МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптические цифровые телекоммуникационные системы

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7, 8**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	26	16	66	часов
2	Практические занятия	14	24	22	60	часов
3	Лабораторные работы		24		24	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)			10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	38	74	48	160	часов
6	Самостоятельная работа	34	70	60	164	часов
7	Всего (без экзамена)	72	144	108	324	часов
8	Подготовка и сдача экзамена		36		36	часов
9	Общая трудоемкость	72	180	108	360	часов
		2.0	5.0	3.0	10.0	З.Е.

Зачет: 6, 8 семестр
Экзамен: 7 семестр
Курсовая работа (проект): 8 семестр

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

Согласована на портале № 26496

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от «26» 4 2018 г.

Томск 2018

Согласована на портале № 26496

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Разработчик:

доцент каф. СВЧиКР _____ А. С. Перин

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперты:

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ А. Ю. Попков

Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ С. Н. Шарангович

Согласована на портале № 26496

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение процессов формирования, передачи и обработки сигналов, происходящих в оптических цифровых телекоммуникационных системах.

ознакомление с российскими и международными стандартами в области оптических телекоммуникаций и перспективами их развития.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение общих принципов построения и функционирования аппаратуры оптических цифровых волоконно-оптических систем передачи (ЦВОСП).

– изучение организации цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ЦВОЛТ) и оптических транспортных сетей.

– изучение методов расчета параметров каналов и трактов, организованных в ЦВОСП, а также вопросов их технической эксплуатации и проектирования.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» (Б1.В.ОД.12) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Общая теория связи, Оптические направляющие среды, Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Проектирование, строительство и эксплуатация волоконно-оптических линий связи, Сети связи и системы коммутации, Структурированные кабельные системы и волоконно-оптические локальные сети.

Последующими дисциплинами являются: Метрология в оптических телекоммуникационных системах, Многоволновые оптические системы связи, Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих 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;

– ПК-13 способностью осуществлять подготовку типовых технических проектов на различные инфокоммуникационные объекты;

– ПК-14 умением осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** принципы построения и функционирования основных узлов оконечной и линейной аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем передачи, а также технологии мультиплексирования, используемые в ЦВОСП. виды специализированной измерительной аппаратуры. отраслевые стандарты связи и рекомендации МСЭ-Т, а также терминологию оптических телекоммуникационных систем передачи.

– **уметь** пользоваться справочными характеристиками при проектировании сетей доступа и транспортных сетей ЕСЭ РФ. собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров цифровых волоконно-оптических линейных трактов. теоретически и экспериментально оценивать качество передачи информации по цифровым волоконно-оптическим линейным трактам.

– **владеть** навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой, используемой в оптических цифровых телекоммуникационных системах. готовностью к созданию условий для развития российской инфраструктуры связи, обеспечения ее интеграции с международными сетями связи; готовностью содействовать внедрению перспективных технологий

Согласована на портале № 26496

и стандартов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры		
		6 семестр	7 семестр	8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	160	38	74	48
Лекции	66	24	26	16
Практические занятия	60	14	24	22
Лабораторные работы	24		24	
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	10			10
Самостоятельная работа (всего)	164	34	70	60
Выполнение курсового проекта (работы)	44			44
Оформление отчетов по лабораторным работам	24		24	
Проработка лекционного материала	36	10	22	4
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	60	24	24	12
Всего (без экзамена)	324	72	144	108
Подготовка и сдача экзамена	36		36	
Общая трудоемкость, ч	360	72	180	108
Зачетные Единицы	10.0	2.0	5.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Курс. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр							
1 Структура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	8	14	0	14	0	36	ПК-13, ПК-14, ПК-9
2 Технологии мультиплексирования	8	0	0	4	0	12	ПК-13, ПК-14, ПК-9
3 Плезиохронные и синхронные цифровые иерархии	8	0	0	16	0	24	ПК-13, ПК-14, ПК-9
Итого за семестр	24	14	0	34	0	72	

Согласована на портале № 26496

7 семестр							
4 Системы синхронизации и управления	4	12	0	4	0	20	ПК-13, ПК-14, ПК-9
5 Цифровые волоконно-оптические линейные тракты	8	0	8	14	0	30	ПК-13, ПК-14, ПК-9
6 Аппаратура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	6	12	8	26	0	52	ПК-13, ПК-14, ПК-9
7 Интерфейсы и нормирование основных параметров качества передачи	8	0	8	26	0	42	ПК-13, ПК-14, ПК-9
Итого за семестр	26	24	24	70	0	144	
8 семестр							
8 Основы технической эксплуатации и проектирования	8	22	0	58	10	88	ПК-13, ПК-14, ПК-9
9 Перспективы развития оптических телекоммуникационных систем	8	0	0	2		10	ПК-13, ПК-14, ПК-9
Итого за семестр	16	22	0	60	10	108	
Итого	66	60	24	164	10	324	

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 Структура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Введение. Виды и классификация ЦВОСП. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования сигнала. Кодеки ИКМ. Обобщенная структурная схема цифровых оптических систем передачи. Понятие цифрового оптического линейного тракта. Структура информационного оборудования оконечной и промежуточной станций цифрового оптического линейного тракта.	8	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	8	
2 Технологии мультиплексирования	Способы мультиплексирования цифровых потоков. Синхронное мультиплексирование, понятие о временном сдвиге, структура оборудования синхронного мультиплексирования. Асинхронное мультиплексирование, одно- и двустороннее согласование скоростей передачи объединяемых потоков. Структура оборудования асинхронного мультиплексирования. Технология спектрального мультиплексирования (WDM).	8	ПК-13, ПК-14, ПК-9

Согласована на портале № 26496

	Итого	8	
3 Плезиохронные и синхронные цифровые иерархии	Иерархический принцип построения цифровых систем передачи. Плезиохронные цифровые иерархии (ПЦИ), их особенности. Синхронная цифровая иерархия (СЦИ), принцип формирования транспортных структур СЦИ, топологии сети СЦИ и схемы резервирования транспортных потоков.	8	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	8	
Итого за семестр		24	
7 семестр			
4 Системы синхронизации и управления	Виды синхронизации в ЦВОСП. Тактовая синхронизация, работа выделителя тактовой частоты (ВТЧ), фазовые флуктуации выделенного синхросигнала, способы улучшения параметров ВТЧ. Цикловая и сверхцикловая синхронизация. Система тактовой синхронизации СЦИ. Структура системы управления. Функции системы управления.	4	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	4	
5 Цифровые волоконно-оптические линейные тракты	Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической несущей. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ЦВОЛТ). Основные компоненты волоконно-оптических линейных трактов и их характеристики. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации линейных трактов. Линейные коды ЦВОЛТ и оценка их параметров. Помехи и искажения в линейных трактах. Принципы регенерации цифровых оптических сигналов и оценка помехоустойчивости регенераторов. Многоканальные волоконно-оптические линейные тракты со спектральным разделением.	8	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	8	
6 Аппаратура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Аппаратура ПЦИ и СЦИ. Функциональные модули аппаратуры: мультиплексоры, регенераторы, коммутаторы и др. Аппаратура волоконно-оптических систем передачи со спектральным разделением (ВОСП-СР) и её функциональные модули: транспондеры, оптические мультиплексоры и демультиплексоры, мультиплексоры ввода/вывода, усилители и др.	6	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	6	
7 Интерфейсы и нормирование основных параметров качества передачи	Интерфейс ОЦК и его параметры. Основные параметры сетевых интерфейсов. Комплекс параметров качества передачи. Целевые и эксплуатационные нормы.	8	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	8	
Итого за семестр		26	

Согласована на портале № 26496

8 семестр			
8 Основы технической эксплуатации и проектирования	Общие принципы организации, методы и виды технического обслуживания. Основные показатели технического обслуживания. Принципы проектирования ЦВОСП. Оценка протяженности участка ретрансляции при ограничении затуханием и дисперсионными искажениями.	8	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	8	
9 Перспективы развития оптических телекоммуникационных систем	Когерентные волоконно-оптические системы передачи. Понятие о транспортных сетях нового поколения. Принципы построения фотонных телекоммуникационных сетей. Понятие о солитонных волоконно-оптических линиях.	8	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		66	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Общая теория связи			+						
2 Оптические направляющие среды	+								
3 Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства		+			+				
4 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей			+	+					
5 Проектирование, строительство и эксплуатация волоконно-оптических линий связи								+	
6 Сети связи и системы коммутации	+		+	+	+				
7 Структурированные кабельные системы и волоконно-оптические локальные сети	+								
Последующие дисциплины									
1 Метрология в оптических телекоммуникационных си-							+		

Согласована на портале № 26496

стемах									
2 Многоволновые оптические системы связи	+	+			+	+			
3 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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ПК-9	+	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Тест
ПК-13	+	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Тест
ПК-14	+	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
5 Цифровые волоконно-оптические линейные тракты	Исследование характеристик лазерных диодов для цифровых ВОСП методом математичесокго моделирования	4	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Исследование работы фотоприёмного устройства ВОСП методом математического моделирования	4	
	Итого	8	

Согласована на портале № 26496

6 Аппаратура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Конфигурация ОЦТС на основе аппаратуры «Транспорт-8х30»	4	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Исследование коэффициента ошибок в ЦВОЛТ	4	
	Итого	8	
7 Интерфейсы и нормирование основных параметров качества передачи	Исследование величины оптических потерь при стыковке оптических волокон	4	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Исследование передаточных характеристик пассивных делителей оптической мощности	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Структура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Аналого-цифровое преобразование сигнала	14	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	14	
Итого за семестр		14	
7 семестр			
4 Системы синхронизации и управления	Расчёт параметров сигнала при заданной помехозащищённости	12	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	12	
6 Аппаратура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Преобразование сигнала в нелинейном кодере А-типа	12	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	12	
Итого за семестр		24	
8 семестр			
8 Основы технической эксплуатации и проектирования	Помехоустойчивость волоконно-оптических систем передачи	12	ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Аналоговые волоконно-оптические системы передачи	10	
	Итого	22	
Итого за семестр		22	
Итого		60	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в

Согласована на портале № 26496

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 Структура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-13, ПК-14, ПК-9	Зачет, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	14		
2 Технологии мультиплексирования	Проработка лекционного материала	4	ПК-13, ПК-14, ПК-9	Зачет, Тест
	Итого	4		
3 Плезиохронные и синхронные цифровые иерархии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-13, ПК-14, ПК-9	Зачет, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	16		
Итого за семестр		34		
7 семестр				
4 Системы синхронизации и управления	Проработка лекционного материала	4	ПК-13, ПК-14, ПК-9	Тест, Экзамен
	Итого	4		
5 Цифровые волоконно-оптические линейные тракты	Проработка лекционного материала	6	ПК-13, ПК-14, ПК-9	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	14		
6 Аппаратура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-13, ПК-14, ПК-9	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	26		
7 Интерфейсы и нормирование основных параметров качества передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-13, ПК-14, ПК-9	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного	6		

Согласована на портале № 26496

	материала			
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	26		
Итого за семестр		70		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
8 семестр				
8 Основы технической эксплуатации и проектирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-13, ПК-14, ПК-9	Зачет, Защита курсовых проектов (работ), Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Выполнение курсового проекта (работы)	44		
	Итого	58		
9 Перспективы развития оптических телекоммуникационных систем	Проработка лекционного материала	2	ПК-13, ПК-14, ПК-9	Зачет, Тест
	Итого	2		
Итого за семестр		60		
Итого		200		

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр		
Проектирование элементов, устройств и узлов аппаратуры оптической связи, проектирование трактов на основе систем с временным, спектральным и частотным уплотнением каналов оптической связи.	10	ПК-13, ПК-14, ПК-9
Итого за семестр	10	

10.1. Темы курсовых работ (проектов)

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- Проектирование каналов и трактов на оборудовании ВОСП СЦИ;
- Проектирование внутризоновой ВОСП со спектральным разделением каналов;
- Проектирование магистральной ВОСП на основе технологии CWDM, DWDM, HWDM;
- Проектирование мультисервисной оптической сети передачи на основе технологии GEPON.

Согласована на портале № 26496

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
6 семестр				
Зачет	20	20	20	60
Тест	13	13	14	40
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100
7 семестр				
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Тест	13	13	14	40
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100
8 семестр				
Зачет	10	10	10	30
Защита курсовых проектов (работ)	10	10	10	30
Тест	13	13	14	40
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 26496

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5147. — Загл. с экрана. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5147, дата обращения: 17.05.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.К. Скляров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 268 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/104959. — Загл. с экрана. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/104959, дата обращения: 17.05.2018.

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Перин, А. С. Оптические цифровые телекоммуникационные системы: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам [Электронный ресурс] /А. С. Перин, С. Н. Шарангович. — Томск: ТУСУР, 2018. — 89 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7334/download. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7334/download, дата обращения: 17.05.2018.
2. Проектирование оптических цифровых телекоммуникационных систем: Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / Коханенко А. П., Шарангович С. Н. - 2012. 120 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/745, дата обращения: 17.05.2018.
3. Оптические цифровые телекоммуникационные системы: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / Коханенко А. П., Шарангович С. Н. - 2012. 79 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/744, дата обращения: 17.05.2018.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;

Согласована на портале № 26496

– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Рекомендуется использовать профессиональные и информационные базы данных, список и адреса которых доступны по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

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

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Согласована на портале № 26496

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Mozilla Firefox

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Microsoft Office 2007

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Согласована на портале № 26496

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

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

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

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

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

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

14.1.1. Тестовые задания

1. Для устойчивой синхронизации в ВОСП с ИКМ желательно:
а) Наличие переходов "0"->"1" "1"->"0"
б) Группирование "1"
в) Группирование "0"

2. Источниками оптического излучения в ВОСП являются...
а) Лазерные диоды
б) Фотодиоды
в) Лавинные фотодиоды;
г) Светодиоды

3. Оборудование сопряжения (ОС) в тракте передачи ВОСП предназначено:
а) для преобразования линейного кода в стыковочный;
б) для преобразования станционного кода в стыковочный;
в) для преобразования линейного кода в станционный;
г) для преобразования станционного кода в линейный;

Согласована на портале № 26496

4. Оптический передатчик в ВОСП предназначен:
а) Для преобразования электрического сигнала в оптический;
б) Для модуляции электрического сигнала оптическим;
в) Для согласования оборудования сопряжения с оптическим кабелем по уровню передачи;
г) Для преобразования оптического сигнала в электрический;

5. Полностью восстанавливает сигнал оптический ретранслятор:
а) 2R-amplification and reshaping
б) 1R-amplification
в) 3R-regeneration, reshaping and re-timing

6. Работа лавинного фотодиода основана
а) на сильном легировании p и n слоев фотодиода
б) на явлении ударной ионизации пары носителей заряда а области сильного поля обратносмещенного перехода
в) на явлении внешнего фотоэффекта

7. Регенераторы в ВОСП используются:
а) Для восстановления сигнала.
б) Для формирования АИМ-1 сигнала.
в) Для усиления сигнала.
г) Для кодирования сигнала.

8. Регенератор ВОСП предназначен:
а) Для устранения искажений, вносимых участком регенерации.
б) Для усиления оптического сигнала.
в) Для устранения искажений дискретизации.
г) Для восстановления двоичной последовательности импульсов.

9. Сигнал в оптическом линейном тракте (ОЛТ) является…
а) двухполярным;
б) трехуровневым;
в) двухуровневым;
г) трехполярным;

10. Сущность WDM заключается в том, что сигналы от нескольких источников передаются…
а) По одному ОВ на разных длинах волн
б) По двум ОВ на одной оптической несущей
в) По одному ОВ с задержкой по времени
г) По разным оптическим волокнам

11. Частота оптического излучения полупроводника зависит:
а) от энергии зон проводимости Ес
б) от ширины запрещенной энергетической зоны, Ез = Ес – Ев
в) от энергии валентной зоны Ев

12. Кодер ВОСП предназначен:
а) Для формирования многоуровневого кодированного сигнала.
б) Для формирования сигнала с ИКМ.
в) Для формирования импульсной последовательности с квантованными уровнями.
г) Для формирования сигнала с модуляцией интенсивности оптического излучения.

13. Плотные WDM – системы DWDM это:

Согласована на портале № 26496

а) системы с частотным разнесением каналов порядка 50 и 25 ГГц, число каналов порядка 80 и 160

б) это системы с разнесением длин волн 20 нм и числом каналов не более 18

в) системы с номинальным частотным разнесением каналов не менее 200 ГГц, число каналов не более 8

г) системы с частотным разнесение каналов не менее 100 ГГц, число каналов не более 40

14. В системах CWDM используется разреженная сетка длин волн со стандартным фиксированным расстоянием между несущими…

а) 0.8 нм

б) 20 нм

в) 10 нм

г) 0.4 нм

15. При использовании технологии CDWDM и организации 8 спектральных каналов ширина спектра равна:

а) 40 нм

б) 16 нм

в) 340 нм

г) 160 нм

16. Лазерный диод является источником…

а) когерентного излучения

б) спонтанного излучения

в) теплового излучения

17. Длительность цикла ОЦК равна:

а) 12,5 мкс

б) 125 мкс

в) 256 мкс

г) 512 мкс

18. Среди источников оптического излучения более широкой спектральной характеристикой обладает:

а) светодиод,

б) лазерный диод

в) фотодиод

19. Среди источников оптического излучения более узкой спектральной характеристикой обладает:

а) светодиод

б) лазерный диод

в) фотодиод

20. Термин WDM означает:

а) Оптический усилитель на примесном волокне

б) Спектральное уплотнение по длине волны

в) Устройство временного уплотнения

г) Оптические системы пространственного уплотнения

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Иерархический принцип построения цифровых систем передачи.
2. Плезиохронные цифровые иерархии (ПЦИ), их особенности.
3. Синхронная цифровая иерархия (СЦИ), принципы формирования транспортных структур

Согласована на портале № 26496

СЦИ, топологии сети СЦИ и схемы резервирования транспортных потоков.

4. Виды синхронизации в ЦВОСП. Требования к системам синхронизации.

5. Тактовая синхронизация, работа выделителя тактовой частоты (ВТЧ), фазовые флуктуации выделенного синхросигнала, способы улучшения параметров ВТЧ.

6. Цикловая и сверхцикловая синхронизация.

7. Система тактовой синхронизации СЦИ.

8. Структура и функции системы управления ЦВОСП.

9. Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической несущей.

10. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ЦВОЛТ).

11. Основные компоненты волоконно-оптических линейных трактов и их характеристики.

12. Светоизлучающие диоды. Их характеристики и область применения в ВОСП.

13. Фотодетекторы ВОСП. Конструкция, принципы действия и характеристики фотодетекторов.

14. Оптимизация приема в цифровых оптических приемниках. Структурная схема оптимального приемника при гауссовых шумах.

15. Схемы включения и стабилизация режима п/п лазеров. Примеры п/п лазеров в ВОСП.

16. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации линейных трактов.

17. Линейные коды ЦВОЛТ и их параметры.

18. Помехи и искажения в ЦВОЛТ.

19. Принципы регенерации цифровых оптических сигналов. Помехоустойчивость регенераторов.

20. Ретрансляторы и регенераторы в ВОСП. Классификация ретрансляторов и их структурные схемы.

21. Оптические усилители. Схемы включения и классификация ОУ.

22. Полупроводниковые оптические усилители, коэффициент усиления и его неравномерность.

23. Многоканальные волоконно-оптические линейные тракты со спектральным разделением.

24. Аппаратура ПЦИ и СЦИ и ее функциональные модули.

25. Аппаратура волоконно-оптических систем передачи со спектральным разделением и ее функциональные модули.

14.1.3. Зачёт

1. Виды и классификация ЦВОСП.

2. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигнала.

3. Кодеки ИКМ.

4. Обобщенная структурная схема цифровых оптических систем передачи.

5. Понятие цифрового оптического линейного тракта.

6. Структура информационного оборудования оконечной станции цифрового оптического линейного тракта

7. Структура информационного оборудования промежуточной станции цифрового оптического линейного тракта.

8. Способы мультиплексирования цифровых потоков.

9. Синхронное мультиплексирование, понятие о временном сдвиге, структура оборудования синхронного мультиплексирования.

10. Асинхронное мультиплексирование, одно- и двустороннее согласование скоростей передачи объединяемых потоков.

11. Структура оборудования асинхронного мультиплексирования.

12. Технология спектрального мультиплексирования (WDM).

13. Интерфейс основного цифрового канала и его параметры.

14. Основные параметры сетевых интерфейсов.

15. Комплекс параметров качества передачи. Целевые и эксплуатационные нормы.

16. Общие принципы организации, методы и виды технического обслуживания ЦВОСП.

17. Основные показатели технического обслуживания ЦВОСП.

Согласована на портале № 26496

18. Принципы проектирования ЦВОСП.

19. Оценка протяженности участка ретрансляции в ЦВОСП при ограничении затуханием и дисперсионными искажениями.

20. Когерентные волоконно-оптические системы передачи.

21. Оптические когерентные DWDM системы связи.

22. Принцип работы когерентных оптических приемников и передатчиков с цифровой обработкой сигналов.

23. Транспортные сети нового поколения.

24. Принципы построения фотонных телекоммуникационных сетей.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование характеристик лазерных диодов для цифровых ВОСП методом математичесокго моделирования

Исследование работы фотоприёмного устройства ВОСП методом математического моделирования

Исследование величины оптических потерь при стыковке оптических волокон

Исследование передаточных характеристик пассивных делителей оптической мощности

Конфигурация ОЦТС на основе аппаратуры «Транспорт-8х30»

Исследование коэффициента ошибок в ЦВОЛТ

14.1.5. Темы курсовых проектов (работ)

1. Проектирование каналов и трактов на оборудовании ВОСП СЦИ.
2. Проектирование внутризоновой ВОСП со спектральным разделением каналов.
3. Проектирование магистральной ВОСП на основе технологии CWDM, DWDM, HWDM.
4. Проектирование мультисервисной оптической сети передачи на основе технологии GEPON.

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

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

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

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

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

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

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;

Согласована на портале № 26496

– 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 процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 26496