МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 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: **заочная**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	8 семестр	9 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	8	8	16	часов
Практические занятия	4	8	12	часов
Лабораторные занятия		12	12	часов
Курсовой проект	2	6	8	часов
Самостоятельная работа	121	106	227	часов
Контрольные работы		4	4	часов
Подготовка и сдача экзамена	9		9	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	288 8	часов з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Экзамен	8	
Курсовой проект	9	
Контрольные работы	9	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 67676

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

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

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

1.2. Задачи дисциплины

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

2. Изучение организации цифровых ЦВОЛТ и оптических транспортных сетей.

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля).

Индекс дисциплины: Б1.В.1.9.

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		

Согласована на портале № 67676

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, а также методы системного анализа	Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, а также методы системного анализа
	УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников
	УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач	Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

ПКР-23. Способен осуществлять подготовку типовых технических проектов и первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на различные инфокоммуникационные объекты национальным и международным стандартам и техническим регламентам	ПКР-23.1. Знает принципы системного подхода в проектировании систем связи (телекоммуникаций).	Знает принципы системного подхода в проектировании систем связи (телекоммуникаций).
	ПКР-23.2. Знает современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение.	Знает современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение.
	ПКР-23.3. Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации.	Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации.
	ПКР-23.4. Владеет навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами.	Вадеет навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 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	
		8 семестр	9 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	14	38
Лекционные занятия	16	8	8
Практические занятия	12	4	8
Лабораторные занятия	12		12
Курсовой проект	8	2	6
Контрольные работы	4		4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	227	121	106
Подготовка к тестированию	145	121	24
Подготовка к контрольной работе	54		54
Написание отчета по курсовому проекту	24		24
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4		4
Подготовка и сдача экзамена	9	9	
Общая трудоемкость (в часах)	288	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	8	4	4

Согласована на портале № 67676

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.	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр							
1 Структура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	1	2	-	2	20	25	ПКР-23, УК-1
2 Технологии мультиплексирования	2	1	-		26	29	ПКР-23, УК-1
3 Плезиохронные и синхронные цифровые иерархии	1	-	-		25	26	ПКР-23, УК-1
4 Телекоммуникационные сети на основе ВОСП. Системы синхронизации и управления	2	1	-		25	28	ПКР-23, УК-1
5 Цифровые волоконно-оптические линейные тракты	2	-	-		25	27	ПКР-23, УК-1
Итого за семестр	8	4	0	2	121	135	
9 семестр							
6 Оптоэлектронные компоненты волоконно-оптических систем передачи	2	2	12	6	22	48	ПКР-23, УК-1
7 Усиление, регенерация и нелинейные эффекты в волоконно-оптических системах передачи	2	2	-		18	22	ПКР-23, УК-1
8 Аппаратура современных цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	1	2	-		18	21	ПКР-23, УК-1
9 Интерфейсы и нормирование основных параметров качества передачи	2	2	-		18	22	ПКР-23, УК-1
10 Транспортные сети нового поколения	1	-	-		30	31	ПКР-23, УК-1
Итого за семестр	8	8	12	6	106	140	
Итого	16	12	12	8	227	275	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
8 семестр			

Согласована на портале № 67676

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.	1	ПКР-23, УК-1
	Итого	1	
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).	2	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	
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. Сетевые топологические структуры и схемы резервирования транспортных потоков.	1	ПКР-23, УК-1
	Итого	1	
4 Телекоммуникационные сети на основе ВОСП. Системы синхронизации и управления	Сетевые топологические структуры. Защита телекоммуникационных сетей и оборудования. Синхронизации в ЦВОСП. Структура системы управления. Функции системы управления.	2	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 67676

5 Цифровые волоконно-оптические линейные тракты	Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической несущей, современные форматы модуляции. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ЦВОЛТ). Основные компоненты волоконно-оптических линейных трактов и их характеристики. 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.	2	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	
	Итого за семестр	8	
	9 семестр		
6 Оптоэлектронные компоненты волоконно-оптических систем передачи	Передающие оптические модули (ПОМ). Источники оптического излучения Принципы действия полупроводниковых источников оптического излучения. Оптические модуляторы. Принципы действия модуляторов оптической несущей. Приемные оптические модули (ПрОМ). Приемники оптического излучения. Принципы действия полупроводниковых приемников оптической несущей.	2	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	
7 Усиление, регенерация и нелинейные эффекты в волоконно-оптических системах передачи	Оптические усилители. Классификация и основные параметры оптических усилителей. Принципы действия оптических усилителей. Регенераторы оптических сигналов. Принцип действия. Помехоустойчивость регенераторов. Оценка качества работы регенератора с помощью глаздиаграммы. Нелинейные эффекты в волоконной оптике.	2	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 67676

8 Аппаратура современных цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Аппаратура современных цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи. Функциональные модули аппаратуры: мультиплексоры, регенераторы, коммутаторы и др. Аппаратура волоконно-оптических систем передачи со спектральным разделением и её функциональные модули: транспондеры, оптические мультиплексоры и демультиплексоры, мультиплексоры ввода/вывода, усилители и др.	1	ПКР-23, УК-1
	Итого	1	
9 Интерфейсы и нормирование основных параметров качества передачи	Интерфейс ОЦК и его параметры. Основные параметры сетевых интерфейсов. Комплекс параметров качества передачи. Целевые и эксплуатационные нормы.	2	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	
10 Транспортные сети нового поколения	Optical Transport Network – оптическая транспортная сеть. Когерентные волоконно-оптические системы передачи.	1	ПКР-23, УК-1
	Итого	1	
Итого за семестр		8	
Итого		16	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
1	Контрольная работа	2	ПКР-23, УК-1
2	Контрольная работа	2	ПКР-23, УК-1
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			

Согласована на портале № 67676

6 Оптоэлектронные компоненты волоконно-оптических систем передачи	Исследование работы фотоприёмного устройства ВОСП методом математического моделирования	4	ПКР-23, УК-1
	Конфигурация ОЦТС на основе аппаратуры «Транспорт-8х30»	4	ПКР-23, УК-1
	Исследование коэффициента ошибок в ЦВОЛТ	4	ПКР-23, УК-1
	Итого	12	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Структура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Аналого-цифровое преобразование сигнала. Расчёт параметров сигнала при заданной помехозащищённости	2	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	
2 Технологии мультиплексирования	Преобразование сигнала в нелинейном кодере А-типа	1	ПКР-23, УК-1
	Итого	1	
4 Телекоммуникационные сети на основе ВОСП. Системы синхронизации и управления	Помехоустойчивость цифровых ВОСП	1	ПКР-23, УК-1
	Итого	1	
Итого за семестр		4	
9 семестр			
6 Оптоэлектронные компоненты волоконно-оптических систем передачи	Выбор передающего и приёмного модулей, оптического усилителя, компенсатора дисперсии	2	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	
7 Усиление, регенерация и нелинейные эффекты в волоконно-оптических системах передачи	Определение необходимого качества передачи системы связи. Расчет длины регенерационного и усилительного участков	2	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 67676

8 Аппаратура современных цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Составление схемы организации связи. Выбор аппаратуры ВОСП СЦИ и типа оптического кабеля	2	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	
9 Интерфейсы и нормирование основных параметров качества передачи	Определение оптических интерфейсов (стыков) на основе рекомендаций МСЭ-Т	1	ПКР-23, УК-1
	Проектирование прямого и обратного направлений ВОСП	1	ПКР-23, УК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		12	

5.6. Курсовой проект

Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость, а также формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость в рамках выполнения курсового проекта

Содержание самостоятельной работы в рамках выполнения курсового проекта	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр		
Проектирование оптических цифровых телекоммуникационных систем	2	ПКР-23, УК-1
Итого за семестр	2	
9 семестр		
Проектирование оптических цифровых телекоммуникационных систем	6	ПКР-23, УК-1
Итого за семестр	6	
Итого	8	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Проектирование волоконно-оптической системы цифровой системы передачи
2. Проектирование волоконно-оптической системы передачи на основе SDH
3. Проектирование волоконно-оптической системы передачи на основе WDM
4. Проектирование мультисервисной оптической системы передачи на основе PON
5. Проектирование волоконно-оптической системы передачи на основе OTN

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Структура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Подготовка к тестированию	20	ПКР-23, УК-1	Тестирование
	Итого	20		

Согласована на портале № 67676

2 Технологии мультиплексирования	Подготовка к тестированию	26	ПКР-23, УК-1	Тестирование
	Итого	26		
3 Плезиохронные и синхронные цифровые иерархии	Подготовка к тестированию	25	ПКР-23, УК-1	Тестирование
	Итого	25		
4 Телекоммуникационные сети на основе ВОСП. Системы синхронизации и управления	Подготовка к тестированию	25	ПКР-23, УК-1	Тестирование
	Итого	25		
5 Цифровые волоконно-оптические линейные тракты	Подготовка к тестированию	25	ПКР-23, УК-1	Тестирование
	Итого	25		
	Итого за семестр	121		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
9 семестр				
6 Оптоэлектронные компоненты волоконно-оптических систем передачи	Подготовка к контрольной работе	10	ПКР-23, УК-1	Контрольная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПКР-23, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-23, УК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-23, УК-1	Лабораторная работа
	Итого	22		
7 Усиление, регенерация и нелинейные эффекты в волоконно-оптических системах передачи	Подготовка к контрольной работе	10	ПКР-23, УК-1	Контрольная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПКР-23, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-23, УК-1	Тестирование
	Итого	18		
8 Аппаратура современных цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	Подготовка к контрольной работе	10	ПКР-23, УК-1	Контрольная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПКР-23, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-23, УК-1	Тестирование
	Итого	18		

Согласована на портале № 67676

9 Интерфейсы и нормирование основных параметров качества передачи	Подготовка к контрольной работе	10	ПКР-23, УК-1	Контрольная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПКР-23, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-23, УК-1	Тестирование
	Итого	18		
10 Транспортные сети нового поколения	Подготовка к контрольной работе	14	ПКР-23, УК-1	Контрольная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	8	ПКР-23, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	8	ПКР-23, УК-1	Тестирование
	Итого	30		
Итого за семестр		106		
Итого		236		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности					Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб.	
ПКР-23	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен
УК-1	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Оптические телекоммуникационные системы : учебник / В. Н. Гордиенко, В. В. Крухмалев, А. Д. Моченов, Р. М. Шарафутдинов ; под редакцией В. Н. Гордиенко. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5147.

7.2. Дополнительная литература

Согласована на портале № 67676

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

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оптические цифровые телекоммуникационные системы. Сборник задач с формулами и решениями: Учебное пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / А. С. Перин, С. Н. Шарангович - 2018. 116 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9095.
2. Оптические цифровые телекоммуникационные системы: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам / А. С. Перин, С. Н. Шарангович - 2018. 89 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7334.
3. Проектирование оптических цифровых телекоммуникационных систем: Учебное пособие для подготовки и проведения занятий по курсовому проектированию / А. С. Перин, С. Н. Шарангович - 2019. 114 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9137.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной 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.

Согласована на портале № 67676

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.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебно- вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко "Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Проектор;
- Проекционный экран;
- Информационный стенд - 7 шт.;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

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";

Согласована на портале № 67676

- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.5. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

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

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

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

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

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

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

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

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

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

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)

Согласована на портале № 67676

1 Структура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	ПКР-23, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Технологии мультиплексирования	ПКР-23, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Плезиохронные и синхронные цифровые иерархии	ПКР-23, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Телекоммуникационные сети на основе ВОСП. Системы синхронизации и управления	ПКР-23, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Цифровые волоконно-оптические линейные тракты	ПКР-23, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Оптоэлектронные компоненты волоконно-оптических систем передачи	ПКР-23, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Усиление, регенерация и нелинейные эффекты в волоконно-оптических системах передачи	ПКР-23, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Аппаратура современных цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи	ПКР-23, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 67676

9 Интерфейсы и нормирование основных параметров качества передачи	ПКР-23, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
10 Транспортные сети нового поколения	ПКР-23, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

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

Согласована на портале № 67676

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. Какой тип оптоволокна необходимо использовать для передачи информации на большие расстояния?
   а) одномодовое ступенчатое;
   б) градиентное;
   в) многомодовое ступенчатое;
   г) никакое из этих.
2. Частота дискретизации определяется по теореме...?
   а) Пифагора;
   б) Котельникова – Найквиста – Шеннона;
   в) Ферма;
   г) Менелая.
3. Чем больше уровней квантования сигнала, тем...?
   а) дольше идет процесс оцифровки;
   б) меньшая ошибка будет получена на выходе;
   в) ниже должна быть частота дискретизации;
   г) больше информации можно закодировать.
4. Из каких основных частей состоит ВОСП?
   а) передатчик, повторитель, приёмник;
   б) передатчик, канал связи, повторитель (при необходимо-сти), приёмник;
   в) источник излучения, оптический усилитель, фотодиод;
   г) передатчик, канал связи (при необходимости), повторитель, приёмник.
5. Какую роль выполняет передатчик в ЦВОСП?
   а) формирует оптическое излучение и передает его в оптово-локно;
   б) передает входные данные в оптоволокно;
   в) формирует оптическую несущую волну;
   г) преобразует входные данные в оптическое излучение.
6. Разделение линии передачи на логические каналы, отделенные друг от друга защитными интервалами, свойственно для...?
   а) FDM;
   б) DWDM;
   в) TDM;

Согласована на портале № 67676

г) для всех технологий мультиплексирования.

7. Какая последовательность является верной для описания принципа построения TDM?
   а) таймслот – кадр – временной канал;
   б) дискретизация – таймслот – кадр;
   в) таймслот – временной канал – кадр;
   г) временной канал – кадр – таймслот.
8. В каком типе кадровой синхронизации синхронизация кадра выполняется быстрее, поскольку нет неоднозначности между битами кадра и битами канала?
   а) режим прямой кадровой синхронизации;
   б) режим квитирования.
9. Что предполагает иерархический принцип построения цифровой сети?
   а) число каналов какого-либо уровня должно быть больше числа каналов предыдущего уровня;
   б) число каналов какого-либо уровня должно быть меньше числа каналов предыдущего уровня;
   в) наличие нескольких каскадов мультиплексирования;
   г) разделение и объединение потоков информации.
10. Какое устройство помогает улучшить выходное отношение сигнал/шум для достижения лучших характеристик приемника?
    а) генератор;
    б) мультиплексор;
    в) дискретизатор;
    г) эквалайзер.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. История развития оптической связи. Оптическое волокно. Принцип передачи света через оптическое волокно. Типы оптических волокон.
2. Аналого-цифровое преобразование. Импульсно-кодовая модуляция. Классификация ВОСП.
3. Обобщенная структурная схема ЦВОСП. Устройство составных частей ЦВОСП.
4. Общие сведения о технологии мультиплексирования каналов. TDM и синхронное мультиплексирование. Асинхронное мультиплексирование.
5. WDM мультиплексирование; OTDM мультиплексирование; SDM мультиплексирование.
6. Общие сведения о PDH. Цифровая иерархия Северной Америки. CEPT цифровая иерархия. Японская цифровая иерархия.
7. Общие сведения о SDH. Элементы SDH сети. Структура кадра SDH. Архитектура сетей SDH/SONET.
8. Виды синхронизации в ЦВОСП. OSI-модель. Тактовая синхронизация. Оптимальная синхронизация фаз. Синхронизация тактовой частоты.
9. Обобщенная структурная схема ВОСП. Структурная схема прямого фотодетектирования. Схема приемника для метода фотосмещения. Структурная схема когерентной ВОСП.
10. OTN, определение, тенденции смены технологий. Структура контейнера и скорость в сети. Транспорт и мультиплексирование. Коммутация OTN и SDH, DWDM, ROADM. OTN и IP MPLS.
11. Типы полупроводников. СИД. ЛД. Характеристики источников оптического излучения.
12. Определение и требования к фотоприемникам. Принцип действия PIN фотодиода. Принцип действия ЛФД. Основные характеристики ФД.
13. Структура, характеристики и параметры ПрОМ. Шумы ПрОМ. Структуры и схемы прямого и когерентного приемников оптического излучения.
14. Определение модуляции и классификация видов. Прямая модуляция.
15. Модуляционные характеристики СИД. Модуляционные характеристики ЛД. Шумы модуляции.
16. Внешняя модуляция оптического излучения. Электрооптическая модуляция. Магнитооптическая модуляция. Акустооптическая модуляция. Внутренняя модуляция.
17. Сравнительная характеристика прямой и внешней модуляции.
18. Современные форматы модуляции. Классификация форматов модуляции.
19. Амплитудная модуляция. Фазовая модуляция.

Согласована на портале № 67676

20. Двойной фазомодулированный бинарный формат. Смешанные амплитудно-фазовые форматы.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Составление схемы организации связи.
2. Выбор аппаратуры ВОСП СЦИ и типа оптического кабеля.
3. Определение оптических интерфейсов (стыков) на основе рекомендаций МСЭ-Т.
4. Выбор передающего и приёмного модулей, оптического усилителя, компенсатора дисперсии
5. Выбор и описание вариантов проектирования участков транспортной сети.
6. Определения коэффициента усиления оптического усилителя в зависимости от мощности входного сигнала.
7. Определение необходимого качества передачи системы связи. Расчет длины регенерационного и усилительного участков.
8. Проектирование прямого и обратного направлений ВОСП.
9. Расчет помехозащищенности спроектированного участка сети.
10. Расчёт показателей надежности.

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Проектирование волоконно-оптической системы цифровой системы передачи
2. Проектирование волоконно-оптической системы передачи на основе SDH
3. Проектирование волоконно-оптической системы передачи на основе WDM
4. Проектирование мультисервисной оптической системы передачи на основе PON
5. Проектирование волоконно-оптической системы передачи на основе OTN

9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Выбор передающего и приёмного модулей, оптического усилителя, компенсатора дисперсии
2. Определение необходимого качества передачи системы связи. Расчет длины регенерационного и усилительного участков
3. Составление схемы организации связи. Выбор аппаратуры ВОСП СЦИ и типа оптического кабеля
4. Определение оптических интерфейсов (стыков) на основе рекомендаций МСЭ-Т
5. Проектирование прямого и обратного направлений ВОСП

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Исследование работы фотоприёмного устройства ВОСП методом математического моделирования
2. Конфигурация ОЦТС на основе аппаратуры «Транспорт-8х30»
3. Исследование коэффициента ошибок в ЦВОЛТ

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:

Согласована на портале № 67676

– 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 журнале по дисциплине.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

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

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах,

Согласована на портале № 67676

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 № 67676

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 4 от «28» 11 2019 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.Ю. Попков	Согласовано, 52ae2e71-055b-4e34-bcfc-4f3ea312644e
Профессор, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Разработано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe

Согласована на портале № 67676