

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

**МНОГОВОЛНОВЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ 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 (СВЧКР)**

Курс: **4, 5**

Семестр: **8, 9**

Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	8 семестр	9 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	2	6	8	часов
Практические занятия		4	4	часов
Лабораторные занятия		8	8	часов
Самостоятельная работа	70	77	147	часов
Контрольные работы		4	4	часов
Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	108	180	часов
			5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Экзамен	9	
Контрольные работы	9	2

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Изучение принципов построения, организации и компонентой базы многоволновых оптических система связи.

2. Ознакомление с их техническими характеристиками и перспективами развития оборудования оптических цифровых систем связи.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение принципов построения волоконно-оптических систем связи со спектральным уплотнением.

2. Изучение физических основ функционирования активных и пассивных компонент оборудования многоволновых оптических система связи .

3. Изучение характеристик и стандартов пассивных (мультиплексоров, демультиплексоров) и активных (оптических усилителей, источников излучения) компонент.

## 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.01.13.

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>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		

ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает методы расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Знает методы расчета и проектирования элементов и устройств многоволновых оптических систем связи инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
	ПК-2.2. Умеет выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Умеет выполнять расчет и проектирование элементов и устройств многоволновых оптических систем связи инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
	ПК-2.3. Владеет методами расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Владеет методами расчета и проектирования элементов и устройств многоволновых оптических систем связи инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
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 методы расчетов по проекту многоволновых оптических сетей связи и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и 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 многоволновых оптических сетей связи и средств инфокоммуникаций 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 методами расчетов по проекту многоволновых оптических сетей связи и средств инфокоммуникаций 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	
		8 семестр	9 семестр
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	24	2	22
Лекционные занятия	8	2	6
Практические занятия	4		4
Лабораторные занятия	8		8
Контрольные работы	4		4
<b>Самостоятельная работа обучающихся, всего</b>	147	70	77
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	91	70	21
Проработка лекционного материала	20		20
Подготовка к лабораторной работе	12		12
Написание отчета по лабораторной работе	12		12
Подготовка к контрольной работе	12		12
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	9		9
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	180	72	108
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	5	2	3

**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.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
<b>8 семестр</b>								
1 Введение. Многоволновые оптические системы связи	1	-	-	-	-	35	36	ПК-2, ПК-3
2 Оптические усилители	1	-	-	-	-	35	36	ПК-2, ПК-3
<b>Итого за семестр</b>	2	0	0	0	0	70	72	
<b>9 семестр</b>								

3 Оптические мультиплексоры	2	2	4	4	-	16	28	ПК-2, ПК-3
4 Характеристики оборудования производителей WDM	1	2	-		-	12	15	ПК-2, ПК-3
5 Основы построения и расчета многоволновых оптических усилителей	1	-	4		-	24	29	ПК-2, ПК-3
6 Основы построения и расчета многоволновых мультиплексоров	2	-	-		-	5	7	ПК-2, ПК-3
Итого за семестр	6	4	8	4	0	57	79	
Итого	8	4	8	4	0	127	151	

## 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>8 семестр</b>				
1 Введение. Многоволновые оптические системы связи	Предмет и задачи курса. Структура многоволновых оптических систем связи. Частотный план ITU-T.	1	-	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	-	
2 Оптические усилители	Классификация по способам использования и физическим принципам работы. Полупроводниковые оптические усилители. Усилители на допированном волокне. Нелинейные оптические усилители. Методы стабилизации коэффициента усиления.	1	-	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	-	
Итого за семестр		2	-	
<b>9 семестр</b>				
3 Оптические мультиплексоры	Функциональные принципы построения. Физические принципы построения. Технические и функциональные параметры.	2	-	ПК-2, ПК-3
	Итого	2	-	
4 Характеристики оборудования производителей WDM	Оборудование «Пуск». Оборудование OptiX BWS 320G. Оборудование SpectralWave 40/80. Оборудование Alcatel 1640WM (Alcatel). Сравнительные характеристики оборудования.	1	-	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	-	
5 Основы построения и расчета многоволновых оптических усилителей	Многоволновые оптические усилители EDFA. Принцип действия и схемы накачки EDFA. Основные технические параметры EDFA. Математическая модель многоволнового EDFA. Характеристики промышленных EDFA.	1	-	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	-	

6 Основы построения и расчета многоволновых мультиплексоров	Мультиплексоры на интерференционных фильтрах. Мультиплексоры на фильтрах Фабри – Перо. Мультиплексоры на голографических дифракционных решетках. Мультиплексоры на основе AWG. Принципы действия и структура мультиплексоров. Математические модели. Расчет основных характеристик. Характеристики промышленных мультиплексоров.	2	-	ПК-2, ПК-3
	Итого	2	-	
Итого за семестр		6	-	
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>9 семестр</b>			
1	Контрольная работа	2	ПК-3
2	Контрольная работа	2	ПК-2
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>9 семестр</b>			
3 Оптические мультиплексоры	Компьютерное исследование оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перо	4	ПК-2
	Итого	4	
5 Основы построения и расчета многоволновых оптических усилителей	Компьютерное исследование многоволновых эрбиевых волоконно-оптических усилителей	4	ПК-2
	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>9 семестр</b>			
3 Оптические мультиплексоры	Расчет оптических мультиплексоров на основе фильтров Фабри-Перро	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	2	

4 Характеристики оборудования производителей WDM	Расчет оптических мультиплексоров на основе интерференционных фильтров	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

### 5.6. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

### 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>8 семестр</b>				
1 Введение. Многоволновые оптические системы связи	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	35	ПК-2, ПК-3	Тестирование
	Итого	35		
2 Оптические усилители	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	35	ПК-2, ПК-3	Тестирование
	Итого	35		
Итого за семестр		70		
<b>9 семестр</b>				
3 Оптические мультиплексоры	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ПК-2, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6	ПК-2, ПК-3	Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	6	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	6	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Итого	22		

4 Характеристики оборудования производителей WDM	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-2, ПК-3	Контрольная работа
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ПК-2, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	5	ПК-2, ПК-3	Экзамен
	Итого	17		
5 Основы построения и расчета многоволновых оптических усилителей	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-2, ПК-3	Контрольная работа
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ПК-2, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	5	ПК-2, ПК-3	Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	6	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	6	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Итого	29		
6 Основы построения и расчета многоволновых мультиплексоров	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ПК-2, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4	ПК-2, ПК-3	Экзамен
	Итого	9		
Итого за семестр		77		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		156		

#### 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.	Конт.Раб.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен
ПК-3	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, 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. Многоволновые оптические системы связи: Учебное пособие / С. Н. Шарангович - 2022. 157 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10053>.

### **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. Многоволновые оптические системы связи: учеб. метод. пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / С. Н. Шарангович - 2022. 51 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10052>.

2. Многоволновые оптические системы связи. Компьютерный лабораторный практикум: Учебно-методическое пособие / С. Н. Шарангович - 2022. 158 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10051>.

#### **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. Шарангович С.Н. Многоволновые оптические системы связи [Электронный ресурс]: электронный курс / С.Н. Шарангович. – Томск : ТУСУР, 2021. (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 Введение. Многоволновые оптические системы связи	ПК-2, ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Оптические усилители	ПК-2, ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Оптические мультимплексоры	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Характеристики оборудования производителей WDM	ПК-2, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Основы построения и расчета многоволновых оптических усилителей	ПК-2, ПК-3	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
6 Основы построения и расчета многоволновых мультимплексоров	ПК-2, ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
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. Предварительный усилитель в ВОСП используется для...
  - а) усиления сигнала перед приемом сигнала
  - б) усиления сигнала перед передачей сигнала
  - в) усиления сигнала перед передачей и приемом сигнала
  - г) в промежуточной точке линии связи
2. Усилитель по мощности в ВОСП используется для
  - а) усиления сигнала перед приемом
  - б) усиления сигнала перед передачей
  - в) усиления сигнала перед передачей и приемом
  - г) в промежуточной точке линии связи
3. Линейный усилитель в ВОСП используется для...
  - а) усиления сигнала перед приемом
  - б) усиления сигнала перед передачей
  - в) усиления сигнала перед передачей и приемом
  - г) в промежуточной точке линии связи
4. К полупроводниковым усилителям относятся...
  - а) резонансные усилители
  - б) усилители бегущей волны
  - в) резонансные усилители и усилители бегущей волны
  - г) все усилители, имеющие в своем составе полупроводник
5. DFA- усилители основаны на...
  - а) эшелоне Майкельсона
  - б) оптическом волокне с примесью редкоземельных металлов
  - в) резонаторе Фабри-Перо
  - г) на дифракционных структурах
6. Модовое уплотнение каналов (MDM) основано на...
  - а) разделении информационных каналов по оптическим модам, распространяющимся в ОВ под разными углами
  - б) передаче информации на разных длинах волн
  - в) передаче информации различных информационных потоков в разные промежутки времени
  - г) передаче информации с различных информационных потоков в разных ОВ
7. Волновое уплотнение каналов (WDM) основано на...
  - а) разделении информационных каналов по оптическим модам, распространяющимся в ОВ под разными углами
  - б) передаче информации на разных длинах волн
  - в) передаче информации различных информационных потоков в разные промежутки времени
8. EDFA усилители, в большинстве своём, работают на длине волны накачки, равной...
  - а) 1480 и 980 нм
  - б) 1480 нм
  - в) 980 нм
  - г) 456 и 1480 нм
9. В EDFA усилителях используют...
  - а) прямую накачку
  - б) обратную накачку
  - в) прямую и обратную накачки
  - г) боковую накачку
10. Стабилизация коэффициента усиления в EDFA может быть...
  - а) оптической, электрической и совмещенной
  - б) оптической и электрической
  - в) оптической
  - г) электрической и совмещенной
11. Аппаратная функция фильтра на основе резонатора Фабри-Перо
  - а) не периодическая
  - б) периодическая
  - в) повторяется 2 раза

- г) повторяется 4 раза
12. Демультимплексирование с применением интерференционных фильтров основано на...
- а) дифракции Брэгга
  - б) дифракции Рамана-Ната
  - в) дифракции Фраунгофера
  - г) поглощении сигнала
13. Демультимплексоры на голографических решетках основаны на ...
- а) пространственном разделении каналов
  - б) временном разделении каналов
  - в) модовом разделении каналов
  - г) пространственно-временном разделении каналов
14. Коэффициент передачи между двумя портами показывает..
- а) отношение эффективных площадей двух ОВ
  - б) временную связь этих каналов
  - в) часть переданной мощности между этими портами
  - г) количество переданной информации
15. Коэффициент передачи между двумя портами показывает...
- а) отношение эффективных площадей двух ОВ
  - б) временную связь этих каналов
  - в) часть переданной мощности между этими портами
  - г) количество переданной информации
16. Коэффициент усиления показывает...
- а) максимальную мощность на выходе усилителя
  - б) мощность на выходе усилителя
  - в) отношение сигнал-шума на входе и выходе усилителя
  - г) отношение мощностей на входе и выходе усилителя
17. Переходная помеха показывает...
- а) влияние на  $j$ -й канал соседних каналов
  - б) влияние на  $j$ -й канал всех остальных каналов
  - в) влияние на  $j$ -й канал  $j+1$  канала
  - г) влияние на  $j$ -й канал  $j-1$  канала
18. Вносимые потери показывают...
- а) максимальную мощность на выходе пассивного элемента
  - б) мощность на выходе пассивного элемента
  - в) отношение сигнал-шум на выходе пассивного элемента
  - г) уменьшение оптической мощности между входным и выходным портами пассивного элемента
19. Канальный интервал представляет собой...
- а) интервал между центральными длинами волн соседних каналов
  - б) интервал между центральными длинами волн всех каналов
  - в) интервал между центральными длинами волн первого и последнего каналов
  - г) интервал между центральными длинами волн первого и центрального каналов
20. Полоса пропускания канала – это ...
- а) интервал частот, в котором значение амплитудно-частотной характеристики аналогового передающего оптоэлектронного модуля равно половине его максимального значения
  - б) интервал частот, в котором значение амплитудно-частотной характеристики аналогового передающего оптоэлектронного модуля меньше или равно половине его максимального значения
  - в) интервал частот, в котором значение амплитудно-частотной характеристики аналогового передающего оптоэлектронного модуля больше или равно половине его максимального значения
  - г) интервал частот, в котором значение амплитудно-частотной характеристики аналогового передающего оптоэлектронного модуля меньше половины его максимального значения

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

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

1. История развития мнговолновых ВОСП и устройств волнового уплотнения WDM  
Мировой уровень развития оптической связи с использованием WDM.
2. Методы уплотнения информационных потоков - Метод временного уплотнения (TDM).  
Области использования, перспективы
3. Методы уплотнения информационных потоков - Модовое уплотнение (MDM). Области  
использования, перспективы
4. Методы уплотнения информационных потоков - Мнговолновое уплотнение оптических  
несущих (WDM). Области использования, перспективы
5. Стандарты Международного телекоммуникационного союза ITU на применение  
технологий и оборудования, Международной электротехнической комиссия IEC для  
оборудования SDH/SONET оптических цифровых систем передачи. Частотный план,  
стандартизованный ITU-T.
6. Рекомендации ITU-T G.mcs на оптические интерфейсы для многоканальных систем и  
IEC 6129x для оптических волокон, пассивных и активных компонент оборудования  
WDM.
7. Общая структура и параметры оптических систем волнового уплотнения. Критерии  
обеспечения требуемых характеристик Оценка энергетического бюджета
8. Общие принципы построения, описание и структура цифровых WDM систем. Общее  
описание и параметры DWDM, HDWDM систем. Определение запаса по мощности.
9. Характеристики передающих компонент систем волнового уплотнения – выходная  
мощность, стабильность центральной частоты, спектр и боковые лепестки излучения
10. Характеристики компонент систем волнового уплотнения . Передатчики -методы  
модуляции – внутренняя (токовая) и внешняя (интерферометры Маха-Цендера,  
электрооптическая).
11. Методы стабилизации длины волны оптических передатчиков – температурная, токовая.  
Стабилизаторы длины волны на основе диэлектрических фильтров. Выравнивание  
спектрального  
распределения мощности.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Компьютерное исследование оптических демультиплексоров на основе  
интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перо
2. Компьютерное исследование мнговолновых эрбиевых волоконно-оптических  
усилителей

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

1. Мультиплексоры и демультиплексоры
  - а) число каналов, полоса пропускания
  - б) центральная частота и межканальный интервал
  - в) изоляция и дальние переходные помехи, неравномерность распределения потерь по  
каналам
  - г) поляризационные явления – поляризационно зависимые потери
2. Оптические усилители
  - а) спектральная зависимость и равномерность коэффициента усиления
  - б) коэффициент усиления слабых сигналов и перекрестного насыщения
  - в) выходная мощность насыщения
  - г) шумовые параметры – шум-факторы усиленного спонтанного излучения и  
многолучевой интерференции

## 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 2023 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:

Профессор, каф. СВЧикР	С.Н. Шарангович	Разработано, b7d1ae21-2df2-4bc3- 9352-43aa04a5b956
------------------------	-----------------	--