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
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

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 (СВЧиКР)**
Курс: **5**
Семестр: **9**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	8	8	часов
Практические занятия	4	4	часов
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	137	137	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
		5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Экзамен	9	
Контрольные работы	9	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 81838

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
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 81838

ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационн ых 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 инфокоммуникацион ных 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 инфокоммуникацион ных 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 мтодами 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 хноговолновых 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

Согласована на портале № 81838

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
		9 семестр
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего	34	34
Лекционные занятия	8	8
Практические занятия	4	4
Лабораторные занятия	8	8
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12
Контрольные работы	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, всего	137	137
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	60	60
Проработка лекционного материала	30	30
Подготовка к лабораторной работе	20	20
Написание отчета по лабораторной работе	20	20
Подготовка к контрольной работе	7	7
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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
9 семестр								

Согласована на портале № 81838

1 Введение. Многоволновые оптические системы связи	1	-	-	2	2	10	15	ПК-2, ПК-3
2 Оптические усилители	1	-	-		2	10	13	ПК-2, ПК-3
3 Оптические мультиплексоры	1	2	-		2	10	15	ПК-2, ПК-3
4 Характеристики оборудования производителей WDM	1	2	-		2	10	15	ПК-2, ПК-3
5 Основы построения и расчета многоволновых оптических усилителей	2	-	4		2	30	38	ПК-2, ПК-3
6 Основы построения и расчета многоволновых мультиплексоров	2	-	4		2	37	45	ПК-2, ПК-3
Итого за семестр	8	4	8	2	12	107	141	
Итого	8	4	8	2	12	107	141	

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
9 семестр				
1 Введение. Многоволновые оптические системы связи	Предмет и задачи курса. Структура многоволновых оптических систем связи. Частотный план ITU-T.	1	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	2	
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	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	2	
3 Оптические мультиплексоры	Функциональные принципы построения. Физические принципы построения. Технические и функциональные параметры	1	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	2	
4 Характеристики оборудования производителей WDM	Оборудование «Пуск». Оборудование OptiX BWS 320G. Оборудование SpectralWave 40/80. Оборудование Alcatel 1640WM (Alcatel). Сравнительные характеристики оборудования.	1	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	2	

Согласована на портале № 81838

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.	2	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	2	2	
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	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	2	2	
Итого за семестр		8	12	
Итого		8	12	

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	ПК-2, ПК-3
Итого за семестр		2	
Итого		2	

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			
5 Основы построения и расчета многоволновых оптических усилителей	Компьютерное исследование многоволновых эрбиевых волоконно-оптических усилителей	4	ПК-2, ПК-3
	Итого	4	
6 Основы построения и расчета многоволновых мультиплексоров	Компьютерное исследование оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перо	4	ПК-2, ПК-3
	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)

Согласована на портале № 81838

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
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
9 семестр				
1 Введение. Многоволновые оптические системы связи	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-2, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	5	ПК-2, ПК-3	Экзамен
	Итого	15		
2 Оптические усилители	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-2, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	5	ПК-2, ПК-3	Экзамен
	Итого	15		
3 Оптические мультиплексоры	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-2, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	5	ПК-2, ПК-3	Экзамен
	Итого	15		

Согласована на портале № 81838

4 Характеристики оборудования производителей WDM	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-2, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	5	ПК-2, ПК-3	Экзамен
	Итого	15		
5 Основы построения и расчета многоволновых оптических усилителей	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-2, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	5	ПК-2, ПК-3	Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	10	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	10	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Итого	35		
6 Основы построения и расчета многоволновых мультиплексоров	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-2, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Проработка лекционного материала	5	ПК-2, ПК-3	Экзамен
	Написание отчета по лабораторной работе	10	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	7	ПК-2, ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе	10	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	42		
Итого за семестр		137		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
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.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	

Согласована на портале № 81838

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. Скляров, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О. К. Скляров. — 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

Согласована на портале № 81838

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

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.

Учебная аудитория для проведения занятий практического и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для выполнения курсовых работ/проектов

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 7.0.6.2;
- 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

Согласована на портале № 81838

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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Оптические усилители	ПК-2, ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Оптические мультиплексоры	ПК-2, ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Характеристики оборудования производителей WDM	ПК-2, ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Основы построения и расчета многоволновых оптических усилителей	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

Согласована на портале № 81838

6 Основы построения и расчета многоволновых мультиплексоров	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

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 № 81838

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. 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

Согласована на портале № 81838

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. Демультиплексирование с применением интерференционных фильтров основано на…
    а) дифракции Брэгга
    б) дифракции Рамана-Ната
    в) дифракции Фраунгофера
    г) поглощении сигнала
13. Демультиплексоры 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

Согласована на портале № 81838

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 многоволновых 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 - Многоволновое 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.

Согласована на портале № 81838

9.1.3. Темы лабораторных работ

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

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.

Согласована на портале № 81838

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.

Согласована на портале № 81838

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

Согласована на портале № 81838