

**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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль) / специализация: **Квантовые и оптические системы связи**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Кафедра: **сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**

Курс: **3, 4**

Семестр: **6, 7, 8**

Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	2	6		8	часов
в т.ч. в форме практической подготовки		6		6	часов
Практические занятия		4		4	часов
в т.ч. в форме практической подготовки		4		4	часов
Лабораторные занятия		8		8	часов
в т.ч. в форме практической подготовки		8		8	часов
Курсовой проект		2	8	10	часов
в т.ч. в форме практической подготовки			8	8	часов
Самостоятельная работа	34	39	64	137	часов
Контрольные работы		4		4	часов
Подготовка и сдача экзамена		9		9	часов
Общая трудоемкость	36	72	72	180	часов
(включая промежуточную аттестацию)				5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Экзамен	7	
Контрольные работы	7	2
Курсовой проект	8	

Томск

Согласована на портале № 80717

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цели дисциплины**

1. Изучение основ проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

### **1.2. Задачи дисциплины**

1. Рассмотрение основных вопросов проектирования и строительства волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), регламентируемых действующей нормативно-технической документацией.

2. Рассмотрение положений и организационно-технических основ строительства, технологии прокладки оптических кабелей в грунте, телефонной канализации, а также подвески на опорах ЛЭП и контактной сети железных дорог.

3. Изучение практических рекомендаций по выбору оптических кабелей и компонентов ВОЛС. Освоение методики инженерного расчёта параметров линейного тракта, монтажа оптических кабелей и технической эксплуатации ВОЛС.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.08.

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
<b>Универсальные компетенции</b>		

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 правила оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами.
	УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	Умеет применять методику поиска, сбора и обработки актуальной информации для оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами.
	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 навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами.
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		

ПК-3. Способен проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает методы расчетов по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	Знает основные методы расчетов волоконно-оптических систем и сетей связи при использовании средств автоматизации проектирования.
	ПК-3.2. Умеет выполнять расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	Умеет выполнять расчеты по проекту волоконно-оптических систем и сетей связи с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования.
	ПК-3.3. Владеет методами расчетов по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	Владеет навыками расчетов по проекту волоконно-оптических систем и сетей связи с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования.

**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 5 зачетных единиц, 180 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		
		6 семестр	7 семестр	8 семестр
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	34	2	24	8
Лекционные занятия	8	2	6	
Практические занятия	4		4	
Лабораторные занятия	8		8	
Курсовой проект	10		2	8
Контрольные работы	4		4	
<b>Самостоятельная работа обучающихся, всего</b>	137	34	39	64
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	98	34	16	48
Проработка лекционного материала	9		9	
Подготовка к лабораторной работе	4		4	
Написание отчета по лабораторной работе	8		8	
Подготовка к контрольной работе	2		2	
Выполнение курсового проекта	8			8
Написание отчета по курсовому проекту	8			8

<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	9		9	
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	180	36	72	72
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	5	1	2	2

## 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.	Контр. раб.	Курс. пр.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>									
1 Основные положения передачи информации по волоконным световодам.	2	-	-	-	-	-	34	36	ПК-3, УК-1
Итого за семестр	2	0	0	0	0	0	34	36	
<b>7 семестр</b>									
2 Параметры оптических волокон.	2	2	4	4	2	-	12	26	ПК-3, УК-1
3 Оптические кабели.	1	-	-			-	4	5	ПК-3, УК-1
4 Строительство волоконно-оптических линий связи.	2	-	-			-	4	6	ПК-3, УК-1
5 Оконечное оборудование и компоненты ВОЛС.	1	2	4			-	10	17	ПК-3, УК-1
Итого за семестр	6	4	8	4	2	0	30	54	
<b>8 семестр</b>									
6 Техническая эксплуатация ВОЛС.	-	-	-	-	8	-	20	28	ПК-3, УК-1
7 Надежность волоконно-оптических сетей связи.	-	-	-	-		-	20	20	ПК-3, УК-1
8 Проектирование ВОЛС.	-	-	-	-		-	24	24	ПК-3, УК-1
Итого за семестр	0	0	0	0	8	0	64	72	
Итого	8	4	8	4	10	0	128	162	

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	СРП, ч	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>				

1 Основные положения передачи информации по волоконным световодам.	Основные понятия и определения. Основы геометрической оптики. Анализ лучевого распространения света в волоконных световодах. Волновой анализ распространения мод.	2	-	ПК-3, УК-1
	Итого	2	-	
<b>Итого за семестр</b>		2	-	
<b>7 семестр</b>				
2 Параметры оптических волокон.	Параметры передачи оптических волокон. Коэффициент затухания оптического сигнала. Дисперсия оптического сигнала. Ширина полосы пропускания. Геометрические и оптические параметры оптических волокон. Расчёт оптических параметров и параметров передачи оптического волокна.	2	-	ПК-3, УК-1
	Итого	2	-	
3 Оптические кабели.	Классификация оптических кабелей. Конструктивные элементы и материалы. Маркировка. Конструкции волоконно-оптических кабелей различного назначения.	1	-	ПК-3, УК-1
	Итого	1	-	
4 Строительство волоконно-оптических линий связи.	Прокладка волоконно-оптических линий связи. Организация строительства ВОЛС. Прокладка оптических кабелей в канализации. Прокладка оптических кабелей в специальных защитных пластмассовых трубках. Прокладка оптических кабелей в грунте. Подвеска оптических кабелей. Прочие методы прокладки оптических кабелей. Монтаж оптического кабеля. Состав и условия проведения монтажных работ. Сращивание оптических волокон. Конструкции муфт и особенности их монтажа.	2	-	ПК-3, УК-1
	Итого	2	-	
5 Оконечное оборудование и компоненты ВОЛС.	Пассивные оптические компоненты. Оптические соединители. Атенюаторы. Оптические разветвители. Соединительные и переходные розетки. Оптические соединительные шнуры. Виды шлифовок. Технология оконцевания оптических волокон. Пассивное оборудование для ВОЛС специального назначения. Оконечное оборудование ВОЛС. Ввод оптических кабелей в объекты связи. Оптическое кроссовое оборудование. Монтаж оконечных оптических устройств.	1	-	ПК-3, УК-1
	Итого	1	-	
<b>Итого за семестр</b>		6	-	
<b>8 семестр</b>				

6 Техническая эксплуатация ВОЛС.	Организация технической эксплуатации ВОЛС. Эксплуатационно технические требования к ВОЛС. Организация технического обслуживания ВОЛС. Планирование, контроль и обеспечение работ по технической эксплуатации ВОЛС. Технический учет и паспортизация ВОЛС. Ремонт линейных сооружений ВОЛС. Охрана кабельных сооружений ВОЛС и аварийно-восстановительные работы. Телеконтроль и мониторинг ВОЛС. Назначение, виды и средства измерений для ВОЛС.	-	-	ПК-3, УК-1
	Итого	-	-	
7 Надежность волоконно-оптических сетей связи.	Количественные показатели надежности. Источники сбоев и избыточность оборудования на линии. Коэффициент готовности кабельной линии. Время восстановления оптической кабельной линии. Требования по надежности для российских волоконно-оптических линий связи. Расчет надежности ВОЛС.	-	-	ПК-3, УК-1
	Итого	-	-	
8 Проектирование ВОЛС.	Основы проектирования. Эскизный проект. Технический проект. Рабочий проект. Рабочие чертежи. Смета на строительство проектируемой ВОЛС. Техничко-рабочий проект. Составление проектно-сметной документации. Принципы и правила оформления проектной документации.	-	-	ПК-3, УК-1
	Итого	-	-	
Итого за семестр		-	-	
Итого		8	-	

### 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
<b>7 семестр</b>			
1	Контрольная работа	2	ПК-3, УК-1
2	Контрольная работа	2	ПК-3, 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
<b>7 семестр</b>			
2 Параметры оптических волокон.	Исследование затухания в оптическом волокне с использованием оптического рефлектометра OTDR VISA M1.	4	ПК-3, УК-1
	Итого	4	

5 Оконечное оборудование и компоненты ВОЛС.	Определение потерь на разъёмных соединительных и переходных розетках типов FC, LC, SC, ST, APC, UPC одномодового волокна.	4	ПК-3, УК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

### 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
<b>7 семестр</b>			
2 Параметры оптических волокон.	Основные параметры ВОЛС. 2.4. Причины затухания сигнала в ВОЛС. Явление дисперсии в оптическом волокне. Ширина полосы пропускания. Вносимые потери в системе ВОЛС. Потери на рассеивание, рэлеевское рассеяние. Френелевское отражение.	2	ПК-3, УК-1
	Итого	2	
5 Оконечное оборудование и компоненты ВОЛС.	Пассивные элементы оптических сетей. Неразъёмные соединения. Разъёмные соединители. Причины затухания в разъёмных соединителях. Стандарты соединителей. Атенюаторы: фиксированные, переменные, перестраиваемые. Сплиттеры (разветвители, делители). Понятие бюджета оптической линии.	2	ПК-3, УК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

### 5.6. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект)

Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость, а также формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость в рамках выполнения курсового проекта

Содержание самостоятельной работы в рамках выполнения курсового проекта	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>		
Основные характеристики одномодового оптического волокна (ООВ).	2	ПК-3, УК-1
Итого за семестр	2	
<b>8 семестр</b>		
Проектирование магистральной ВОЛС.	8	ПК-3, УК-1
Итого за семестр	8	
Итого	10	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Проектирование магистральной ВОЛС «пункт А» – «пункт Б».
2. Проектирование ВОЛС на участке городской ВОЛС.
3. Проектирование ВОЛС на участке подводной ВОЛС.
4. Проектирование ВОЛС на участке зонной сети.
5. Проектирование ВОЛС между базовыми станциями мобильной связи.
6. Проектирование ВОЛС автомобиля.
7. Проектирование ВОЛС корабля.
8. Проектирование ВОЛС необслуживаемого космического аппарата (КА).
9. Проектирование ВОЛС мобильных комплексов РЛС.
10. Проектирование технологических ВОЛС.
11. Проектирование ВОЛС совмещенной с СОУ.
12. Проектирование ВОЛС АЭС.
13. Проектирование ВОЛС ГРЭС.
14. Проектирование усилителей на ОВ (EDFA, рамановские).
15. Проектирование компенсаторов дисперсии.

### 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
<b>6 семестр</b>				
1 Основные положения передачи информации по волоконным световодам.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	34	ПК-3, УК-1	Тестирование
	Итого	34		
Итого за семестр		34		
<b>7 семестр</b>				
2 Параметры оптических волокон.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-3, УК-1	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	3	ПК-3, УК-1	Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	2	ПК-3, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-3, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3, УК-1	Контрольная работа
	Итого	15		

3 Оптические кабели.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-3, УК-1	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, УК-1	Экзамен
	Итого	6		
4 Строительство волоконно-оптических линий связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-3, УК-1	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, УК-1	Экзамен
	Итого	6		
5 Оконечное оборудование и компоненты ВОЛС.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-3, УК-1	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, УК-1	Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	2	ПК-3, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-3, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	12		
Итого за семестр		39		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
<b>8 семестр</b>				
6 Техническая эксплуатация ВОЛС.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	16	ПК-3, УК-1	Тестирование
	Выполнение курсового проекта	2	ПК-3, УК-1	Курсовой проект
	Написание отчета по курсовому проекту	2	ПК-3, УК-1	Отчет по курсовому проекту
	Итого	20		

7 Надежность волоконно-оптических сетей связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	16	ПК-3, УК-1	Тестирование
	Выполнение курсового проекта	2	ПК-3, УК-1	Курсовой проект
	Написание отчета по курсовому проекту	2	ПК-3, УК-1	Отчет по курсовому проекту
	Итого	20		
8 Проектирование ВОЛС.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	16	ПК-3, УК-1	Тестирование
	Выполнение курсового проекта	4	ПК-3, УК-1	Курсовой проект
	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПК-3, УК-1	Отчет по курсовому проекту
	Итого	24		
Итого за семестр		64		
Итого		146		

### 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 учебной деятельности

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности						Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. пр.	Конт.Раб.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен
УК-1	+	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Отчет по лабораторной работе, 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. Родина, О. В. Волоконно-оптические линии связи : руководство / О. В. Родина. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 400 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111094>.

## **7.2. Дополнительная литература**

1. Скляр, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О. К. Скляр. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 268 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/322565>.

## **7.3. Учебно-методические пособия**

### **7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Шахтанов, С. В. Направляющие системы электросвязи. Измерение оптических кабельных линий связи. Практикум : учебное пособие для вузов / С. В. Шахтанов, П. Н. Романов. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 200 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/380558>.

2. Никитин, Б. К. Проектирование и строительство ВОЛС: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / Б. К. Никитин, А. Н. Сергеев, Г. М. Смирнов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2015. — 64 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/180116>.

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной 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. Иное учебно-методическое обеспечение**

1. Безпальный, А. Д. Проектирование, строительство и эксплуатация волоконно-оптических линий связи [Электронный ресурс]: электронный курс / А. Д. Безпальный. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2023. (доступ из личного кабинета студента) .

## **7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

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

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Лаборатория учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа  
634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;

- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

## **8.2. 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.

## **8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

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

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

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

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

## **9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации**

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

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основные положения передачи информации по волоконным световодам.	ПК-3, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Параметры оптических волокон.	ПК-3, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
3 Оптические кабели.	ПК-3, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Строительство волоконно-оптических линий связи.	ПК-3, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Оконечное оборудование и компоненты ВОЛС.	ПК-3, УК-1	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 Техническая эксплуатация ВОЛС.	ПК-3, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Курсовой проект	Примерный перечень тематик курсовых проектов
7 Надежность волоконно-оптических сетей связи.	ПК-3, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Курсовой проект	Примерный перечень тематик курсовых проектов

8 Проектирование ВОЛС.	ПК-3, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Курсовой проект	Примерный перечень тематик курсовых проектов

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
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне <b>ориентирования</b> , 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 <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.

4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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. Скорость перемещения навивочной машины не должна превышать
  - а) 1 км/ч.
  - б) 3 км/ч.
  - в) 2 км/ч.
  - г) 4 км/ч.
2. На опорах каких линий применяется подвеска ОК?
  - а) Воздушных линий.
  - б) Телефонных линий.
  - в) Телеграфных линий.
  - г) Кабельных линий.
3. Какие требования необходимо учитывать при выборе трассы строительства ВОЛС?
  - а) Требования Земельного кодекса РФ.
  - б) Требования Лесного кодекса РФ.
  - в) Требования Федерального закона «Об охране окружающей среды» и другие нормативные документы
  - г) Всё выше перечисленное.
4. Какой способ прокладки кабеля с помощью кабелеукладчика является основным?
  - а) Автоматический.
  - б) Ручной.
  - в) Граншейный.
  - г) Бестраншейный.
5. Какое назначение имеет трос-лидер?
  - а) Все нижеперечисленные варианты ответов верны.
  - б) Для раскрутки ОК.
  - в) Для прокрутки ОК.
  - г) Для раскатки ОК.
6. Когда особенно эффективно применение пневмопробойника?
  - а) Все ниже перечисленные варианты ответов верны.
  - б) При устройстве коммуникационных переходов под автомобильными и железными дорогами.
  - в) При мерзлотных условиях.
  - г) При необходимости быстрого прохождения кабеля.
7. Монтажные работы при подвеске ОК не должны производиться при скорости ветра более чем?
  - а) 5 м/с.
  - б) 10м/с.
  - в) 15 м/с.
  - г) 20м/с.
8. Что разрабатывается на первой стадии двухстадийного проектирования?
  - а) Задание на проектирование.
  - б) Рабочие чертежи.
  - в) Технический проект.
  - г) Нет правильного ответа.

9. При какой температуре окружающего воздуха не разрешается прокладывать ОК?
  - а) Выше  $-10^{\circ}\text{C}$ .
  - б) Ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ .
  - в) Ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ .
  - г) Температура при прокладке кабеля не имеет значения.
10. Перечислите основные этапы строительства подземных коммуникаций по технологии ГНБ.
  - а) Последовательное расширение скважины и протягивание трубопровода.
  - б) Бурение пилотной скважины, последовательное расширение скважины и протягивание трубопровода.
  - в) Бурение пилотной скважины и последовательное расширение скважины.
  - г) Бурение пилотной скважины и протягивание трубопровода.
11. Из какого материала изготавливают сердцевину и оболочку оптического волокна?
  - а) Кварц.
  - б) Кремний.
  - в) Арсенид галия.
  - г) Любой диэлектрический материал.
12. Какие функции выполняет защитная оболочка оптического волокна?
  - а)
  - б)
  - в)
  - г)

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

Приведены примеры типовых заданий из банка экзаменационных тестов, составленных по пройденным разделам дисциплины.

1. Из каких разделов состоит проектная документация?
2. Какие мероприятия по охране окружающей среды предусматривает проектная документация? Чем отличается проектная документация от рабочей?
3. Из каких основных элементов состоит волоконно-оптическая система передачи? Какие длины волн используются в волоконно-оптических системах передачи?
4. Что такое профиль показателя преломления волоконного световода?
5. Дайте определение числовой апертуры волоконного световода. Что такое нормированная частота? Как определить границу одномодового режима?
6. Чем обусловлено затухание сигналов в волоконных световодах?
7. Почему длины волн излучения 1,3 мкм, и особенно 1,55 мкм считаются наиболее перспективными в волоконно-оптических системах передачи?
8. Сколько милливольт имеет сигнал, мощность которого в относительных единицах составляет 0 дБм? Увеличиваются, уменьшаются или остаются неизменными потери в оптическом волокне по мере увеличения частоты сигнала?
9. Дайте определение коэффициента затухания ОВ. В каких единицах измеряют?
10. Как можно классифицировать виды потерь в оптических кабелях?
11. Каковы причины возникновения дисперсии в ОВ?
12. Как классифицируются оптические кабели связи по назначению?
13. Назовите основные характеристики оптического волокна, регламентируемые рекомендациями МСЭ-Т G.651-G.655.
14. Из каких основных конструктивных элементов может состоять оптический кабель связи?
15. Какие существуют способы соединения ОВ?
16. Какие типы разъемных оптических соединений вы знаете? Чем обусловлены вносимые потери разъемных соединителей?
17. Что предпочтительнее для организации соединения оптического кабеля с аппаратурой ВОСП: разъемные или неразъемные соединители? Почему?
18. Какой эффект лежит в основе работы оптического изолятора? Поясните принцип действия оптического изолятора? Назначение и классификация оптического изолятора.
19. Для чего предназначен аттенюатор? Какие типы аттенюаторов вы знаете?
20. Как классифицируются оптические разветвители? Назовите основные виды оптических разветвителей?

21. В чем различие использования волоконно-оптического коммутатора и пассивного разветвителя?
22. Назначение и классификация соединительных муфт? Конструкции соединительных муфт? Из каких соображений выбираются оптические муфты для подземной прокладки?
23. Какие технологии строительства применяются при переходах через водные преграды?
24. Какими основными преимуществами обладает технология строительства ВОЛП с применением ЗПТ?
25. Что необходимо показать на ситуационном плане трассы кабельной линии?
26. Прокладка кабелей связи в кабельной канализации и коллекторах.
27. Проектирование ВОЛП на воздушных линиях электропередачи напряжением 0,4-35 кВ: общие требования.
28. Проектирование волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 кВ и выше: общие положения по организации ВОЛП-ВЛ.
29. Что такое участок регенерации? От каких параметров зависит длина регенерационного участка?
30. Какие функции выполняет регенератор? В чем заключаются принципиальные различия между линейным регенератором и оптическим усилителем?
31. Назовите методы увеличения длины регенерационного участка.
32. Какая логика лежит на стадии проектирования при выборе технологии строительства ВОЛП? Почему при строительстве линий важное значение имеет решение задачи по выбору типа ОК, а также типа ОВ и количества их в ОК?
33. Какие земляные работы проводятся при прокладке ОК в грунте? Как классифицируются грунты? Какими параметрами характеризуются грунты?
34. Из каких рабочих операций состоит разбивка трассы?
35. Что необходимо учитывать при разбивке трассы? Какие минимальные расстояния должны быть между кабелем связи и сооружениями?
36. В чем сущность бестраншейного способа прокладки ОК? Какими машинами и механизмами комплектуются бригады для механизированной прокладки ОК?
37. В каких случаях рекомендуется технология ГНБ? В какой последовательности проводятся работы по методу ГНБ?
38. Какие преимущества имеет строительство ВОЛП-ВЛ 0,4-35 кВ по сравнению с применяемыми способами прокладки ОК - в грунт, в кабельной канализации и в коллекторах?
39. Применение каких оптических кабелей предусмотрено для организации ВОЛП-ВЛ? Как подвешивается ОК относительно фазных проводов?
40. Что включают в себя волоконно-оптические технологии под общим термином FTTx? Дайте определение Пассивной оптической сети. Назовите основные элементы сети PON.
41. Из каких основных частей состоит линейный участок PON? Какая схема включения сплиттеров может быть использована на сети? От чего зависит количество уровней каскадирования?
42. Понятие распределительного участка сети PON. Что входит в распределительную сеть PON? Что учитывается при проектировании распределительной сети PON?
43. Как вводятся ОК в здания? Где оборудуются помещения ввода кабелей? Характеристики помещений ввода кабелей.
44. Назначение оптического кроссового оборудования. Конструкции оптических распределительных устройств.
45. Что входит в состав оптического шкафа? Конструкции оптических кроссов. Состав оптического кросса. Как вводятся ОК в оптические кроссовые устройства?
46. Требования к соединениям ОВ. Виды соединений ОВ. Последовательность действий при разделке ОК. Какие инструменты применяются при разделке ОК?
47. Операции при сварке ОВ. Назначение и конструкция КДЗС. Достоинства и недостатки неразъемных соединений ОВ.
48. В чем заключается техническая эксплуатация ВОЛС? Что является объектами технической эксплуатации ВОЛС?
49. Какие измерения проводятся при технической эксплуатации ВОЛП? На каком физическом явлении основан принцип измерения методом обратного рассеяния?

50. Чем обусловлено образование «мёртвой зоны»? Перечислите методы увеличения динамического диапазона оптического рефлектометра.

### **9.1.3. Примерный перечень тематик курсовых проектов**

1. Проектирование магистральной ВОЛС «пункт А» – «пункт Б».
2. Проектирование ВОЛС на участке городской ВОЛС.
3. Проектирование ВОЛС на участке подводной ВОЛС.
4. Проектирование ВОЛС на участке зонной сети.
5. Проектирование ВОЛС между базовыми станциями мобильной связи.
6. Проектирование ВОЛС автомобиля.
7. Проектирование ВОЛС корабля.
8. Проектирование ВОЛС необслуживаемого космического аппарата (КА).
9. Проектирование ВОЛС мобильных комплексов РЛС.
10. Проектирование технологических ВОЛС.
11. Проектирование ВОЛС совмещенной с СОУ.
12. Проектирование ВОЛС АЭС.
13. Проектирование ВОЛС ГРЭС.
14. Проектирование усилителей на ОВ (EDFA, рамановские).
15. Проектирование компенсаторов дисперсии.

### **9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ**

1. Состав разделов проектной документации и требования к их содержанию.
2. Основные параметры оптических волокон (ОВ).
3. Основные характеристики многомодового оптического волокна (МОВ).
4. Основные характеристики одномодового оптического волокна (ООВ).
5. Нелинейные эффекты в оптических волокнах.
6. Расчет длины регенерационного участка.
7. Расчет длины регенерационного участка. Компенсаторы дисперсии и усилители.
8. Соединение оптических волокон.

### **9.1.5. Темы лабораторных работ**

1. Исследование затухания в оптическом волокне с использованием оптического рефлектометра OTDR VISA M1.
2. Определение потерь на разъёмных соединительных и переходных розетках типов FC, LC, SC, ST, APC, UPC одномодового волокна.

## **9.2. Методические рекомендации**

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

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

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их

значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

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

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

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

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР  
протокол № 4 от «20» 11 2024 г.

### СОГЛАСОВАНО:

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

### ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52

### РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. СВЧиКР	А.Д. Безпалый	Разработано, 79979ee5-e57e-4e4d- b64d-7426d6ed9f58
------------------------------------	---------------	--