконного световода  $d=10,0 \text{ мкм}$ . В волокно вводится излучение с длиной волны  $\lambda=1,3 \text{ мкм}$ .

- 1) Сколько мод ( $N$ ) может распространяться по оптическому волокну для заданной длины волны?
- 2) Рассчитайте длину волны отсечки ( $\lambda_c$ ) первой моды.
- 3) Рассчитайте нормированную постоянную распространения  $B$  первой моды.
- 4) Рассчитайте постоянную распространения  $\beta$  первой моды.
- 5) Рассчитайте эффективный показатель преломления первой моды  $n_e$ .
- 6) Рассчитайте диаметр поля первой моды  $w_e$ .
- 7) Сравните мощности излучения на оси световода и на границе сердцевинки и оболочки. Определите отношение  $\eta_1$  мощностей. Используйте гауссово приближение.

2. Однородный точечный источник света расположен на оси сердцевинки световода со ступенчатым профилем показателя преломления. Показатель преломления сердцевинки световода равен  $1,475$ . Источник перемещают вдоль данной оси по направлению к световоду. При этом доля излучения, вводимого в световод, при расстоянии  $r_0 = 0,2 \text{ мм}$  до световода перестает меняться и становится равной  $1 \%$ . Определите показатель преломления оболочки световода и диаметр сердцевинки.

3. Рабочий динамический диапазон рефлектометра равен  $3,5 \text{ дБ}$ , если время импульса  $0,5 \text{ мкс}$ , а время усреднения рефлектограмм  $10 \text{ с}$ . Исследуется световод со средними потерями  $0,25 \text{ дБ/км}$ . 1) Определите максимальную длину световода для исследования; 2) Определите пространственную разрешающую способность; 3) каким будет динамический диапазон, если время импульса уменьшить до  $20 \text{ нс}$ , а время усреднения увеличить до  $1 \text{ мин}$ ?

### **2.3.2. 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 путем выборочного контроля во время экзамена.

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

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

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

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

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

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

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

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

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации используются следующие критерии:

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

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

$$OУ = 0.4 * OУЭ + 0.6 * OУЛ,$$

где OУ – общая оценка уровня сформированности умений, OУЭ – оценка умений по итогам выполнения практического задания билета на экзамене, OУЛ – оценка умений по итогам защиты лабораторных работ

$$OВ = 0.4 * OВЭ + 0.6 * OВЛ,$$

где OВ – общая оценка уровня сформированности владений, OВЭ – оценка умений по итогам выполнения комплексного задания билета на экзамене, OВЛ – оценка владений по итогам защиты лабораторных работ.

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

$$\text{ИО} = 0.6 \cdot \text{ОЗ} + 0.2 \cdot \text{ОУ} + 0.2 \cdot \text{ОВ},$$

где ИО – итоговая оценка.

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