МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

««МУЛЬТИПЛЕКСОРНОЕ И УСИЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МНОГОВОЛНОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ»

Уровень профессионального образования: высшее образование____бакалавриат_____

Направление подготовки _11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль)_____Оптические системы и сети связи _____

Форма обучения_____заочная _____

Факультет ___(ЗиВФ)_ **З**аочный и вечерний _____

Кафедра_____(СВЧиКР) Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники_____

Курс 4,5 Семестр 8,9

Учебный план набора ___2016___ года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр	Семестр 8	Семестр 9	Всего	Единицы
1.	Лекции							2	8	10	часов
2.	Лабораторные работы								8	8	часов
3.	Практические занятия								4	4	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)										часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)							2	20	22	часов
6.	Из них в интерактивной форме										часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)							34	84	118	часов
8.	Всего (без зач.) (Сумма 5,7)							34	84	118	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу д. зачета								4	4	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)							36	108	144	часов
	(в зачетных единицах)							1	3	4	ЗЕТ

Зачет ___ ___ семестр Диф. зачет ____9_____ семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10229

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от « 22 » 12 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи (уровень бакалавриата)", утвержденного Приказом Минобрнауки России 06 марта 2015 г. №174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «22» декабря 2016 г., протокол № 5

Разработчик
Зав. кафедрой СВЧиКР _____ С.Н. Шарангович
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. обеспечивающей
кафедрой СВЧиКР _____ С.Н. Шарангович
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом и выпускающей кафедрой направления подготовки.

Декан ЗиВФ _____ И.В. Осипов
(название факультета) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей
кафедрой СВЧиКР _____ С.Н. Шарангович
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

Доцент кафедры ТОР _____ _____ С.И. Богомолов
место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Проф. кафедры СВЧиКР _____ А.Е. Мандель
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Согласована на портале № 10229

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью преподавания дисциплины является изучение принципов построения средств спектрального уплотнения и усиления оптических сигналов в многоволновых оптических системах связи, позволяющих многократно увеличить пропускную способность цифровых ВОСП, ознакомление с их техническими характеристиками, ограничениями и перспективами развития отдельных элементов мультиплексорного и усилительного оборудования оптических цифровых систем связи.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- изучение физических принципов построения и теоретическим основ функционирования оптических мультиплексоров и усилителей;
- получение необходимых знаний по структурной организации оптических мультиплексоров и многоволновых усилителей;
- изучение характеристик и стандартов оптических мультиплексоров и многоволновых усилителей;
- ознакомление с перспективами развития элементов мультиплексорного и усилительного оборудования многоволновых оптических цифровых систем связи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП:

Данная дисциплина является дисциплиной по выбору вариативной части цикла дисциплин (Б1.В.ДВ.6.2).

Для изучения курса требуется знание следующих дисциплин: Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства, Оптические направляющие среды, Оптические цифровые телекоммуникационные системы.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов (ПК-8);
- умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных (ПК-9).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- физические и теоретические основы описания многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей ;
- классификацию многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей;
- принципы построения и работы блоков и устройств мультиплексорного и усилительного оборудования многоволновых оптических систем связи
- основы схемотехники многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей;
- метрологические принципы измерения и стандарты характеристик многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей ;

уметь:

- выбирать схемотехническую реализацию оптических мультиплексоров и усилителей многоволновых оптических систем и сетей связи;
- выполнять расчеты, связанные с выбором режимов работы и определением параметров оптических мультиплексоров и усилителей;
- проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических мультиплексоров и усилителей;
- пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических мультиплексоров и усилителей, при проектировании многоволновых оптических систем и сетей связи;

Согласована на портале № 10229

владеть:

- методами анализа и расчета основных функциональных узлов оптических мультиплексоров и усилителей, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств;
- навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических мультиплексоров и усилителей многоволновых оптических систем связи;
- навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем мультиплексорного и усилительного оборудования многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет _____4____ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры							
		1	2	3	4	5		8	9
Аудиторные занятия (всего)	22							2	20
В том числе:									
Лекции	10							2	8
Лабораторные работы (ЛР)	8								8
Практические занятия (ПЗ)	4								4
Семинары (С)									
Коллоквиумы (К)									
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)									
Другие виды аудиторной работы									
Самостоятельная работа (всего)	118							34	84
В том числе:									
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)									
Расчетно-графические работы									
Реферат									
Другие виды самостоятельной работы									
Подготовка к практическим занятиям (семинарам)									16
Подготовка к лабораторным работам									30
Подготовка к зачету	4								4
Вид аттестации (зачет, экзамен)	зач								Зач.
Общая трудоемкость час.	144							36	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	4							1	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия	Контрольная работа	Самост. работа студента	Всего час. (без зачета)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Введение. Классификация многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей.	1				4	5	ПК-8, ПК-9
2.	Физические принципы построения и теоретические основы функционирования многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей.	1	4			45	50	ПК-8, ПК-9
3.	Структура и параметры многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей.	2	4	4		30	40	ПК-8, ПК-9
4.	Стандарты на оборудование и компоненты оптических мультиплексоров и усилителей	2				30	32	ПК-8, ПК-9
5.	Мониторинг и тестирование мультиплексорного и усилительного оборудования	2				6	8	ПК-8, ПК-9
6.	Перспективы развития элементов мультиплексорного и усилительного оборудования	2				3	5	ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 10229

	на основе волноводных интегрально-оптических схем							
	ВСЕГО	10	8	4		118	140	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК,ПК)
8 семестр				
1.	Введение. Классификация многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей	Предмет и задачи курса. История развития многоволновых ВОСП. Устройства волнового уплотнения WDM Классификация многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей . Мировой уровень развития оптической связи с использованием технологии WDM	1	ПК-8, ПК-9
2.	Физические принципы построения и теоретические основы функционирования многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей.	Физические принципы построения и теоретические основы функционирования: многоволновых оптических мультиплексоров на основе тонкопленочных.фильтров, резонаторов Фабри-Перо, дифракционных структур, периодических волноводных решетока; многоволновых оптических усилителей на основе примесных волокон, полупрводниковых лазерных усилиотелей, рамановского и бриллюэновского рассеяния. Принципы построения оптических мультиплексоров ввода/вывода каналов, устройств оптической кросс-коммутации, устройств компенсации дисперсии .	1	ПК-8, ПК-9
9 семестр				
3.	Структура и параметры многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей.	Мультиплексоры и демультиплексоры – число каналов, полоса пропускания, : центральная частота и межканальный интервал, изоляция и дальние переходные помехи, неравномерность распределения потерь по каналам; поляризационные явления – поляризационно зависимые потери, поляризационно-модовая дисперсия; спектральная зависимость вносимых потерь; направленность – ближние переходные помехи; потери на отражение. Оптические усилители - спектральная зависимость и равномерность коэффициента усиления, коэффициент усиления слабых сигналов и перекрестного насыщения, выходная мошность насыщения, шумовые параметры.	2	ПК-8, ПК-9
4.	Стандарты на оборудование и компоненты оптических мультиплексоров и усилителей	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. Рекомендации ITU-T G.mcs на оптические интерфейсы для многоканальных систем и IEC 6129x для оптических волокон, пассивных и активных компонент оборудования WDM.	2	ПК-8, ПК-9
5.	Мониторинг и тестирование мультиплексорного и усилительного оборудования	Системы мониторинга ВОСС2..Современные системы мониторинга ВОЛС. Основные методы, параметры и приборы для тестирования систем со спектральным уплотнением. Параметры сигналов и компонентов. Методы измерения и контроля. Измерения DWDM на производстве.	2	ПК-8, ПК-9
6.	Перспективы развития элементов мультиплексорного и усилительного оборудования на основе волноводных интегрально-оптических схем	Перспективы использования ВСМ/Д на оконечных станциях ВОЛС, связанные с возможностями их интеграции с источниками излучения, приемниками, усилителями и др. Интегральные источники излучения - матрицы из Y-соединителей, путем соединения излучения лазеров с помощью ВСМ, объединения усилителей и ВСМ. Интеграция ВСМ и фотоприемников. Интеграция фотоприемников на InP и демультиплексоров на отражательных решетках и решетках проходного типа. Интеграция демульти-	2	ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 10229

		плексоров с фотодетекторами на основе волноводов из SiO_2 а также InP .		

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7		
Предшествующие дисциплины										
1	Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства		+	+	+	+	+			
2	Оптические направляющие среды	+	+	+		+				
3	Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС			+	+	+	+			
Последующие дисциплины										
1										

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля по всем видам занятий
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ПК-8	+	+	+		+	Конспект. Опрос на лабораторных работах. Контрольные работы. Зачет
ПК-9		+	+		+	Конспект. Опрос на лабораторных работах. Контрольные работы. Зачет

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения учебным планом не предусмотрены

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ 9 семестр	Трудоемкость (час.)	ОК, ПК
1	2,3	Исследование параметров и характеристик многоволнового волоконно-оптического усилителя (по выбору: ***предварительного, линейного, усилителя мощности***)	4	ПК-8, ПК-9
2	2,3	Исследование оптического мультиплексора на основе массива планарных волноводов	4	ПК-8, ПК-9

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров) 9 семестр	Трудоемкость (час.)	ОК, ПК
	3	Расчет параметров и характеристик оптических мультиплексоров на основе фильтров Фабри-Перро	4	ПК-8, ПК-9

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы

Согласована на портале № 10229

			(час.)		
8 семсестр					
1.	1,2	Проработка теоретического материала. .	34	ПК-8, ПК-9	. Зачет.
9 семестр					
	3,4,5,6	Проработка теоретического материала. .	30	ПК-8, ПК-9	Контрольные работы. Зачет.
2.	2.3	Подготовка к лабораторным работам	30	ПК-8, ПК-9	Допуск к лабораторной работе и отчет.
	3	Подготовка к практическим занятиям	16	ПК-8, ПК-9	Опрос на практических зянятияхх.
3.	3	Выполнение контрольной работы .Тема: 1. Расчет характеристик оптических мультиплексоров на основе интерференционных фильтров.	8	ПК-8, ПК-9	Проверка контрольной работы.
	1-7	Подготовка и сдача зачета	4	ПК-8, ПК-9	Сдача зачета

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Не предусмотрена.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

12.1.Основная литература

1. Шарангович С. Н., Довольнов Е. А., Миргород В. Г. и Кузнецов В. В. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем передачи: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2016. – 156 с. [Электронный ресурс]. URL http://edu.tusur.ru/training/publications/6022. (дата обращения 14.01.2017)

12.2. Дополнительная литература

2. Заславский К.Е. Волоконно-оптические системы передачи со спектральным уплотнением: Учебное пособие для вузов. - Новосибирск: СибГУТИ, 2005. – 136 с. **(20)**
3. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM. - М.: Радио и связь, 2003. - 468 с.: **(40).**
4. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ Р. Фриман ; ред. пер. Н. Н. Слепов. - 3-е изд., доп.. - М.: Техносфера, 2003. - 447 с. **(2)**
5. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ - М.: Техносфера, 2006. – 495 с. (**14**)

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1 Обязательные учебно-методические пособия

6. Шарангович С.Н. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи. Компьютерный лабораторный практикум: учеб. метод. пособие. - Томск : ТУСУР, 2016 – 158 с. [Электронный ресурс]. URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/6021. (дата обращения 14.01.2017)
7. Шарангович С.Н. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». - Томск : ТУСУР, 2016 – 55 с. [Электронный ресурс]. URL http://edu.tusur.ru/training/publications/6020. (дата обращения 14.01.2017)

Согласована на портале № 10229

8. Шарангович С.Н. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых волоконно-оптических систем передачи: учеб. метод. пособие для студентов заочной формы обучения . – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2011. – 92 с. . [Электронный ресурс]. URL http://edu.tusur.ru/training/publications/285 (дата обращения 14.01.2017) (учебно-методическое пособие по практическим занятиям)

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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.

12.4 Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Springer Journals – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer. [Электронный ресурс]. URL: http://link.springer.com/
2. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина». [Электронный ресурс]. URL http://www.ph4s.ru/; (дата обращения 14.01.2017)
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. [Электронный ресурс]. URL http://elibrary.ru/defaultx.asp; (дата обращения 14.01.2017)
4. Университетская информационная система Россия. [Электронный ресурс]. URL: http://uisrussia.msu.ru/is4/-main.jsp; (дата обращения 14.01.2017)

…

13 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для проведения **занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации** используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Для проведения **лабораторных занятий** используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 333б. Состав оборудования:
Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet,– 12 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

Для **самостоятельной работы** используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд.333ь. Состав оборудования:
Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 12 шт.; Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Согласована на портале № 10229

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

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

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

14 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

14.1 Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Согласована на портале № 10229

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 10229

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«___» _____ **2017 г.**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «МУЛЬТИПЛЕКСОРНОЕ И УСИЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МНОГОВОЛНОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ»

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль Оптические системы и сети связи

Форма обучения заочная

Факультет Заочный и вечерний (ЗиВФ)

Кафедра Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)

Курс 4,5 Семестр 8,9

Учебный план набора 2012 года и последующих лет

Разработчик:

зав. каф. СВЧ и КР Шарангович С.Н.

Зачет ___ __ семестр Диф. зачет ___9_____ семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10229

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости (контрольные точки) и промежуточной аттестации (зачет) студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-8	умение собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	**знать**: – принципы и методы спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических система связи; **уметь**: – выбирать схемотехническую реализацию многоволновых оптических систем и сетей связи; – пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических мультиплексоров и усилителей, при проектировании многоволновых оптических систем и сетей связи; **владеть**: – навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы. .
ПК-9	умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных	**знать**: – основы организации и параметры многоволновых оптических систем связи; – стандарты на системы, оборудование и компоненты волнового уплотнения; **уметь**: – выполнять расчеты, связанные с определением параметров активного и пассивного оборудования; **владеть**: – методами оценки характеристик основных функциональных узлов (оптических мультиплексоров и усилителей) , а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств; – навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических мультиплексоров и усилителей многоволновых оптических систем связи;

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-8

ПК-8: умение собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– принципы и методы спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических система связи;	– выбирать схемотехническую реализацию многоволновых оптических систем и сетей связи; – пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических	– навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы

Согласована на портале № 10229

		мультиплексоров и усилителей, при проектировании многоволновых оптических систем и сетей связи	
Виды занятий	• Лекции • Лабораторные занятия. • Практические занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Лабораторные занятия. • Практические занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Лабораторные занятия. • Практические занятия • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Конспект • Устный ответ • Контрольная работа • Зачет	• Контрольная работа • Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Конспект самостоятельной работы.	• Защита лабораторной работы • Отчет по лабораторной работе • Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично / зачтено (90-100 баллов)	Знает принцпы и методы спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических система связи.	Умеет свободно выбирать схемотехническую реализацию многоволновых оптических систем связи и пользоваться справочными данными фирм- производителей при их проектировании.	Владеет навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы
Хорошо / зачтено (70-89 баллов)	Имеет представление о принцпах и методах спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических система связи..	Самостоятельно выбирать схемотехническую реализацию многоволновых оптических систем связи и пользоваться справочными данными фирм- производителей при их проектировании.	Владеет основными чтения и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы

Согласована на портале № 10229

Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)	Дает определения основных принцпов и методов спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических система связи.	Показывает неполное, недостаточное умение выбирать схемотехническую реализацию многоволновых оптических систем связи и пользоваться справочными данными фирм- производителей при их проектировании..	Демонстрирует неполное, недостаточное владение чтения и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы
Неудовлетворительно / не зачтено (<60 баллов)	Имеет существенные пробелы или отсутствие знаний об основных принцпы и методы спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических система связи.	Показывает отсутствие умений схемотехническую реализацию многоволновых оптических систем связи и пользоваться справочными данными фирм- производителей при их проектировании..	Демонстрирует отсутствие навыков чтения и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы.

Примечание: количество баллов и перевод в традиционную оценку указано в соответствии с пунктом 11 Рабочей программы.

2.2 Компетенция ПК-9

ПК-9: умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5- Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	– основы организации и параметры многоволновых оптических систем связи; – стандарты на системы, оборудование и компоненты волнового уплотнения;	– выполнять расчеты, связанные с определением параметров активного и пассивного оборудования;	– методами оценки характеристик основных функциональных узлов, навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических мультиплексоров и усилителей
Виды занятий	• Лекции • Лабораторные занятия. • Практические занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Лабораторные занятия. • Практические занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Лабораторные занятия. • Практические занятия • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Конспект • Устный ответ • Контрольная работа • Зачет	• Контрольная работа • Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Конспект самостоятельной работы.	• Защита лабораторной работы • Отчет по лабораторной работе • Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично	Обладает фактически-	Обладает диапазоном	Контролирует работу,

Согласована на портале № 10229

(высокий уровень)	ми и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично / зачтено (90-100 баллов)	Знает основы организации и параметры многоволновых оптических систем связи и стандарты на системы, оборудование и компоненты волнового уплотнения.	Умеет свободно выполнять выполнять расчеты, связанные с определением параметров активного и пассивного оборудования	Владеет навыками и методами оценки характеристик основных функциональных узлов, навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических мультиплексоров и усилителей ;
Хорошо / зачтено (70-89 баллов)	Имеет представление об основах организации и параметрах многоволновых оптических систем связи и стандартах на системы, обо-рудование и компоненты волнового уплотнения;	Самостоятельно выполнять расчеты, связанные с определением параметров активного и пассивного оборудования.	Владеет основными навыками и методами оценки характеристик основных функциональных узлов, навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических мультиплексоров и усилителей
Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)	Дает определения по основам организации и параметрам многоволновых оптических систем связи и стандартам на системы, оборудование и компоненты волнового уплотнения.	Показывает неполное, недостаточное умение выполнять расчеты, связанные с определением параметров активного и пассивного оборудования	Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами оценки характеристик основных функциональных узлов, навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических мультиплексоров и усилителей
Неудовлетворительно / не зачтено (<60 баллов)	Имеет существенные пробелы или отсутствие знаний об основах схемотехники, метрологических принципах измерений и стандартах на характеристики многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей	Показывает отсутствие умений выполнять расчеты, и проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических мультиплексоров и усилителей..	Демонстрирует отсутствие владения методами оценки характеристик основных функциональных узлов, навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических мультиплексоров и усилителей

Примечание: количество баллов и перевод в традиционную оценку указано в соответствии с пунктом 11 Рабочей программы.

Согласована на портале № 10229

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

3.1 Контрольные работы по темам:

1. Расчет характеристик оптических мультиплексоров на основе интерференционных фильтров

Содержание контрольных работ приведено в учебно-методическом пособии [8].

3.2 Практические занятия темам:

1. Исследование параметров и характеристик оптических мультиплексоров на основе фильтров Фабри-Перро.

Указания к практическим занятиям приведены в учебно-методическом пособии [7,8],

3.3 Лабораторные работы по темам:

1. Исследование параметров и характеристик многоволнового волоконно-оптического усилителя (по выбору: предварительного, линейного, усилителя мощности)
2. Исследование оптического мультиплексора на основе массива планарных волноводов

Указания к лабораторным работам приведены в учебно-методическом пособии [6],

3.4 Вопросы для проведения зачета:

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, .
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.
12. Принципы интеграции передающих оптических модулей – (лазер, модулятор, полупроводниковый усилитель.,. (мультилазер, мультиплексор, усилитель).
13. Принципы построения коммутаторов для устройств оптической кросс-коммутации ОХС. Волновые разветвители.
14. Волоконно-оптические -оптические интерференционные фильтры -односторонние фильтры (фильтры коротких и длинных длин волн).
15. Волоконно-оптические -оптические интерференционные фильтры - избирательные режекторные и полосовые фильтры, , характеристики фиксированного оптического фильтра компании DiCon
16. Волоконно-оптические -оптические фильтры на основе дифракционных решеток. Типовые параметры
17. Периодическая волноводная решетка AWG, Принцип действия AWG и параметры
18. Фильтры с регулируемой полосой пропускания, настраиваемые фильтры с интерференционным покрытием. и основные характеристики перестраиваемого оптического фильтра компании DiCon
19. Акустооптические фильтры, а также резонаторы Фабри-Перо как Волоконно-оптические -оптические фильтры.
20. WDM Волоконно-оптические интерференционные фильтры - реализация для много-входовых селекторов на основе трехполюсного делителя (непоглощающего интерференционного фильтра),
21. Оптические усилители для WDM систем – особенности построения и характеристик.

Согласована на портале № 10229

22. Оптические усилители на волокне, использующие бриллюэновское рассеяние. Стимулированное бриллюэновское рассеяние - нелинейный эффект. Характеристики
23. Оптические усилители на волокне, использующие рамановское рассеяние. переходные помехи между усиливаемыми каналами
24. Полупроводниковые лазерные усилители – принцип действия, характеристики, . интеграция ППЛУ с другими оптическими устройствами.
25. Усилители на примесном волокне Общие сведения об EDFA Классификация EDFA по способам применения
26. Принцип действия EDFA Технические параметры и характеристики EDFA Основные структурные схемы EDFA.
27. Математическая модель многоволнового EDFA Основные характеристики усилителей EDFA
28. Типовые характеристики EDFA Усиление волоконно-оптического усилителя. Усиление слабого сигнала Насыщенное усиление Зависимость усиления от поляризации Спектральный провал усиления.
29. Принцип действия оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров Основные параметры и характеристики.
30. Принцип действия оптических демультиплексоров на основе фильтров Фабри-Перро Основные параметры и характеристики
31. Принцип действия оптических демультиплексоров на основе дифракционных решеток. Основные параметры и характеристики.
32. Оптические мультиплексоры с добавлением и отводом каналов. Конфигурация и характенистики волноводного многоканального оптического мультиплексора
33. Принципиальная схема и основные характеристики волноводной оптической системы спектрального мультиплексирования/демультиплексирования на основе матрицы сфазированных волноводов (фазар).
34. Особенности тестирования систем со спектральным уплотнением. Основные параметры сигналов и компонентов. Требования к измерительному оборудованию.

Методические материалы для подготовки к зачету приведены в [1-7],

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

4.1.Основная литература

1. Шарангович С. Н., Довольнов Е. А., Миргород В. Г. и Кузнецов В. В. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем передачи: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2016. – 156 с. [Электронный ресурс]. URL http://edu.tusur.ru/training/publications/6022. (дата обращения 14.01.2017)

4.2. Дополнительная литература

2. Заславский К.Е. Волоконно-оптические системы передачи со спектральным уплотнением: Учебное пособие для вузов. - Новосибирск: СибГУТИ, 2005. – 136 с. **(20)**
3. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM. - М.: Радио и связь, 2003. - 468 с.: **(40).**
4. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ Р. Фриман ; ред. пер. Н. Н. Слепов. - 3-е изд., доп.. - М.: Техносфера, 2003. - 447 с. **(2)**
5. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ - М.: Техносфера, 2006. – 495 с. (**14**)

4.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

4.3.1 Обязательные учебно-методические пособия

6. Шарангович С.Н. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи. Компьютерный лабораторный практикум: учеб. метод. пособие. - Томск : ТУСУР, 2016 – 158 с. [Электронный ресурс]. URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/6021. (дата обращения 14.01.2017)
7. Шарангович С.Н. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». - Томск : ТУСУР, 2016 – 55 с. [Электронный ресурс]. URL http://edu.tusur.ru/training/publications/6020. (дата обращения 14.01.2017)
8. Шарангович С.Н. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых волоконно-оптических систем передачи: учеб. метод. пособие для студентов заочной формы обучения . – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2011. – 92 с. . [Электронный ресурс]. URL **http://edu.tusur.ru/training/publications/285** (дата обращения 14.01.2017) (учебно-методическое пособие по практическим занятиям)

Согласована на портале № 10229