МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология в оптических телекоммуникационных системах

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **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	26	26	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	62	62	часов
5	Самостоятельная работа	82	82	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Зачет: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11575

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от « 22 » 12 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа 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 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

каф. СВЧиКР _____ Мандель А. Е.

Заведующий обеспечивающей каф.
СВЧиКР _____ Шарангович С. Н.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф.
СВЧиКР _____ Шарангович С. Н.

Эксперты:

ТУСУР, каф.ТОР, доц. _____ С.И.Богомолов

ТУСУР, каф. СВЧиКР, проф.. _____ В.М. Шандаров

Согласована на портале № 11575

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью и задачами преподавания дисциплины «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» является подготовка будущего специалиста в области инфокоммуникационных технологий и систем связи к практической деятельности в области обеспечения качества услуг оптических телекоммуникаций за счет эффективного метрологического обеспечения. Данная цель и задачи реализуются за счет изучения общих принципов организации метрологического обеспечения оптических телекоммуникационных систем, изучения методов и технических средств, обеспечивающих измерение основных параметров и характеристик, изучения методов и средств обработки результатов измерений, изучения методов и средств тестирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП:

Данная дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

Для изучения курса требуется знание: математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, физики (особенно спецглав об оптике), физических основ электроники, вычислительной техники.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: оптические цифровые телекоммуникационные системы, сети связи и системы коммутации, проектирование и строительство ВОЛС, структуированные кабельные системы.

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 студент 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 экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов.

владеть основными методами, способами и приемами инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; навыками экспериментальных испытаний с целью проверки технического состояния и ресурса оптического 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.

Согласована на портале № 11575

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	62	62
Лекции	26	26
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	82	82
Всего (без экзамена)	144	144
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Введение. Принципы и физические основы оптических телекоммуникационных систем.	2				10	12	ОПК-6, ПК-18
2.	Цели и задачи измерений в оптических телекоммуникационных системах. Диагностические процедуры.	2				10	12	ОПК-6, ПК-18
3.	Измеряемые параметры. Приборы для измерения параметров оптических кабелей и технология измерения параметров. Метрологические характеристики.	6	8	6		16	36	ОПК-6, ПК-18
4.	Рефлектометр. Рефлектометрические измерения на оптических кабелях. Основы техники измерений.	6	10	6		16	38	ОПК-6, ПК-18
5.	Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт. Метрологические характеристики.	6		4		12	22	ОПК-6, ПК-18
6.	Автоматизированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	2		2		12	16	ОПК-6, ПК-18
7.	Метрологическое обеспечение	2				6	8	ОПК-6, ПК-18
	ВСЕГО	26	18	18		82	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Введение. Принципы и физические основы оптических телекоммуникационных си-	Оптические телекоммуникационные системы и прогресс. Роль метрологического обеспечения в оптических телекоммуникациях.Устройство оптического волокна и кабеля. Основные параметры оптических волокон и кабелей.	2	ОПК-6, ПК-18

Согласована на портале № 11575

	стем.	Пассивные и активные элементы оптической системы и их параметры.		
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
3.	Измеряемые параметры. Приборы для измерения параметров оптических кабелей и технология измерения параметров. Метрологические характеристики.	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
4.	Рефлектометр. Рефлектометрические измерения на оптических кабелях. Основы техники измерений.	Принцип работы рефлектометров. Рефлектометры с непрерывным излучением: корреляционный и частотный. Импульсный рефлектрометр. Конструкция, основные сведения о существующих моделях рефлектометров. Характеристики. Применение импульсных рефлектометров, погрешности измерений. Технология измерений.	6	ОПК-6, ПК-18
5.	Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт. Метрологические характеристики.	Особенности измерения коэффициентов ошибок в цифровых волоконно-оптических системах. Нормы на параметры 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 максимальное значение дрейфа и дрожания фазы для иерархических стыков цифровых систем передачи. Технология и средства измерений.	6	ОПК-6, ПК-18
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
7.	Метрологическое обеспечение	Принципы и методы калибровки источников и приемников оптического излучения. Калибровка анализаторов оптического спектра. Калибровка оптических рефлектометров. Активные и пассивные методы.	2	ОПК-6, ПК-18

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7		
Предшествующие дисциплины										
1	Математический анализ		+	+	+	+	+			
2	Физика	+	+	+	+	+	+	+		
3	Вычислительная техника		+	+	+	+	+			
4	Теория вероятностей и математическая статистика			+	+	+	+			
5	Физические основы оптоэлектроники			+	+			+		
6	Оптические направляющие среды	+	+	+	+	+				
Последующие дисциплины										
1	Оптические цифровые телекоммуникационные системы	+	+	+	+	+	+	+		
2	Сети связи и системы коммутации			+	+	+				

Согласована на портале № 11575

3	Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС	+	+	+	+	+	+	+		
4	Структуированные кабельные системы	+	+	+	+	+				

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля по всем видам занятий
	Л	Лаб	Пр.(Сем)	КР/КП	СРС	
ОПК-6	+		+		+	Выступление на семинарах. Опрос на лабораторных работах . Экзамен
ПК-18	+	+	+		+	Выступление на семинарах. Опрос на лабораторных работах. Экзамен

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	ОК, ПК
1	3	Измерение характеристик фотоприемного устройства	4	ОПК-6, ПК-18
2	3	Измерения затухания оптических волокон оптическим тестером	5	
3	4	Изучение оптического рефлектометра	5	
4	4	Обработка рефлектограмм оптических волокон (моделирование на компьютере)	4	

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1	3	Приборы для измерения параметров оптических кабелей и технология измерения параметров. Метрологические характеристики.	6	ОПК-6, ПК-18
2	4	Рефлектометр. Рефлектометрические измерения на оптических кабелях. Основы техники измерений.	6	ОПК-6, ПК-18
3	5	Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт. Метрологические характеристики.	4	ОПК-6, ПК-18
4	6	Автоматизированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	2	ОПК-6, ПК-18

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1.	Введение. Принципы и физические основы оптических телекоммуни-	Изучение теоретического материала.	10	ОПК-6, ПК-18	Экзамен

Согласована на портале № 11575

	кационных систем.				
2.	Цели и задачи измерений в оптических телекоммуникационных системах. Диагностические процедуры.	Изучение теоретического материала.	10	ОПК-6, ПК-18	Экзамен
3.	Измеряемые параметры. Приборы для измерения параметров оптических кабелей и технология измерения параметров. Метрологические характеристики.	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам) . Подготовка к лабораторной работе	16	ОПК-6, ПК-18	Выступления на семинаре. Отчет по лабораторной работе. Экзамен
4.	Рефлектометр. Рефлектометрические измерения на оптических кабелях. Основы техники измерений.	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам). Подготовка к лабораторной работе	16	ОПК-6, ПК-18	Выступления на семинаре. Отчет по лабораторной работе. Экзамен
5.	Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт. Метрологические характеристики.	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам) .	12	ОПК-6, ПК-18	Выступления на семинаре. Экзамен
6.	Автоматизированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам) .	12	ОПК-6, ПК-18	Выступления на семинаре. Экзамен
7.	Метрологическое обеспечение	Изучение теоретического материала.	6	ОПК-6, ПК-18	Экзамен

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрено РУП

11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Методика текущего контроля освоения дисциплины

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на бально- рейтинговой системы оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает **текущий** контроль выполнения элементов обьема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга (раздел 8) и **итоговый** контроль.

Правила формирования пятибалльных оценок за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$КТх|_{x=1,2} = \frac{(Сумма_баллов, _набранная_к_КТх)*5}{Требуемая_сумма_баллов_по_балльной_раскладке}.$$

Итоговый контроль освоения дисциплины осуществляется на экзамене по традиционной пятибалльной шкале. Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ, выступление на семинарах.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 15 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 30 баллов. Экзаменационная составляющая менее 10 баллов – не сдача экзамена, требует повторной пе-

Согласована на портале № 11575

ресдачи в установленном порядке.

Формирование итоговой суммы баллов осуществляется путем суммирования семестровой (до 70 баллов) и экзаменационной составляющих (до 30 баллов).

Таблица распределения баллов в течение семестра

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл за 1-ю 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
Посещение занятий	3	3	3	**9**
Выступление на семинарах	10	10	10	**30**
Выполнение и защита результатов лабораторных работ		12	12	**24**
Компонент своевременности	2	2	3	**7**
Итого максимум за период:	**15**	**27**	**28**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**15**	**42**	**70**	**100**

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

Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную международную оценку

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

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку происходит один раз в конце семестра после подведения итогов изучения дисциплины(успешной сдачи экзамена).

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

12.1.Основная литература

1. Мандель А.Е. Методы и средства измерения в волоконно-оптических линиях связи [Электронный ресурс]: Уч. пособие. - Электрон. текстовые дан. - Томск: ТУСУР, 2012. – 123 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/771.

12.2. Дополнительная литература

Согласована на портале № 11575

2. Бакланов И. Г. Тестирование и диагностика систем связи: научное издание.- М.: Эко-Трендз, 2006. - 268 с. (**4 экз.**).

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

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

4. Метрология в оптических телекоммуникационных системах [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов специальности 210401 «Физика и техника оптической связи» / разраб. А. Е. Мандель. - Томск: ТУСУР, 2012.- 28 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1484

5. Измерение характеристик фотоприемного устройства [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе /Кущ Г.Г., Мандель А.Е.. - Томск: ТУСУР, 2014. - 17 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3731

6. Изучение оптического рефлектометра [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Кущ Г.Г., Мандель А.Е. - Томск: ТУСУР, 2014. - 14 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3732

7. Обработка рефлектограмм оптических волокон [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Кущ Г.Г., Мандель А.Е. - Томск : ТУСУР, 2014. - 19 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3734

8. Измерения затухания оптических волокон оптическим тестером [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Кущ Г.Г., Мандель А.Е. - Томск: ТУСУР, 2014. - 18 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3735

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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 Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Springer Journals – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer. [Электронный ресурс]. URL: **http://link.springer.com/**
2. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина». [Электронный ресурс]. URL**http://www.ph4s.ru/**; (дата обращения 14.01.2017)
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. [Электронный ресурс]. URL**http://elibrary.ru/defaultx.asp**; (дата обращения 14.01.2017)
4. Университетская информационная система Россия. [Электронный ресурс]. URL: **http://uisrussia.msu.ru/is4/-main.jsp**; (дата обращения 14.01.2017)

Согласована на портале № 11575

13 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для проведения **занятий лекционного типа, практических занятий, 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 наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Для проведения **лабораторных занятий** используется учебно-исследовательская лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 328. Состав оборудования:
Учебная мебель;. Компьютеры класса не ниже IntelPentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet,– 8 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: MicrosoftWindowsXPProfessionalwithSP3; VisualStudio 2008 EEwithSP1; MicrosoftOfficeVisio 2010; MicrosoftSQL-Server2005; Matlabv6.5 . Автоматизированные рабочие места для расчета и экспериментального исследования законов электродинамики и электродинамических устройств.

Для **самостоятельной работы** используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд.333ь. Состав оборудования:
Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 12 шт.; Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов 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 удаленного просмотра.

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

14 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

14.1 Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

Согласована на портале № 11575

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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.

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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 11575

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Метрология в оптических телекоммуникационных системах

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **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

Разработчики:
- каф. СВЧиКР Мандель А. Е.

Зачет: 8 семестр

Согласована на портале № 11575

1.Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	**Формулировка компетенции**	**Этапы формирования компетенции**
ОПК-6	способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	**Должен знать** Методы и способы проведения всех видов инструментальных измерений электронных и оптических параметров оборудования и сквозных каналов, используемых в области инфо коммуникационных технологий и систем связи **Должен уметь** Проводить инструментальные измерения, используемые в области оптических инфокоммуникационных технологий и систем связи **Должен владеть** Основными методами, способами и приемами инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи
ПК-18	способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	**Должен знать** Принципы метрологического обеспечения оптических сетей; 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. **Должен уметь** организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов; **Должен владеть** Навыками экспериментальных испытаний с целью проверки технического состояния и ресурса оптического оборудования и соответствия требованиям технических регламентов.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Согласована на портале № 11575

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2. Реализация компетенций

2.1. Компетенция ОПК-6

ОПК-6: способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов
Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Методы и способы проведения всех видов инструментальных измерений электронных и оптических параметров оборудования и сквозных каналов, используемых в области инфо коммуникационных технологий и систем связи	Проводить инструментальные измерения, используемые в области оптических инфокоммуникационных технологий и систем связи	Основными методами, способами и приемами инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи
Виды занятий	Лекции; Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы; Практические занятия (семинары) Самостоятельная работа студентов	Лабораторные работы; Самостоятельная работа студентов

Согласована на портале № 11575

Используемые средства оценивания	Выступление на семинаре; Экзамен	Оформление отчетности и защита лабораторных работ;	защита лабораторных работ; Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает методики, методы и способы проведения всех видов инструментальных измерений электронных и оптических параметров оборудования и сквозных каналов, используемых в области инфокоммуника ционных систем связи	Умеет грамотно и самостоятельно проводить инструменталь ные измерения, используемые в области оптических инфоком муникационных технологий и систем связи	Свободно владеет основными методами, способами и приемами инструментальных измерений, используемых в области инфоком муникационных технологий и систем связи
Хорошо (базовый уровень)	Знает принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области оптических инфокоммуникационных технологий и систем связи	Умеет грамотно проводить инструменталь ные измерения, используемые в области оптических систем связи	Владеет навыками инструментальных измерений, используемых в области оптических инфокоммуникационных технологий и систем связи
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Знает основные принципы метрологического обеспечения оптических сетей	Умеет проводить инструментальные измерения в области оптических систем связи	Владеет основными приемами метрологического обеспечения аппаратуры оптических телекоммуникаций

2.2. Компетенция ПК-18

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов
Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Согласована на портале № 11575

Таблица 5–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Принципы метрологического обеспечения оптических сетей; 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.	Организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов;	Навыками экспериментальных испытаний с целью проверки технического состояния и ресурса оптического оборудования и соответствия требованиям технических регламентов.
Виды занятий	Лекции; Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы; Практические занятия (семинары) Самостоятельная работа студентов	Лабораторные работы; Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	Выступление на семинаре; Экзамен	Оформление отчетности и защита лабораторных работ;	защита лабораторных работ; Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Знает методы, методики 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.	Умеет грамотно проводить экспериментальные испытания оптического оборудования и линейного тракта с целью оценки соответствия требованиям техничес ких регламентов;	Навыками экспериментальных испытаний с целью проверки технического состояния и ресурса оптического оборудова ния и линейного тракта на соответствия требованиям технических регламентов.
Хорошо (базовый уровень)	Знает принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области оптических инфокоммуникационных технологий и систем связи	Умеет грамотно проводить инструменталь ные измерения, используемые в области оптических систем связи	Владеет навыками инструментальных измерений, используе мых в области оптичес ких инфокоммуникацион ных технологий и систем связи
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Воспроизводит основные принципы метрологического обеспечения оптических сетей	Умеет проводить инструментальные измерения в области оптических систем связи	Владеет основными приемами метрологического обеспечения аппаратуры оптических телекоммуникаций

Согласована на портале № 11575

3. Темы практических занятий (семинаров)

1.Приборы для измерения параметров оптических кабелей и технология измерения параметров. Метрологические характеристики.

2.Рефлектометр. Рефлектометрические измерения на оптических кабелях. Основы техники измерений.

3.Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт. Метрологические характеристики.

4.Автоматизированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей.

Темы рефератов для обсуждения на практических занятиях (семинарах)

1. Генераторы оптических сигналов, их технические и метрологические характеристики.
2. Оптические ваттметры. Основные технические и метрологические характеристики.
3. Оптические тестеры. Основные технические и метрологические характеристики. Основные области применения.
4. Методы измерения диаметра модового поля оптических волокон
5.Измерение длины волны отсечки одномодовых волокон
6. Методы и схемы измерения дисперсии оптических волокон.
7. Анализаторы оптического спектра на основе дифракционной решетки Дифракционная решетка анализатора оптического спектра Конструкции анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток
8. Измерение спектральных характеристик с высоким разрешением
9.Рефлектометры. Основные принципы построения. технические характеристики. Основные области применения.
10. Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров. (Измерение затухания, определение места повреждения кабеля, контроль стыков и т.п.)
11. Измерители коэффициентов ошибок. Особенности измерителей коэффициентов ошибок в системах оптического диапазона.
12. Системы удаленного контроля волоконно-оптических сетей связи.

4. Экзаменационные вопросы

Цели и задачи измерений в оптических телекоммуникационных системах. Диагностические процедуры.

1. Виды измерений систем передачи: настроечные, приемо-сдаточные, эксплуатационные плановые и эксплуатационные внеплановые.
2. Статистическая оценка характеристик погрешности измерений

Параметры, измеряемые в оптических телекоммуникационных системах

3. Основные измеряемые параметры оптических многомодовых и одномодовых волокон
4. Основные измеряемые параметры оптических излучателей
5. Основные измеряемые параметры фотоприемных устройств
6. Основные измеряемые параметры каналов и трактов оптических телекоммуникационных систем.
7. Основные измеряемые параметры оптических усилителей.

Основные методы и средства измерений параметров аппаратуры систем передачи.

8. Методы и средства измерения абсолютной оптической мощности
9. Методы и средства измерения затухания оптических волокон
10. Методы измерения числовой апертуры и диаметра модового пятна
11. Методы и средства измерения межмодовой дисперсии
12. Методы и средства измерения хроматической дисперсии
13. Методы и средства измерения длины волны отсечки одномодовых волокон.
14. Принципы построения и основные технические и метрологические характеристики оптических ваттметров и оптических тестеров.

Согласована на портале № 11575

Основные методы и средства измерений параметров трактов цифровых телекоммуникационных систем

15. Особенности измерителей коэффициентов ошибок в системах оптического диапазона
16. Измерение коэффициентов ошибок с помощью псевдослучайной последовательности
17. Измерение энергетического потенциала линии связи с использованием анализатора коэффициента ошибок
18. Дрейф и дрожание фазы. Измерение фазового дрожания фазовым детектором.
19. Дифракционная решетка как оптический фильтр. Конструкции анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток
20. Методы измерения спектральных характеристик с высоким разрешением в высокоскоростных цифровых линиях связи

Рефлектометр. Рефлектометрические измерения на оптических кабелях. Основы техники измерений.

21.Теоретические основы метода обратного рэлеевского рассеяния.
22. Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров.
23. Основные принципы построения и устройство оптических рефлектометров
24. Технические и метрологические характеристики оптических рефлектометров

Автоматизированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей

25. Основные принципы построения системы контроля оптических сетей связи.
26.Системы удаленного контроля волоконно-оптических сетей связи.
27. Схема организации контроля оптических кабелей по пассивным и активным оптическим волокнам.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

7.1.Основная литература

1. Мандель А.Е. Методы и средства измерения в волоконно-оптических линиях связи [Электронный ресурс]: Уч. пособие. - Электрон. текстовые дан. - Томск: ТУСУР, 2012. – 123 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/771.

7.2. Дополнительная литература

2. Бакланов И. Г. Тестирование и диагностика систем связи: научное издание.- М.: Эко-Трендз, 2006. - 268 с. (**4 экз.**).

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

7.3 Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

4. Метрология в оптических телекоммуникационных системах [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов специальности 210401 «Физика и техника оптической связи» / разраб. А. Е. Мандель. - Томск: ТУСУР, 2012.- 28 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1484

5. Измерение характеристик фотоприемного устройства [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе /Кущ Г.Г., Мандель А.Е.. - Томск: ТУСУР, 2014. - 17 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3731

6. Изучение оптического рефлектометра [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Кущ Г.Г., Мандель А.Е. - Томск: ТУСУР, 2014. - 14 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3732

7. Обработка рефлектограмм оптических волокон [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Кущ Г.Г., Мандель А.Е. - Томск : ТУСУР, 2014. - 19 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3734

Согласована на портале № 11575

8. Измерения затухания оптических волокон оптическим тестером [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Кущ Г.Г., Мандель А.Е. - Томск: ТУСУР, 2014. - 18 с. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3735

Согласована на портале № 11575