МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 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: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28	28	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	86	86	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 63124

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. 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

1. 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

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.13.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 63124

ПКР-1. Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	ПКР-1.1. Знает принципы построения и работы сетей связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в организации сети связи; законодательство Российской Федерации в области связи, принципы работы и архитектура различных геоинформационных систем.	Знает методы и способы проведения всех видов инструментальных измерений электронных и оптических параметров оборудования и сквозных каналов, используемых в области инфокоммуникационных 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
	ПКР-1.2. Умеет анализировать статистические параметры трафика, проводить расчет интерфейсов внутренних направлений сети, вырабатывать решения по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ и оборудования новых технологий; изменять параметры коммутационной подсистемы, маршрутизации трафика, прописки кодов маршрутизации, организации новых и расширении имеющихся направлений связи.	Умеет проводить инструментальные измерения, используемые в области оптических инфокоммуникационных технологий и систем связи; организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов
	ПКР-1.3. Умеет анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполнять расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций.	Умеет анализировать статистику основных показателей эффективности систем передачи данных, выполнять расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций
	ПКР-1.4. Владеет навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов, построения и расширения коммутационной подсистемы и сетевых платформ, работы на коммутационном оборудовании по обеспечению реализации услуг, развертыванию оборудования сервисных платформ, оборудования новых технологий на сети, выполнению планов по расширению существующего оборудования сетевых платформ и новых технологий.	Владеет 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 оптического оборудования и соответствия требованиям технических регламентов
	ПКР-1.5. Владеет навыками сопровождения геоинформационных баз данных по сети радиодоступа, информационной поддержки расчетов радиопокрытия, радиорелейных и спутниковых трасс и частотно-территориального планирования в части использования картографической информации.	Владеет навыками информационной поддержки расчетов радиопокрытия, радиорелейных и спутниковых трасс.

Согласована на портале № 63124

ПКР-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ПКР-3.1. Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования.	Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области показателей работы инфокоммуникационного оборудования.
	ПКР-3.2. Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих.	Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих.
	ПКР-3.3. Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.	Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	58	58
Лекционные занятия	28	28
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	86	86
Подготовка к тестированию	50	50
Подготовка к зачету	30	30
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	6
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 1 Введение. Принципы и физические основы оптических телекоммуникационных систем.	2	-	-	4	6	ПКР-1, ПКР-3

Согласована на портале № 63124

2 Цели и задачи измерений в оптических телекоммуникационных системах. Диагностические процедуры	2	-	-	4	6	ПКР-1, ПКР-3
3 Измеряемые параметры оптических волокон, источников и приемников оптического излучения.. Приборы для измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	8	6	4	20	38	ПКР-1, ПКР-3
4 Рефлектометры. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	2	4	4	20	30	ПКР-1, ПКР-3
5 Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	10	6	4	26	46	ПКР-1, ПКР-3
6 Автомированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	4	2	-	12	18	ПКР-1, ПКР-3
Итого за семестр	28	18	12	86	144	
Итого	28	18	12	86	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 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	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 63124

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	ПКР-1, ПКР-3
	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.	8	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	8	
4 Рефлектометры. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	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	2	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 63124

5 Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	Особенности измерения коэффициентов ошибок в цифровых волоконно-оптических системах. Нормы на пара-етры ошибок цифровых систем передачи и критерии оценки качества передачи. Средства измерения коэффициентов ошибок. Измереие дрейфа и дрожания фазы в цифровых волоконно-оптических системах. Нормы на максиманое значение дрейфа и дрожания фазы для иерархических стыков цифровых систем передачи. Технология и средства измерений дрейфа и дрожания фазы	10	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	10	
6 Автомированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	Структура и принципы функционирования автоматизированных систем мониторинга оптических телекоммуникационных сетей. Примеры существующих систем. Технология измерений.	4	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	4	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
3 Измеряемые параметры оптических волокон, источников и приемников оптического излучения.. Приборы для измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	Приборы для измерения параметров оптических волокон, источников оптического излучения, приемников оптического излучения.	6	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	6	
4 Рефлектометры. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	Рефлектометры для измерения параметров оптических волокон	4	ПКР-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 63124

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.	6	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	6	
6 Автомированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	Структура и принципы функционирования автоматизированных систем мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	2	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 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 модуля ИК – диапазона	4	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	4	
4 Рефлектометры. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	Тестирование оптических волокон рефлектометром «ТОПАЗ-7000-AR»	4	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	4	
5 Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	Измерение затухания оптических волокон оптическим тестером ТОПАЗ-7315-AL	4	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля

Согласована на портале № 63124

7 семестр				
1 1 Введение. Принципы и физические основы оптических телекоммуникационных систем.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к зачету	2	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт
	Итого	4		
2 Цели и задачи измерений в оптических телекоммуникационных системах. Диагностические процедуры	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к зачету	2	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт
	Итого	4		
3 Измеряемые параметры оптических волокон, источников и приемников оптического излучения.. Приборы для измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	Подготовка к тестированию	12	ПКР-1, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-1, ПКР-3	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	6	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт
	Итого	20		
4 Рефлектометры. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	Подготовка к тестированию	12	ПКР-1, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-1, ПКР-3	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	6	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт
	Итого	20		
5 Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	Подготовка к тестированию	16	ПКР-1, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-1, ПКР-3	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	8	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт
	Итого	26		
6 Автомированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к зачету	6	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт
	Итого	12		
Итого за семестр		86		
Итого		86		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной

Согласована на портале № 63124

деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-1	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование
ПКР-3	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
7 семестр				
Зачёт	0	0	30	30
Лабораторная работа	0	14	14	28
Тестирование	10	16	16	42
Итого максимум за период	10	30	60	100
Нарастающим итогом	10	40	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

Согласована на портале № 63124

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Методы и средства измерения в оптических телекоммуникационных системах: Учебное пособие / А. Е. Мандель - 2020. 130 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9429.

7.2. Дополнительная литература

1. Оптические кабели связи: Конструкции и характеристики : Учебное пособие для вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2002. - 232 с. : ил. - (Сети и сетевые технологии). - Библиогр.: с. 228-230. - ISBN 5-93517-083-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.).
2. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: Учебное пособие / А. Е. Мандель - 2014. 139 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3733.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: Лабораторный практикум / А. Е. Мандель, А. С. Перин - 2021. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9424.
2. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы / А. Е. Мандель - 2012. 28 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1484.
3. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы / А. Е. Мандель - 2012. 28 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1484.

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной

Согласована на портале № 63124

мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. 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:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Информационный стенд - 7 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;
- PTC Mathcad 15;

8.3. 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:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Информационный стенд - 7 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;
- PTC Mathcad 15;

Согласована на портале № 63124

8.4. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.5. 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.

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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 1 Введение. Принципы и физические основы оптических телекоммуникационных систем.	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 63124

2 Цели и задачи измерений в оптических телекоммуникационных системах. Диагностические процедуры	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Измеряемые параметры оптических волокон, источников и приемников оптического излучения.. Приборы для измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Рефлектометры. Рефлектометрические измерения параметров оптических волокон.	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Измеряемые параметры излучения, проходящего через линейный тракт. Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Автомированные системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	ПКР-1, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 63124

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 63124

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

Согласована на портале № 63124

а) Длительность сигнала б) Коэффициент битовых ошибок в) Отношение сигнал/шум

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Виды измерений систем передачи: настроечные, приемо-сдаточные, эксплуатационные плановые и эксплуатационные внеплановые.
2. Основные измеряемые параметры оптических многомодовых и одномодовых волокон
3. Основные измеряемые параметры оптических излучателей
4. Основные измеряемые параметры фотоприемных устройств
5. Основные измеряемые параметры каналов и трактов оптических телекоммуникационных систем.
6. Основные измеряемые параметры оптических усилителей.
7. Методы и средства измерения абсолютной оптической мощности
8. Методы и средства измерения затухания оптических волокон
9. Методы измерения числовой апертуры и диаметра модового пятна
10. Методы и средства измерения межмодовой дисперсии
11. Методы и средства измерения хроматической дисперсии
12. Методы и средства измерения длины волны отсечки одномодовых волокон.
13. Принципы построения и основные технические и метрологические характеристики оптических ваттметров и оптических тестеров.
14. Особенности измерителей коэффициентов ошибок в системах оптического диапазона
15. Измерение энергетического потенциала линии связи с использованием анализатора коэффициента ошибок
16. Дифракционная решетка как оптический фильтр.
17. Конструкции анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток
18. Основные принципы построения и устройство оптических рефлектометров
19. Технические и метрологические характеристики оптических рефлектометров
20. Основные принципы построения системы контроля оптических сетей связи.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Измерение характеристик фотоприемного модуля ИК – диапазона
2. Тестирование оптических волокон рефлектометром «ТОПАЗ-7000-AR»
3. Измерение затухания оптических волокон оптическим тестером ТОПАЗ-7315-AL

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Согласована на портале № 63124

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Согласована на портале № 63124

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 № 63124

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 4 от «28» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. СВЧиКР	А.Е. Мандель	Разработано, e143c8a0-542b-4541-84ee-1471a4f17eef

Согласована на портале № 63124