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

«МНОГОВОЛНОВЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ 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

Экзамен _____ семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10228

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 № 10228

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью преподавания дисциплины является изучение принципов построения, организации и компонентой базы многоволновых оптических система связи, ознакомление с их техническими характеристиками и перспективами развития оборудования оптических цифровых систем связи.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- изучение принципов построения волоконно-оптических систем связи со спектральным уплотнением;
- изучение физических основ функционирования активных и пассивных компонент оборудования многоволновых оптических система связи ;
- изучение характеристик и стандартов пассивных (мультиплексоров, демультиплексоров) и активных (оптических усилителей, источников излучения) компонент.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП:

Данная дисциплина является дисциплиной по выбору вариативной части цикла дисциплин (Б1.В.ДВ.6.1).

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:

- принципы и методы спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических система связи;
- основы организации и параметры многоволновых оптических система связи;
- стандарты на системы, оборудование и компоненты волнового уплотнения;

уметь:

- выбирать схемотехническую реализацию многоволновых оптических систем и сетей связи;
- выполнять расчеты, связанные с определением параметров активного и пассивного оборудования ;
- пользоваться справочными данными фирм-производителей активного и пассивного оборудования при проектировании многоволновых оптических систем и сетей связи;

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;
- навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы.

Согласована на портале № 10228

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 систем связи	1				4	5	ПК-8, ПК-9
2.	Методы уплотнения информационных потоков	1				30	31	ПК-8, ПК-9
3.	Общая структура и параметры многоволновых оптических систем связи	1				15	16	ПК-8, ПК-9
4.	Стандарты на системы, оборудование и компоненты волнового уплотнения	2	4			22	28	ПК-8, ПК-9
5.	Характеристики компонент оптических систем волнового уплотнения	2		4		22	28	ПК-8, ПК-9
6.	Устройства и компоненты WDM, DWDM, CWDM оптических систем связи	2	4			22	28	ПК-8, ПК-9
7	Перспективы развития многоволновых оптических систем связи	1				3	4	ПК-8, ПК-9
	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 многоволн-	Предмет и задачи курса. История развития многоволновых ВОСП. Классификация многоволновых оптических систем	1	ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 10228

	новых оптических систем связи	связи. Мировой уровень развития оптической связи с использованием WDM		
2.	Методы уплотнения информационных потоков	Метод временного уплотнения. Метод частотного уплотнении. Модовое уплотнение. Уплотнение по поляризации. Многоволновое уплотнение оптических несущих. Оптическое временное уплотнение. Методы уплотнения каналов по полярности Сравнительная характеристика, области использования, перспективы	1	ПК-8, ПК-9
		9 семестр		
3.	Общая структура и параметры многоволновых оптических систем связи	Общие принципы построения, описание и структура цифровых WDM систем. Общее описание и параметры CWDM, DWDM, HDWDM систем. Критерии обеспечения требуемых характеристик. Определение запаса по мощности. Оценка энергетического бюджета	1	ПК-8, ПК-9
4.	Стандарты на системы, оборудование и компоненты волнового уплотнения	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.	Характеристики компонент оптических систем волнового уплотнения	Передатчики – выходная мощность, стабильность центральной частоты, спектр и боковые лепестки излучения. Методы модуляции – внутренняя и внешняя . Методы стабилизации длины волны.. Оптическое волокно – хроматическая дисперсия, поляризационная модовая дисперсия; нелинейные эффекты. Мультиплексоры и демультиплексоры – число каналов, полоса пропускания, центральная частота и межканальный интервал, изоляция и дальние переходные помехи, неравномерность распределения потерь по каналам; поляризационные явления. направленность . 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
6.	Устройства и компоненты WDM, DWDM, CWDM оптических систем связи	Волоконно-оптические фильтры. Оптические усилители. Оптические мультиплексоры ввода/вывода каналов. Устройства оптической кросс-коммутации. Волновые разветвители. Устройства компенсации дисперсии Волноводные оптические компоненты спектрального мультиплексирования /демультиплексирования. Мониторинг и тестирование оборудования оптических систем связи	2	ПК-8, ПК-9
7.	Перспективы развития многоволновых оптических систем связи	Перспективы развития многоволновых оптических систем связи	1	ПК-8, ПК-9

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			+	+	+	+			

Согласована на портале № 10228

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	+	+	+		+	Опрос на лабораторных работах, практических занятиях Контрольные работы. Зачет
ПК-9		+	+		+	Опрос на лабораторных работах, практических занятиях . 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 не предусмотрены.

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ 9 семестр	Трудоемкость (час.)	ОК, ПК
1	4,6	Исследование параметров и характеристик многоволнового волоконно-оптического усилителя мощности	4	ПК-8, ПК-9
3	4,,6	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
	5	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 (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
8 семсестр					
1.	1,2	Проработка теоретического материала. .	34	ПК-8, ПК-9	. Зачет.
9 семестр					
	3,4,5,6,7	Проработка теоретического материала. .	30	ПК-8, ПК-9	Контрольные работы. Зачет.
2.	4,6	Подготовка к лабораторным работам	30	ПК-8, ПК-9	Допуск к лабораторной работе и отчет.
	5	Подготовка к практическим занятиям	16	ПК-8, ПК-9	Опрос на практических зянятияхх.

Согласована на портале № 10228

3.	4,5,6	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. Многоволновые оптические системы связи [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2016. – 156 с. [Электронный ресурс]. URL http://edu.tusur.ru/training/publications/6028. (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. Многоволновые оптические системы связи: Компьютерный лабораторный практикум. : учеб. метод. пособие. - Томск : ТУСУР, 2016 – 158 с. [Электронный ресурс]. URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/6030. (дата обращения 14.01.2017)
7. Шарангович С.Н. Многоволновые оптические системы связи: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». - Томск : ТУСУР, 2016 – 56 с. [Электронный ресурс]. URL http://edu.tusur.ru/training/publications/6029. (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)

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.

Согласована на портале № 10228

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.

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 лекци-

Согласована на портале № 10228

онных 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.

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:

Согласована на портале № 10228

- 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 № 10228

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
«МНОГОВОЛНОВЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ 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

Разработчик:
зав. каф. СВЧ и КР Шарангович С.Н.

Зачет ___ ___ семестр Диф. зачет _____9_____ семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10228

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Многоволновые оптические системы 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 № 10228

		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 № 10228

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 № 10228

(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

Согласована на портале № 10228

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

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 мощности.
3. 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, 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.
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),

Согласована на портале № 10228

21. Оптические усилители для WDM систем – особенности построения и характеристик.
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. Многоволновые оптические системы связи [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2016. – 156 с. [Электронный ресурс]. URL http://edu.tusur.ru/training/publications/6028. (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

12.3.1 Обязательные учебно-методические пособия

6. Шарангович С.Н. Многоволновые оптические системы связи: Компьютерный лабораторный практикум. : учеб. метод. пособие. - Томск : ТУСУР, 2016 – 158 с. [Электронный ресурс]. URL: http://edu.tusur.ru/training/publications/6030. (дата обращения 14.01.2017)
7. Шарангович С.Н. Многоволновые оптические системы связи: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». - Томск : ТУСУР, 2016 – 56 с. [Электронный ресурс]. URL http://edu.tusur.ru/training/publications/6029. (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 № 10228