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

Оптические направляющие среды

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: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	2	8	часов
2	Практические занятия	6	2	8	часов
3	Лабораторные работы		8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	12	12	24	часов
5	Из них в интерактивной форме	3	2	5	часов
6	Самостоятельная работа	96	51	147	часов
7	Всего (без экзамена)	108	63	171	часов
8	Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
9	Общая трудоемкость	108	72	180	часов
		3.0	2.0	5.0	З.Е

Контрольные работы: 7 семестр - 3
Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16656

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от « 9 » 2 2017 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 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. СВЧиКР _____ Н. Д. Хатьков

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

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

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперты:

профессор каф. СВЧ и КР _____ А. Е. Мандель

доцент каф. ТОР _____ С. И. Богомолов

Согласована на портале № 16656

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение современных тенденций развития оптических линий связи (ЛС)

изучение теории направляющих оптических сред, конструкций и характеристик направляющих оптических кабелей и пассивных компонентов

ознакомление студентов с российскими и международными стандартами и нормативными документами в области телекоммуникаций и перспективами развития оптических направляющих сред передачи.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение оптических направляющих сред и пассивных компонентов волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) в объеме: основы теории оптических направляющих сред передачи (ОНСП), оптическое волокно (ОВ);
– типы ОВ и их основные характеристики в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т;
– распространение сигнала по ОВ;
– оптические кабели, их конструкции и характеристики;
– пассивные компоненты ВОЛС;
– разъемные и неразъемные соединители;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Оптические направляющие среды» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства, Основы квантовой оптики, Основы физической оптики, Структурированные кабельные системы, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);
– ПК-8 умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов;
– ПК-9 умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные физические принципы распространения света в ОВ; знать методы расчета затухания и дисперсии в ОВ; конструкции и характеристики оптических направляющих сред; технические характеристики пассивных компонент ВОЛС; рекомендации: Международный союз электросвязи МСЭ-Т (ITU-T) многомодовые оптические волокна рек. ITU-T. G.651 одномодовые оптические волокна рек. ITU-T. G.652- G.657, специальные типы ОВ, нормативно - правовую документацию ВОЛС;
– **уметь** использовать полученные знания для расчета основных технических характеристик ОНС с учетом требований быстродействия, затухания, надежности и удобства технической эксплуатации; определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред; выполнять расчеты, связанные с определением параметров пассивного оборудования
– **владеть** навыками работы с оптическим волокном, методами его монтажа. методами работы с приборами и аппаратурой по настройке и испытанию ОК; навыками применения теорети-

Согласована на портале № 16656

ческих и экспериментальных методов исследования для освоения новых перспективных оптических направляющих сред передачи.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		6 семестр	7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	24	12	12
Лекции	8	6	2
Практические занятия	8	6	2
Лабораторные работы	8		8
Из них в интерактивной форме	5	3	2
Самостоятельная работа (всего)	147	96	51
Оформление отчетов по лабораторным работам	8		8
Проработка лекционного материала	125	90	35
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	6	2
Выполнение контрольных работ	6		6
Всего (без экзамена)	171	108	63
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость ч	180	108	72
Зачетные Единицы	5.0	3.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Физические основы передачи света по ОВ.	2	2	0	32	36	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
2 Характеристики оптических потерь в ОВ	2	2	0	32	36	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
3 Дисперсия: виды и методы компенсации	2	2	0	32	36	ОПК-5, ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 16656

Итого за семестр	6	6	0	96	108	
7 семестр						
4 Конструкции и характеристики оптических кабелей	2	2	8	51	63	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
Итого за семестр	2	2	8	51	63	
Итого	8	8	8	147	171	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Физические основы передачи света по ОВ.	Типы ОВ и их конструкции. Лучевой анализ распространения излучения в ОВ: полное внутреннее отражение, числовая апертура. Волновой анализ распространения излучения в ОВ: профиль показателя преломления, нормированная частота, число мод многомодового волокна, длинна волны отсечки. Изготовление оптических волокон.	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
2 Характеристики оптических потерь в ОВ	Затухание света в ОВ: Окна прозрачности, рэлеевское рассеяние и его применение, УФ и ИК потери в ОВ, потери на микро изгибах и суммарные потери.	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
3 Дисперсия: виды и методы компенсации	Дисперсия и полоса пропускания ОВ. Межмодовая, материальная, и внутримодовая (волноводная) дисперсия. Поляризационная модовая дисперсия. Влияние дисперсии на передачу сигналов по ОВ. Пропускная способность ОВ.	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
7 семестр			
4 Конструкции и характеристики оптических кабелей	Типы и конструкции оптических кабелей. Классификация ОК. Магистральные, зоновые, городские и объектовые кабели связи. Система обозначений и маркировки. Основные компоненты ОК. Подземные, подводные и подвес-	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 16656

	ные конструкции ОК, их характеристики, особенности их соединения. Механические параметры: масса; разрывная прочность; раздавливающие усилие; стойкость к изгибам.		
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		8	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства	+	+	+	+
2 Основы квантовой оптики			+	
3 Основы физической оптики	+			
4 Структурированные кабельные системы		+	+	+
5 Физика	+	+	+	
Последующие дисциплины				
1 Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи			+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-5	+	+	+	+	Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике

Согласована на портале № 16656

ПК-8	+	+	+	+	Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
ПК-9	+	+	+	+	Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Интерактивные лабораторные занятия	Всего
6 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением	1	2		3
Итого за семестр:	1	2	0	3
7 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			2	2
Итого за семестр:	0	0	2	2
Итого	1	2	2	5

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
4 Конструкции и характеристики оптических кабелей	Исследование затухания в ОВ и потерь на макро изгибах	4	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
	Исследование дисперсионных характеристик ОВ	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 16656

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Физические основы передачи света по ОВ.	Распространение оптических сигналов в ОВ, лучевая и волновая трактовка.	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
2 Характеристики оптических потерь в ОВ	Затухание сигналов в ОВ	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
3 Дисперсия: виды и методы компенсации	Дисперсия и полоса пропускания ОВ	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
7 семестр			
4 Конструкции и характеристики оптических кабелей	Расчет длины элементарного кабельного участка	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		8	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Физические основы передачи света по ОВ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9	Отчет по практике, Экзамен
	Проработка лекционного материала	30		
	Итого	32		
2 Характеристики оптических потерь в ОВ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9	Отчет по практике, Экзамен
	Проработка лекционного материала	30		
	Итого	32		

Согласована на портале № 16656

3 Дисперсия: виды и методы компенсации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9	Отчет по практике, Экзамен
	Проработка лекционного материала	30		
	Итого	32		
Итого за семестр		96		
7 семестр				
4 Конструкции и характеристики оптических кабелей	Выполнение контрольных работ	2	ОПК-5, ПК-8, ПК-9	Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Проверка контрольных работ, Экзамен
	Выполнение контрольных работ	2		
	Выполнение контрольных работ	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	35		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	51		
Итого за семестр		51		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		156		

9.1. Темы контрольных работ

1. Определение длины волны отсечки для разных типов оптических волокон.
2. Характеристики одномодовых оптических волокон.
3. Характеристики многомодовых волокон

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Андреев В.А., Портнов Э.Л., Кочановский Л.Н. Направляющие системы электросвязи. Учебник для вузов. В 2-х томах. Том. 1. Теория передачи и влияния. Учебное пособие. 7-е изд., перераб. и доп.- . М. Горячая линия –Телеком. 2011 г.- 424с (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Электрические и волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие / Ефанов В. И. - 2012. 150 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/802, дата обращения: 04.03.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM. - М.: Радио и связь, 2003. - 468 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

Согласована на портале № 16656

2. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ - М.: Техносфера, 2006. – 495 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

12.3. Литература для практических занятий

1. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Ефанов В. И. - 2012. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/788, дата обращения: 04.03.2017.

12.4. Литература для самостоятельной работы.

1. Оптические направляющие среды и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи: Методические указания по организации самостоятельной работы / Ефанов В. И. - 2009. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1266, дата обращения: 04.03.2017.

12.5 Учебно-методические пособия

12.5.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оптические направляющие системы и пассивные компоненты ВОЛС: Методические указания к лабораторным работам / Ефанов В. И. - 2012. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/790, дата обращения: 04.03.2017.

12.5.2 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.

12.6. Ресурсы сети Интернет

12.6.1. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. http://www.rambler.ru/
2. http://www.sputnik.ru/
3. https://www.yandex.ru/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория 328, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 333б. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link

Согласована на портале № 16656

Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 333б. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 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

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.

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

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 16656

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 № 16656

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

Оптические направляющие среды

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: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2012 года

Разработчики:
- доцент каф. СВЧиКР Н. Д. Хатьков

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16656

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) 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 (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-9	умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	Должен знать основные физические принципы распространения света в ОВ; знать методы расчета затухания и дисперсии в ОВ; конструкции и характеристики оптических направляющих сред; технические характеристики пассивных компонент ВОЛС; рекомендации: Международный союз электросвязи МСЭ-Т (ITU-T) многомодовые оптические волокна рек. ITU-T. G.651 одномодовые оптические волокна рек. ITU-T. G.652-G.657, специальные типы ОВ, нормативно - правовую документацию ВОЛС;; Должен уметь использовать полученные знания для расчета основных технических характеристик ОНС с учетом требований быстродействия, затухания, надежности и удобства технической эксплуатации; определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред; выполнять расчеты, связанные с определением параметров пассивного оборудования; Должен владеть навыками работы с оптическим волокном, методами его монтажа. методами работы с приборами и аппаратурой по настройке и испытанию ОК; навыками применения теоретических и экспериментальных методов исследования для освоения новых перспективных оптических направляющих сред передачи.;
ПК-8	умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	
ОПК-5	способностью использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)	

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

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 понимани-	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, аб-	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы

Согласована на портале № 16656

	ем границ применимости	стрегирования проблем	
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 ПК-9

ПК-9: умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.

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	Должен знать принципы распространения света в волокне; основы передачи информации по волоконно-оптическим линиям связи, основные методы расчета параметров оптических волокон и электрических кабелей; основные положения по проектированию; классификацию, конструкции и типы оптических кабелей связи по назначению,	Должен уметь применять на практике положения по расчетам параметров оптического волокна различного назначения; осуществлять его грамотный выбор вида в зависимости от типа проектируемой линии связи и условий прокладки; осуществлять грамотный выбор технологии и методов монтажа оптических волокон и кабелей; применять на практике методы измерения параметров волоконно-оптических линий связи и определения места и характера их повреждения; выполнять расчеты основных показателей оптических волокон;	Должен владеть навыками расчетов волоконно-оптических линий связи, прокладываемых на сетях различного назначения; навыками работы с оптическими кварцевыми волокнами и кабелями, а также с набором специального инструмента для их разделки и монтажа; навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой и сварочным оборудованием;
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия;

Согласована на портале № 16656

	• Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	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. ;

2.2 Компетенция ПК-8

ПК-8: умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	тенденции развития в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; основные понятия волоконно-оптических линий связи; основу топологии сетей; основные требования к сетям передачи данных	проводить анализ технической информации в рамках тематики проектов, связанных с использованием оптических волокон в области высокоскоростной передачи данных	навыками работы с технической документацией, в том числе, при поиске информации в отечественных и зарубежных источниках, связанной с применением оптоволокна;
Виды занятий	• Интерактивные прак-	• Интерактивные прак-	• Интерактивные прак-

Согласована на портале № 16656

	тические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	тические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	тические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает основные тенденции развития волоконно-оптических сетей; Анализирует на основе информационного поиска связи между различными компонентами ВОЛС и понятиями в этой области; Знает основные возможности поисковых систем для реализации конкурентноспособных технических решений ;	• Умеет грамотно проводить анализ технической информации; Умеет применять знания для решения различных задач распространения света в ВОЛС.;	• Свободно владеет разными способами представления информации; Владеет методами решения задач анализа сетей ВОЛС;
Хорошо (базовый уровень)	• Понимает связи между различными понятиями в области оптоволоконной техники; Представляет приемы и результаты анализа технической информации. ;	• Умеет осуществлять поиск и информации по ВОЛС, представленной в различных отечественных и зарубежных источниках; Умеет самостоятельно подбирать методы решения задач в области ВОЛС.;	• Владеет навыками работы с литературными источниками связанными с распространением света в ВОЛС.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Воспроизводит основные положения анализа технической информации; Дает определения основных понятий в области ВОЛС;	• Умеет работать со справочной литературой; умеет представлять результаты своей работы.;	• Способен корректно представить знания и информацию связанную с аппаратурой на основе ВОЛС из различного рода источников.;

Согласована на портале № 16656

2.3 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: способностью использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи).

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные принципы построения первичных сетей электросвязи; конструкции и характеристики оптических направляющих сред; технические характеристики пассивных компонент ВОЛС; рекомендации МСЭ-Т (G.651 – G.657); нормативную и правовую документацию ВОЛС;	использовать полученные знания для расчета основных технических характеристик ВОЛС и их проектирования с учетом требований быстродействия, надежности, технологичности и удобства технической эксплуатации; определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред;	навыками работы с оптическим волокном, методами его монтажа. Иметь опыт работы с приборами и аппаратурой по настройке и испытанию ОК; навыками применения теоретических и экспериментальных методов исследования для освоения новых перспективных оптических направляющих сред передачи.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с по-	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений,	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;

Согласована на портале № 16656

	ниманием границ применимости ;	абстрагирования проблем;	
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;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы контрольных работ

- Определение длины волны отсечки для разных типов оптических волокон.
- Характеристики одномодовых оптических волокон.
- Характеристики многомодовых волокон

3.2 Экзаменационные вопросы

– Оптическое волокно (ОВ). 1. Дайте полную классификацию ОВ, численные значения передаточных характеристик. 2. Назовите все виды дисперсии, имеющие место в ОВ. Сравните дисперсию одномодовых и многомодовых ОВ. 3. В чем достоинства и недостатки одномодовых ОВ? Назовите типичные значения их передаточных характеристик для G.652 4. Какие стандарты ОВ наиболее широко используются в ВОЛС в настоящее время? Дайте численные значения их основных передаточных характеристик. Какова их область применения? 5. От чего зависят собственные потери в ОВ и потери в ОК? 6. Вследствие чего возникает поляризационная межмодовая дисперсия? В каких ОВ она появляется, к чему она приводит и как она рассчитывается? 7. Назовите «области прозрачности» кварцевых ОВ и приведите типичные численные значения потерь в каждом. 8. Перечислите на какие параметры ОВ влияет относительная разность показателей преломления сердцевины и оболочки. Каково его среднее значение для различных типов ОВ? 9. Из каких составляющих состоит хроматическая дисперсия? Коэффициент удельной дисперсии. Какой составляющей можно менять знак и что из этого следует? 10. Дайте определение дисперсии. Какие виды дисперсии вы знаете? В каких типах ОВ превалируют те или иные виды? В чем измеряется дисперсия? 11. Как связан коэффициент широкополосности с различным ППП? Каково его численное значение для разных ППП? 12. От какого параметра ОВ зависит величина эффективности ввода излучения? Каково ее значение для ООВ и МОВ? 13. Дайте определение межмодовой дисперсии. От каких параметров зависит величина межмодовой дисперсии в ОВ со ступенчатым и градиентным ППП? 14. Дайте определение нормированной частоты. Каково ее значение в случае ООВ и МОВ? 15. От чего зависит числовая апертура? На какие параметры ВОЛС влияет числовая апертура ОВ и каковы ее численные значения для ООВ и МОВ? 16. Перечислите геометрические и механические характеристики МОВ. Дайте их численное значение. 17. Дайте определение дисперсии. Какими методами и способами получают ОВ со смещенной или сглаженной дисперсией? Каким рекомендациям они соответствуют? В каких случаях используется? 18. Перечислите окна прозрачности кварцевых ОВ, величину затухания в них и интервалы длин волн соответствующие им. 19. Какими физическими процессами обусловлены потери световой мощности в ОВ? 20. От чего зависит межмодовая дисперсия в МОВ? Где она больше: в ОВ со ступенчатым ППП или параболическим ППП? Область применения МОВ. 21. Каковы основные преимущества использования оп-

Согласована на портале № 16656

тических волокон в системах связи? 22. Чем определяется число направляемых мод в ступенчатом и градиентном МОВ? От чего оно зависит? Оптические кабели (ОК) 1. Опишите основные типы конструкции ОК. 2. Какие марки кабелей предназначены для подземной прокладки? 3. От чего зависят суммарные потери элементарного кабельного участка? 4. Опишите принципы маркировки. 5. Какие марки кабелей предназначены для подвесных ОК. 6. Перечислите основные компоненты ОК. 7. Технические требования к оптическим кабелям связи. 8. Кабели для наружной прокладки. Какие марки кабелей предназначены для прокладки в грунт? 9. Перечислите достоинства и недостатки ОК по сравнению с электрическими линиями связи. 10. От каких параметров зависит длина регенерационного участка? Назовите методы увеличения длины регенерационного участка. 11. Кабели для воздушной подвески. Какие марки кабелей предназначены для подвески? 12. Перечислите основные конструктивные элементы ОК. Что относится к специальным кабелям? 13. Дайте классификацию оптических кабелей по конструкции. 14. Перечислите типы распределителей оптического излучения (РОИ) и приведите их основные параметры. 15. Дайте определение энергетического потенциала ВОЛС. От чего он зависит и каково его значение для магистральных, зоновых линий связи? 16. Каковы методы изготовления ОВ? 17. Дайте классификацию оптических кабелей по назначению. 18. Виды прокладки ОК при строительстве ВОЛС. 19. Перечислите основные компоненты ОК. Какие марки кабелей предназначены для прокладки в кабельной канализации? 20. Для чего на оптическое волокно наносят полимерное покрытие? 21. Назовите методы увеличения длины регенерационного участка. 22. Чем ограничена длина регенерационного участка и каковы методы увеличения пропускной способности регенерационного участка? Пассивные компоненты (ПК) 1. Назовите типы оптических коммутаторов. Опишите принцип работы оптического коммутатора. 2. Принцип работы оптического изолятора. Каково его назначение? 3. Назовите виды и характеристики ответвителей, приведите типовые значения их параметров. 4. Назовите типы торцевых разветвителей с оптическими элементами и нарисуйте схемы их построения. 5. Назначение и классификация соединительных муфт. 6. Перечислите все известные вам виды пассивных компонентов ВОЛС и их основные характеристики. 7. Каково назначение WDM устройств, каковы их основные параметры и перечислите физические явления, используемые в них. 8. Дайте сравнительный анализ различных типов оптических переключателей (коммутаторов) и приведите их параметры. 9. Перечислите методы соединения ОВ, проанализируйте их достоинства и недостатки с указанием среднего значения потерь. 10. Как влияет диаметр модового поля на параметры WDM устройств и как зависит от длины волны? 11. Каковы требования к оптическим разъемным соединителям (коннекторам)? Причины возникновения в них потерь. 12. Какие типы неразъемных оптических соединителей вы знаете? Где применяются разъемные и неразъемные соединения? 13. Перечислите достоинства и недостатки WDM устройств на дифракционных решетках и сравните их с WDM других видов. 14. Какие существуют способы соединения ОВ? Основные передаточные характеристики соединителей. Дайте их численное значение. 15. Конструкции соединительных муфт. 16. Назовите и дайте определения основных параметров оптических разветвителей. 17. Для чего предназначен аттенюатор? Какие типы аттенюаторов вы знаете? 18. Типы контакта в соединителях (коннекторах). 19. Виды оптических коннекторов, их основные характеристики и область применения. 20. В чем заключается технология PON. Архитектура PON? 21. Назовите основные виды разветвителей. Опишите принцип работы разветвителя. 22. Каково назначение оптического коммутатора. Принцип работы оптического коммутатора.

3.3 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

- Распространение оптических сигналов в ОВ, лучевая и волновая трактовка.
- Затухание сигналов в ОВ
- Дисперсия и полоса пропускания ОВ
- Расчет длины элементарного кабельного участка

3.4 Темы лабораторных работ

- Исследование затухания в ОВ и потерь на макро изгибах
- Исследование дисперсионных характеристик ОВ

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

Согласована на портале № 16656

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Андреев В.А., Портнов Э.Л., Кочановский Л.Н. Направляющие системы электросвязи. Учебник для вузов. В 2-х томах. Том. 1. Теория передачи и влияния. Учебное пособие. 7-е изд., перераб. и доп.- . М. Горячая линия –Телеком. 2011 г.- 424с (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Электрические и волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие / Ефанов В. И. - 2012. 150 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/802, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM. - М.: Радио и связь, 2003. - 468 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)
2. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ - М.: Техносфера, 2006. – 495 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

4.3. Литература для практических занятий

1. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Ефанов В. И. - 2012. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/788, дата обращения: 04.03.2017.

4.4. Литература для самостоятельной работы.

1. Оптические направляющие среды и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи: Методические указания по организации самостоятельной работы / Ефанов В. И. - 2009. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1266, дата обращения: 04.03.2017.

4.5. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оптические направляющие системы и пассивные компоненты ВОЛС: Методические указания к лабораторным работам / Ефанов В. И. - 2012. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/790, свободный.

4.4. Ресурсы сети Интернет

4.4.1. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://www.rambler.ru/
2. http://www.sputnik.ru/
3. https://www.yandex.ru/

Согласована на портале № 16656