МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 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: **Интеллектуальные системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	24	24	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	50	50	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83017

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» является формирование у студентов комплекса знаний об основных методах и средствах измерения параметров телекоммуникационных систем передачи.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование у студентов знаний об общих принципах организации метрологического обеспечения оптических телекоммуникационных систем.
2. Формирование у студентов знаний , умений и навыков измерения основных параметров и характеристик оптических телекоммуникационных систем и их отдельных волоконно-оптических и оптоэлектронных элементов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.03.09.
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		
ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает методы расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронной аппаратуры	Знает методы расчета и измерений основных параметров оптических инфокоммуникационных систем и их отдельных оптических и радиоэлектронных элементов
	ПК-2.2. Умеет рассчитывать и проектировать узлы и устройства радиотехнических систем в соответствии с заданным техническим заданием с применением средств автоматизированного проектирования	Умеет выбирать необходимые средства измерений для решения конкретных измерительных задач при проектировании узлов и устройств инфокоммуникационных систем
	ПК-2.3. Владеет навыкам расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Владеет навыками расчета и проведения измерений при проектировании узлов и устройств инфокоммуникационных систем

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

Согласована на портале № 83017

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	24	24
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	50	50
Подготовка к тестированию	44	44
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	6
Подготовка и сдача экзамена	36	36
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. Классификация измерений в волоконной оптике	2	-	-	4	6	ПК-2
2 Измеряемые параметры элементов волоконно-оптической системы передачи	2	-	-	4	6	ПК-2
3 Приборы для измерения и методы измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	6	6	8	18	38	ПК-2
4 Методы и средства волоконно-оптической рефлектометрии	2	4	4	8	18	ПК-2
5 Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	8	6	4	12	30	ПК-2
6 Контроль оптических телекоммуникационных сетей	4	2	-	4	10	ПК-2
Итого за семестр	24	18	16	50	108	
Итого	24	18	16	50	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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

Согласована на портале № 83017

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. Классификация измерений в волоконной оптике	Основные понятия и определения. Виды контроля физических величин волоконно-оптических систем передачи.Основные контрольно-измерительные операции волоконно-оптических систем передачи. Основные виды измерений волоконной оптики.	2	ПК-2
	Итого	2	
2 Измеряемые параметры элементов волоконно-оптической системы передачи	Основные измеряемые параметры оптических волокон, источников оптического излучения, приемников оптического излучения.	2	ПК-2
	Итого	2	
3 Приборы для измерения и методы измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	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	ПК-2
	Итого	6	
4 Методы и средства волоконно-оптической рефлектометрии	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	ПК-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 83017

5 Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	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.	8	ПК-2
	Итого	8	
6 Контроль оптических телекоммуникационных сетей	Структура и принципы функционирования автоматизированных систем мониторинга оптических телекоммуникационных сетей. Примеры существующих систем. Технология измерений.	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

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 Приборы для измерения и методы измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	Приборы для измерения параметров оптических волокон, источников оптического излучения, приемников оптического излучения.	6	ПК-2
	Итого	6	
4 Методы и средства волоконно-оптической рефлектометрии	Рефлектометры для измерения параметров оптических волокон	4	ПК-2
	Итого	4	
5 Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт.	6	ПК-2
	Итого	6	
6 Контроль оптических телекоммуникационных сетей	Структура и принципы функционирования автоматизированных систем мониторинга оптических телекоммуникационных сетей	2	ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Согласована на портале № 83017

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 Приборы для измерения и методы измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	Измерение характеристик лазерного излучателя ик - диапазона	4	ПК-2
	Измерение характеристик фотоприемного модуля ик - диапазона	4	ПК-2
	Итого	8	
4 Методы и средства волоконно-оптической рефлектометрии	Тестирование оптических волокон рефлектометром «ТОПАЗ-7000-AR»	4	ПК-2
	Итого	4	
5 Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	Измерение затухания оптических волокон оптическим тестером ТОПАЗ-7315-AL	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

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
7 семестр				
1 1 Введение. Классификация измерений в волоконной оптике	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	4		
2 Измеряемые параметры элементов волоконно-оптической системы передачи	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	4		
3 Приборы для измерения и методы измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	Подготовка к тестированию	16	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	18		

Согласована на портале № 83017

4 Методы и средства волоконно-оптической рефлектометрии	Подготовка к тестированию	6	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	8		
5 Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	Подготовка к тестированию	10	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	12		
6 Контроль оптических телекоммуникационных сетей	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	4		
Итого за семестр		50		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		86		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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.	
ПК-2	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

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				
Лабораторная работа	0	14	14	28
Тестирование	10	16	16	42
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	30	30	100
Нарастающим итогом	10	40	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Согласована на портале № 83017

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)
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: их монтаж и измерение : Учебное пособие для вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.).
2. Оптические кабели связи: Конструкции и характеристики : Учебное пособие для вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2002. - 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 65 экз.).

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: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы студентов / А. Е. Мандель - 2023. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10259.

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:

Согласована на портале № 83017

– 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

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 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

Согласована на портале № 83017

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;

8.4. 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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

Согласована на портале № 83017

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. Классификация измерений в волоконной оптике	ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Измеряемые параметры элементов волоконно-оптической системы передачи	ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Приборы для измерения и методы измерения характеристик элементов линии передачи и технология их измерения .	ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Методы и средства волоконно-оптической рефлектометрии	ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Приборы для измерения параметров излучения, проходящего через линейный тракт	ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Контроль оптических телекоммуникационных сетей	ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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

Согласована на портале № 83017

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
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

Согласована на портале № 83017

в) при первоначальной настройке каналов и трактов ВОЛС на соответствие настроечным нормам
г) нет правильного ответа

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
   г) при первоначальной настройке каналов и трактов ВОЛС на соответствие эксплуатационным 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
   г) числовая апертура, длина волны отсечки, коэффициент битовых ошибок.
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
   г) диаметр модового пятна, затухание, дисперсия,
5. Назовите источники излучения, используемые в волоконной оптике
   а) светодиоды, твердотельные лазеры
   б) светодиоды, полупроводниковые лазеры
   в) полупроводниковые лазеры, газовые лазеры
   г) твердотельные 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
   г) 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
   г) 870 - 1565 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
   г) нет правильного ответа
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
    г) диапазон рабочих длин волн, динамический диапазон измерений средней 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

Согласована на портале № 83017

в) методом контроля диаметра модового пятна, методом обламывания оптического волокна
г) методом обламывания оптического волокна, методом вносимых потерь

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
    г) измерение фазы 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
    г) методом дифференциального сдвига фаз, методом обламывания оптического волокна
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
    г) пространственная разрешающая способность, 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
    г) измеритель абсолютной оптической мощности
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
    г) на френелевском отражении и частотной характеристике приемного устройства
18. Как называется способность импульсного оптического рефлектометра различать две близко расположенные неоднородности
    а) пространственная разрешающая способность
    б) динамический диапазон
    в) диапазон измерения
    г) мертвая зона
19. Как влияет дисперсия в оптическом волокне на длину участка регенерации
    а) уменьшает длину участка регенерации
    б) увеличивает длину участка регенерации
    в) не влияет
    г) нет правильного ответа
20. . Каким параметром оценивается качество передачи цифрового сигнала по линиям связи

    а) длительность сигнала
    б) коэффициент битовых ошибок
    в) отношение сигнал/шум
    г) относительная оптическая мощность

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 83017

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 лазерного излучателя ик - диапазона
2. Измерение характеристик фотоприемного модуля ик - диапазона
3. Тестирование оптических волокон рефлектометром «ТОПАЗ-7000-AR»
4. 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.

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

Согласована на портале № 83017

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 83017

процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 6 от «14» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
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 № 83017