МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология в оптических телекоммуникационных системах

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	22	22	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	58	58	часов
5	Самостоятельная работа	86	86	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Зачет: 8 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 28758

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от «24» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. СВЧиКР	_____	А. Е. Мандель
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперты:

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	А. Ю. Попков
Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	С. Н. Шарангович

Согласована на портале № 28758

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» является освоение студентами основных методов и средств измерения параметров волоконно-оптических систем передачи, их отдельных волоконно-оптических и оптоэлектронных элементов.

1.2. Задачи дисциплины

– Основные задачи дисциплины:

– изучение общих принципов организации метрологического обеспечения оптических телекоммуникационных систем; изучение методов и технических средств, обеспечивающих измерение основных параметров и характеристик оптических телекоммуникационных систем и их отдельных элементов.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» (Б1.В.ОД.13) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Метрология и технические измерения, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;

– ПК-18 способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** методы и способы проведения всех видов инструментальных измерений электронных и оптических параметров оборудования и сквозных каналов, используемых в облаппсти инфо коммуникационных технологий и систем связи; методы и способы экспериментальной проверки технического состояния и ресурса оптического оборудования с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов

– **уметь** проводить инструментальные измерения, используемые в области оптических инфокоммуникационных технологий и систем связи; организовывать и проводить экспери-ментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламен-тов

– **владеть** основными методами, способами и приемами инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; навыками экс-периментальных испытаний с целью проверки технического состояния и ресурса оптическо-го оборудования и соответствия требованиям технических регламентов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	58	58

Согласована на портале № 28758

Лекции	22	22
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	20	20
Самостоятельная работа (всего)	86	86
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	36	36
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	38	38
Всего (без экзамена)	144	144
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Введение. Принципы и физические основы оптических телекоммуникационных систем.	2	0	0	6	8	ОПК-6, ПК-18
2 Цели и задачи измерений в оптических телекоммуникационных системах. Диагностические процедуры.	2	0	0	6	8	ОПК-6, ПК-18
3 Измеряемые параметры оптических волокон, источников и приемников оптического излучения.. Приборы для измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	6	4	8	20	38	ОПК-6, ПК-18
4 Рефлектометр. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	4	4	8	20	36	ОПК-6, ПК-18
5 Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт.	6	4	4	20	34	ОПК-6, ПК-18
6 Автоматизированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	2	4	0	14	20	ОПК-6, ПК-18
Итого за семестр	22	16	20	86	144	
Итого	22	16	20	86	144	

Согласована на портале № 28758

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Введение. Принципы и физические основы оптических телекоммуникационных систем.	Оптические телекоммуникационные системы и прогресс. Роль метрологического обеспечения в оптических телекоммуникациях.Устройство оптического волокна и кабеля. Основные параметры оптических волокон и кабелей. Пассивные и активные элементы оптических телекоммуникационных системы и их параметры.	2	ОПК-6, ПК-18
	Итого	2	
2 Цели и задачи измерений в оптических телекоммуникационных системах. Диагностические процедуры.	Этапы проведения измерений и номенклатура измеряемых параметров на каждом этапе. Особенности ввода измерительной информации в оптические волокна. Диагностические процедуры, проводимые на оптических сетях связи. Средства измерений, обеспечивающие выполнение процедур.	2	ОПК-6, ПК-18
	Итого	2	
3 Измеряемые параметры оптических волокон, источников и приемников оптического излучения.. Приборы для измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	Основные измеряемые параметры оптических волокон, источников оптического излучения, приемников оптического излучения. Методы измерения абсолютной оптической мощности. Оптические ваттметры. Методы измерения затухания. Оптические тестеры. Дисперсия оптического волокна. Приборы и методы измерения дисперсии. Анализ оптического спектра. Принципы работы оптических анализаторов спектра, технология измерений.	6	ОПК-6, ПК-18
	Итого	6	
4 Рефлектометр. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	Принцип работы рефлектометров. Рефлектометры с не-прерывным излучением: корреляционный и частотный. Импульсный рефлектрометр. Конструкция, основные сведения о существующих моделях рефлектометров. Характеристики. Применение импульсных рефлектометров, погрешности измерений. Технология измерений.	4	ОПК-6, ПК-18
	Итого	4	
5 Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через	Особенности измерения коэффициентов ошибок в цифровых волоконно-оптических системах. Нормы на пара-метры ошибок цифровых систем передачи и критерии оценки качества передачи. Средства измерения коэффициентов ошибок. Измерение дрейфа и дрожания фазы в цифровых волоконно-оптических системах. Нормы на максималь-	6	ОПК-6, ПК-18

Согласована на портале № 28758

линейный тракт.	ное значение дрейфа и дрожания фазы для иерархических стыков цифровых систем передачи. Технология и средства измерений дрейфа и дрожания фазы.		
	Итого	6	
6 Автоматизированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	Структура и принципы функционирования автоматизированных систем мониторинга оптических телекоммуникационных сетей. Примеры существующих систем. Технология измерений.	2	ОПК-6, ПК-18
	Итого	2	
Итого за семестр		22	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Математика	+	+	+	+	+	+
2 Метрология и технические измерения	+	+	+	+	+	+
3 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей		+	+	+	+	+
4 Физика	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты		+	+	+	+	+
2 Преддипломная практика		+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-6	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Выступление (доклад) на занятии, Тест

Согласована на портале № 28758

ПК-18	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Выступление (доклад) на занятии, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
3 Измеряемые параметры оптических волокон, источников и приемников оптического излучения.. Приборы для измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	Измерение характеристик фотоприемного устройства	4	ОПК-6, ПК-18
	Измерения затухания оптических волокон оптическим тестером	4	
	Итого	8	
4 Рефлектометр. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	Изучение оптического рефлектометра	4	ОПК-6, ПК-18
	Обработка рефлектограмм оптических волокон (моделирование на компьютере)	4	
	Итого	8	
5 Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт.	Лабораторная установка для сварки оптических волокон и контроля качества сварки	4	ОПК-6, ПК-18
	Итого	4	
Итого за семестр		20	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
3 Измеряемые	Приборы для измерения параметров х оптических	4	ОПК-6,

Согласована на портале № 28758

параметры оптических волокон, источников и приемников оптического излучения.. Приборы для измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	волокон, источников оптического излучения, приемников оптического излучения.		ПК-18
	Итого	4	
4 Рефлектометр. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	Рефлектометры для измерения параметров оптических волокон	4	ОПК-6, ПК-18
	Итого	4	
5 Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт.	Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт.	4	ОПК-6, ПК-18
	Итого	4	
6 Автоматизированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	Структура и принципы функционирования автоматизированных систем мониторинга оптических телекоммуникационных сетей.	4	ОПК-6, ПК-18
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Введение. Принципы и физические основы оптических телекоммуникационных систем.	Проработка лекционного материала	6	ОПК-6, ПК-18	Тест
	Итого	6		
2 Цели и задачи измерений в оптических телекоммуникационных системах. Диагностические процедуры.	Проработка лекционного материала	6	ОПК-6, ПК-18	Тест
	Итого	6		
3 Измеряемые	Подготовка к практиче-	10	ОПК-6,	Выступление (доклад) на

Согласована на портале № 28758

параметры оптических волокон, источников и приемников оптического излучения.. Приборы для измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	ским занятиям, семинарам		ПК-18	занятии, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	20		
4 Рефлектометр. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-6, ПК-18	Выступление (доклад) на занятии, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	20		
5 Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-6, ПК-18	Выступление (доклад) на занятии, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	20		
6 Автоматизированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-6, ПК-18	Выступление (доклад) на занятии, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	14		
Итого за семестр		86		
Итого		86		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
8 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	13	13	13	39
Отчет по лабораторной	5	10	10	25

Согласована на портале № 28758

работе				
Тест	12	12	12	36
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: Учебное пособие / Мандель А. Е. - 2014. 139 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3733, дата обращения: 04.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Мандель А.Е. Методы и средства измерения в волоконно-оптических линиях связи. Учебное пособие. Томск, ТУСУР, 2006 г.-120 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

2. Волоконно-оптические системы передачи: Учебное пособие для вузов. . М. М. Бутусов, С. М. Верник и др. М.: “Радио и связь”, 1992 г.-414 с. (24 экз.).: Библиотека ТУСУР, (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Мандель А. Е. - 2012. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1484, дата обращения: 04.06.2018.

Согласована на портале № 28758

2. Измерение характеристик фотоприемного устройства: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров, направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи", профиль "Оптические системы и сети связи" / Мандель А. Е., Кущ Г. Г. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3731, дата обращения: 04.06.2018.

3. Лабораторная установка для сварки оптических волокон и контроля качества сварки: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров, направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи", профиль "Оптические системы и сети связи" / Мандель А. Е., Кущ Г. Г. - 2014. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3736, дата обращения: 04.06.2018.

4. Измерение затухания оптических волокон оптическим тестером: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров, направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи", профиль "Оптические системы и сети связи" / Мандель А. Е., Кущ Г. Г. - 2014. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3735, дата обращения: 04.06.2018.

5. Изучение оптического рефлектометра: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров, направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи", профиль "Оптические системы и сети связи" / Мандель А. Е., Кущ Г. Г. - 2014. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3732, дата обращения: 04.06.2018.

6. Обработка рефлектограмм оптических волокон: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров, направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи", профиль "Оптические системы и сети связи" / Мандель А. Е., Кущ Г. Г. - 2014. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3734, дата обращения: 04.06.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. www.elibrary.ru
2. 2. Информационные, справочные и нормативные базы данных
3. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 28758

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко «Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений»

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (8 шт.);
- Генератор оптических и электрических импульсов комбинированный ОГ5-87 (3 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-65 (4 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-66 (1 шт.);
- Генератор импульсов Г5-54 (1 шт.);
- Осциллограф С1-75 (2 шт.);
- Осциллограф С1-73 (1 шт.);
- Измеритель коэффициента ошибок 832 (1 шт.);
- Генератор сигналов оптический ОГ4-162 (1 шт.);
- Генератор высокочастотный СПТГ4-102 (1 шт.);
- ФПУ (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-111 (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-121 (1 шт.);
- Блок индикации ОМК3 (2 шт.);
- Источник постоянного тока Б5-21 (1 шт.);
- Источник питания постоянного тока Б5-45 (1 шт.);
- Рефлектометр оптических погрешностей OFT-12 (2 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проектор 1 шт., экран 1 шт.) ;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Office 2007

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебно-вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко «Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений»

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (8 шт.);
- Генератор оптических и электрических импульсов комбинированный ОГ5-87 (3 шт.);

Согласована на портале № 28758

- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-65 (4 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-66 (1 шт.);
- Генератор импульсов Г5-54 (1 шт.);
- Осциллограф С1-75 (2 шт.);
- Осциллограф С1-73 (1 шт.);
- Измеритель коэффициента ошибок 832 (1 шт.);
- Генератор сигналов оптический ОГ4-162 (1 шт.);
- Генератор высокочастотный СПТГ4-102 (1 шт.);
- ФПУ (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-111 (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-121 (1 шт.);
- Блок индикации ОМК3 (2 шт.);
- Источник постоянного тока Б5-21 (1 шт.);
- Источник питания постоянного тока Б5-45 (1 шт.);
- Рефлектометр оптических погрешностей OFT-12 (2 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проектор 1 шт., экран 1 шт.) ;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Office 2007

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

Согласована на портале № 28758

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Когда производятся настроечные (инсталляционные) измерения в ВОЛС

а) в процессе эксплуатации ВОЛС на соответствие эксплуатационным нормам

б) в процессе эксплуатации ВОЛС на соответствие настроечным нормам

в) при первоначальной настройке каналов и трактов ВОЛС на соответствие настроечным нормам

2. Когда производятся профилактические измерения в ВОЛС

а) в процессе эксплуатации ВОЛС на соответствие эксплуатационным нормам

б) в процессе эксплуатации ВОЛС на соответствие настроечным нормам

В) при первоначальной настройке каналов и трактов ВОЛС на соответствие настроечным нормам

3. Какие из приведенных параметров являются измеряемыми параметрами многомодового оптического волокна

а) затухание, дисперсия, диаметр модового пятна

б) затухание, дисперсия, числовая апертура

в) дисперсия, числовая апертура, длина волны отсечки

4. Какие из приведенных параметров являются измеряемыми параметрами одномодового оптического волокна

а) затухание, дисперсия, длина волны отсечки, диаметр модового пятна

б) затухание, дисперсия, диаметр модового пятна, удельная проводимость

в) затухание, дисперсия, диаметр модового пятна, коэффициент фазы

5. Назовите источники излучения, используемые в волоконной оптике

а) светодиоды, твердотельные лазеры

б) светодиоды, полупроводниковые лазеры

в) полупроводниковые лазеры, газовые лазеры

6. Назовите приемники оптического излучения, используемые в волоконной оптике

а) фоторезистор, фотодиод с p-n-переходом

б) p-i-n фотодиод, лавинный фотодиод (ЛФД)

в) фототранзистор, p-i-n фотодиод

7. Какими приборами измеряется затухание в ВОЛС

а) Оптический тестер, рефлектометр

б) Измеритель абсолютной оптической мощности, рефлектометр

в) Оптический тестер, анализатор спектра излучения

8. Назовите границы оптического диапазона волн, используемого для передачи световых сигналов по оптическим кабелям

Согласована на портале № 28758

а) 870 - 1765 нм

б) 780 - 1575 нм

в) 780 - 1675 нм

9. Как влияет затухание в оптическом волокне на длину участка регенерации

а) Уменьшает длину участка регенерации

б) Увеличивает длину участка регенерации

в) Не влияет

10. Основными параметрами измерителей абсолютной оптической мощности являются

а) диапазон рабочих длин волн, абсолютная погрешность измерения уровня мощности

б) диапазон рабочих длин волн, динамический диапазон измерений средней мощности, относительная погрешность измерения уровня мощности.

в) динамический диапазон измерений средней мощности , относительная погрешности измерения уровня мощности

11. Какими методами измеряется длина волны отсечки одномодовых волокон

а) методом передаваемой мощности, методом вносимых потерь

б) методом передаваемой мощности, методом контроля диаметра модового пятна

в) методом контроля диаметра модового пятна, методом обламывания оптического волокна

12. В чем заключается анализ оптического спектра

а) измерение оптической мощности в зависимости от длины волны света

б) измерение затухания оптического сигнала в зависимости от длины волны света

в) измерение дисперсии оптического сигнала в зависимости от длины волны света

13. Какими методами можно измерить хроматическую дисперсию

а) методом обламывания оптического волокна, методом поперечного смещения волокон

б) методом вносимых потерь, методом дифференциального сдвига фаз

в) методом сдвига фаз, методом дифференциального сдвига фаз

14. В каких оптических волокнах измеряется межмодовая дисперсия

а) в многомодовом

б) в одномодовом

в) одномодового со смещенной дисперсией

15. Назовите основные характеристики импульсного оптического рефлектометра, по которым приборы сравниваются друг с другом

а) пространственная разрешающая способность, мертвая зона, чувствительность приемного устройства

б) динамический диапазон, диапазон измерения, пространственная разрешающая способность, мертвая зона

в) динамический диапазон, мертвая зона, частотная характеристика приемного устройства

16. Каким прибором измеряется коэффициент ошибок в ВОЛС

а) анализатор коэффициента ошибок

б) тестер коэффициента ошибок

в) импульсный оптический рефлектометр

17. На каких физических явлениях основана работа импульсного оптического рефлектометра при измерениях характеристик оптического волокна

а) на рэлеевском рассеянии и френелевском отражении

б) на рэлеевском рассеянии и мертвой зоне

в) на френелевском отражении и мертвой зоне

18. Как называется способность импульсного оптического рефлектометра различать две близко расположенные неоднородности

а) пространственная разрешающая способность

б) динамический диапазон

и) диапазон измерения

19. Как влияет дисперсия в оптическом волокне на длину участка регенерации

а) Уменьшает длину участка регенерации

б) Увеличивает длину участка регенерации

в) Не влияет

Согласована на портале № 28758

20. Каким параметром оценивается качество передачи цифрового сигнала по линиям связи

а) Длительность сигнала Тс

б) Коэффициент битовых ошибок

в) Отношение сигнал/шум

14.1.2. Темы лабораторных работ

Измерение характеристик фотоприемного устройства

Измерения затухания оптических волокон оптическим тестером

Изучение оптического рефлектометра

Обработка рефлектограмм оптических волокон (моделирование на компьютере)

Лабораторная установка для сварки оптических волокон и контроля качества сварки

14.1.3. Темы докладов

Генераторы оптических сигналов, их технические и метрологические характеристики.

Оптические ваттметры. Основные технические и метрологические характеристики

Оптические тестеры. Основные технические и метрологические характеристики. Основные области применения.

Методы измерения диаметра модового поля оптических волокон

Измерение длины волны отсечки одномодовых волокон

Методы и схемы измерения дисперсии оптических волокон.

Анализаторы оптического спектра на основе дифракционной решетки Дифракционная решетка анализатора оптического спектра Конструкции анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток

Измерение спектральных характеристик с высоким разрешением

Рефлектометры. Основные принципы построения. технические характеристики. Основные области применения

Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров. (Измерение затухания, определение места повреждения кабеля, контроль стыков и т.п.)

Измерители коэффициентов ошибок. Особенности измерителей коэффициентов ошибок в системах оптического диапазона.

Системы удаленного контроля волоконно-оптических сетей связи.

14.1.4. Зачёт

Вопросы для зачета

Виды измерений систем передачи: настроечные, приемо-сдаточные, эксплуатационные плановые и эксплуатационные внеплановые.

Основные измеряемые параметры оптических многомодовых и одномодовых волокон

Основные измеряемые параметры оптических излучателей

Основные измеряемые параметры фотоприемных устройств

Основные измеряемые параметры каналов и трактов оптических телекоммуникационных систем.

. Основные измеряемые параметры оптических усилителей.

Методы и средства измерения абсолютной оптической мощности

Методы и средства измерения затухания оптических волокон

Методы измерения числовой апертуры и диаметра модового пятна

Методы и средства измерения межмодовой дисперсии

Методы и средства измерения хроматической дисперсии

Методы и средства измерения длины волны отсечки одномодовых волокон.

Принципы построения и основные технические и метрологические характеристики оптических ваттметров и оптических тестеров.

Особенности измерителей коэффициентов ошибок в системах оптического диапазона

Измерение коэффициентов ошибок с помощью псевдослучайной последовательности

Измерение энергетического потенциала линии связи с использованием анализатора коэффициента ошибок

Дрейф и дрожание фазы. Измерение фазового дрожания фазовым детектором.

Согласована на портале № 28758

. Дифракционная решетка как оптический фильтр. Конструкции анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток

Основы метода обратного рэлеевского рассеяния.
Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров.
Основные принципы построения и устройство оптических рефлектометров
Технические и метрологические характеристики оптических рефлектометров
Основные принципы построения системы контроля оптических сетей связи.
Системы удаленного контроля волоконно-оптических сетей связи.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Согласована на портале № 28758

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 28758