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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«___» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«МУЛЬТИПЛЕКСОРНОЕ И УСИЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МНОГОВОЛНОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ»

Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль Оптические системы и сети связи
Квалификация (степень) бакалавр
Форма обучения очная
Факультет Радиотехнический
Профилирующая кафедра Телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)
Выпускающая кафедра Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)
Курс 4 Семестр 8

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 годов

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции								24	24	часов
2.	Лабораторные работы								18	18	часов
3.	Практические занятия										часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)										часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)								42	42	часов
6.	Из них в интерактивной форме										часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)								66	66	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)								108	108	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена										часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)								108	108	часов
	(в зачетных единицах)								3	3	ЗЕТ

Зачет восьмой **семестр** **Диф. зачет** _____ **семестр**

Экзамен _____ **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 5830

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № от «___» _____ 20__ 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 «28» апреля 2016 г., протокол № 8

Разработчик

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

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

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей, обеспечивающей и выпускающей кафедрами направления подготовки.

Декан РТФ _____ К.Ю. Попова
(название факультета) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей
кафедрой ТОР _____ А.Я. Демидов
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. обеспечивающей и 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 № 5830

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.10.1).

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:

- 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 № 5830

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 _____3_____ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Аудиторные занятия (всего)	42								42
В том числе:									
Лекции	24								24
Лабораторные работы (ЛР)	18								18
Практические занятия (ПЗ)									
Семинары (С)									
Коллоквиумы (К)									
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)									
Другие виды аудиторной работы									
Самостоятельная работа (всего)	66								66
В том числе:									
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)									
Расчетно-графические работы									
Реферат									
Другие виды самостоятельной работы									
Подготовка к практическим занятиям (семинрам)									
Подготовка к лабораторным работам	24								24
Подготовка к экзамену									
Вид аттестации (зачет, экзамен)	зач								Зач.
Общая трудоемкость час.	108								108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3								3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Введение. Классификация многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей.	2				4	6	ПК-8, ПК-9
2.	Физические принципы построения и теоретические основы функционирования многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей.	6	6			20	32	ПК-8, ПК-9
3.	Структура и параметры многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей.	6	6			20	32	ПК-8, ПК-9
4.	Стандарты на оборудование и компоненты оптических мультиплексоров и усилителей	4	6			12	22	ПК-8, ПК-9
5.	Мониторинг и тестирование мультиплексорного и усилительного оборудования	4				6	10	ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 5830

6.	Перспективы развития элементов мультиплексорного и усилительного оборудования на основе волноводных интегрально-оптических схем	2				4	6	ПК-8, ПК-9
	ВСЕГО	24	18			66	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
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	2	ПК-8, ПК-9
2.	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 .	6	ПК-8, ПК-9
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.	6	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.	4	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.	4	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 ре-	2	ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 5830

		шетках и решетках проходного типа. Интеграция демультиплексоров 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			+	+	+	+			
4	Метрология в оптических телекоммуникационных системах				+	+				
5	Оптические цифровые телекоммуникационные системы			+	+	+	+			
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 при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лабораторные занятия (час)	Всего
Использование мультимедийных средств				
Работа в группе				
Дискуссия				
Итого интерактивных занятий				0

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	ОК, ПК
1	2,3,4	Исследование параметров и характеристик многоволнового волоконно-оптического усилителя - (по выбору: ***предварительного, линейного, усилителя мощности***)	5	ПК-8, ПК-9
2	2,3,4	Исследование параметров и характеристик оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перро	4	ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 5830

3	2,3,4	Исследование параметров и характеристик оптических демультиплексоров на основе наложенных голографических решёток в фотополимерных материалах	4	ПК-8, ПК-9
4	2,3,4	Исследование оптического мультиплексора на основе массива планарных волноводов (AWG)	5	ПК-8, ПК-9

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

Практические занятия (семинары) учебным планом не предусмотрены.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1.	1,2,3,4,5,6	Проработка теоретического материала. .	30	ПК-8, ПК-9	Конспект. Контрольные работы и тестирование. Зачет.
2.	2,3,4	Подготовка к лабораторным работам	24	ПК-8, ПК-9	Допуск к лабораторной работе и отчет.
3.	2,3,4	Подготовка к контрольным работам Темы: 1. Принципы построения оптических мультиплексоров и усилителей. 2. Структура и параметры оптических мультиплексоров и усилителей 3. Стандарты на оборудование и компоненты оптических мультиплексоров и усилителей.	12	ПК-8, ПК-9	Ответы на контрольные работы.

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Методика текущего контроля освоения дисциплины

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на бально- рейтинговой системы оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает **текущий** контроль выполнения элементов обьема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга и **итоговый** контроль.

Правила формирования пятибалльных оценок за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$КТх\big|_{x=1,2} = \frac{(Сумма_баллов,_набранная_к_КТх)*5}{Требуемая_сумма_баллов_по_балльной_раскладке}.$$

Итоговый контроль освоения дисциплины осуществляется после окончания семестра. Студент, набравший менее 60 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачет. **Студент, выполнивший все запланированные лабораторные работы, контрольные работы** и набравший сумму 60 и более баллов, получает зачет «автоматом».

Таблица распределения баллов в течение семестра

Согласована на портале № 5830

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл за 1-ю КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1 КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	15	10	**25**
Выполнение контрольных работ	20	10	**30**
Выполнение и защита результатов лабораторных работ		30	**30**
Компонент своевременности	10	5	**15**
Итого максимум за период:	**45**	**55**	**100**
Нарастающим итогом	**45**	**100**	**100**

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	**Оценка**
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную международную оценку

Оценка (ГОС)	**Итоговая сумма баллов (учитывает успешно сданный экзамен)**	**Оценка (ECTS)**
5 (отлично)	**90-100**	A (отлично)
4 (хорошо)	**85-89**	B (очень хорошо)
	75-84	C (хорошо)
	70-74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно)	**65-69**	
	60-64	E(посредственно)
2(неудовлетворительно)	**Ниже 60 баллов**	F (неудовлетворительно)

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку происходит один раз в конце семестра после подведения итогов изучения дисциплины(успешной сдачи экзамена).

Согласована на портале № 5830

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 [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2016. – 156 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/6022.

12.2. Дополнительная литература

1. Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В., Моченов А.Д., Шарафутдинов Р.М. Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс]: учебник для вузов. – М.: Горячая линия –Телеком, 2011. – 368 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/5147/
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**)
6. РД 45.286-2002 Аппаратура волоконно-оптической системы передачи со спектральным разделением. Технические требования. -2002. -21 с. -Режим доступа: http://www.russgost.ru/catalog/item44155.
7. РД 45.186-2001 Аппаратура волоконно-оптических усилителей для применения на взаимоувязанной сети связи Российской Федерации. Технические требования. Режим доступа: http://www.russgost.ru/catalog/item44130.

12.3. Перечень методических указаний по лабораторным работам и самостоятельной работе

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

12.4 Перечень интернет-ресурсов: базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Springer Journals – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer. Режим доступа: http://link.springer.com/
2. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина». Режим доступа: http://www.ph4s.ru/;
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp;
4. Optical Society of America; OpticsInfoBase, доступ с IP адресов ТУСУРа (“Applied Optics”, “Optics Express”, “J. Opt. Technol.” и др.). Режим доступа: http://www.opticsinfobase.org/;
5. Полнотекстовая БД диссертаций РГБ. Режим доступа: http://rsl.ru;

Согласована на портале № 5830

6. Словари и справочники издательства Оксфордского университетаю Режим доступа: **http://www.ox-fordreference.com/pub/views/home.html;**
7. Университетская информационная система Россия. Режим доступа: **http://uisrussia.msu.ru/is4/-main.jsp**;
8. Архив электронных препринтовю Режим доступа: **http://xxx.lanl.gov**.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Учебная лаборатория (333 б) и вычислительная лаборатория (ауд.337 б), кафедры СВЧиКР оборудованы персональными компьютерами, объединенными в локальную вычислительную сеть каф. СВЧиКР с выходом в Internet.

Согласована на портале № 5830

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
«___» _____ 2016 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 очная
Факультет Радиотехнический
Кафедра Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)
Курс 4 Семестр 8

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 годов

Разработчик:

зав. каф. СВЧ и КР Шарангович С.Н.

Зачет восьмой семестр **Диф. зачет _____ семестр**

Экзамен _____ семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5830

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 «Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи» используется при проведении текущего контроля успеваемости (контрольные точки) и промежуточной аттестации (зачет) студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной «Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи» 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:** – 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 **уметь:** – выбирать схемотехническую реализацию оптических мультиплексоров и усилителей 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 мультиплексорного и усилительного оборудования 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 схемотехники многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей; – метрологические принципы измерения и стандарты характеристик многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей ; **уметь:** – выполнять расчеты, связанные с выбором режимов работы и определением параметров оптических мультиплексоров и усилителей; – проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических мультиплексоров и усилителей; **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;

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.

Согласована на портале № 5830

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	– 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	– выбирать схемотехническую реализацию оптических мультиплексоров и усилителей многоволновых оптических систем и сетей связи; – пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических мультиплексоров и усилителей, при проектировании многоволновых оптических систем и сетей связи;	– навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем мультиплексорного и усилительного оборудования многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы.
Виды занятий	• Лекции • Лабораторные занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Лабораторные занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Лабораторные 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.

Согласована на портале № 5830

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично / зачтено (90-100 баллов)	Знает физические и теоретические основы описания; основные принципы построения и работы блоков и устройств многоволновых оптических..	Умеет свободно выбирать схемотехническую реализацию оптических мультиплексоров и усилителей многоволновых оптических систем и сетей связи; пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических мультиплексоров и усилителей.	Владеет навыками чтения и методами изображения функциональных и структурных схем мультиплексорного и усилительного оборудования многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы
Хорошо / зачтено (70-89 баллов)	Имеет представление о физических и теоретические основах описания, классификации и принципах построения и работы многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей;	Самостоятельно выбирать схемотехническую реализацию оптических мультиплексоров и усилителей многоволновых оптических систем и сетей связи; пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических мультиплексоров и усилителей	Владеет основными навыками чтения и методами изображения функциональных и структурных схем мультиплексорного и усилительного оборудования многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы
Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)	Дает определения - основных физических понятий и теоретические основах описания и классификации, основных принцпов построения и работы блоков и устройств многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей.	Показывает неполное, недостаточное умение выбирать схемотехническую реализацию оптических мультиплексоров и усилителей многоволновых оптических систем и сетей связи; пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических мультиплексоров и усилителей. .	Демонстрирует неполное, недостаточное владение основными навыками чтения и методами изображения функциональных и структурных схем мультиплексорного и усилительного оборудования многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы.
Неудовлетворительно / не зачтено (<60 баллов)	Имеет существенные пробелы или отсутствие знаний об основных физических понятиях, теоретических основах описания и принцпах построения и классификации многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей;	Показывает отсутствие умений выбирать схемотехническую реализацию оптических мультиплексоров и усилителей многоволновых оптических систем и сетей связи; пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических мультиплексоров и усилителей. .	Демонстрирует отсутствие навыков чтения и методов изображения функциональных и структурных схем мультиплексорного и усилительного оборудования 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.

Согласована на портале № 5830

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 схемотехники многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей; – метрологические принципы измерения и стандарты характеристик многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей	– выполнять расчеты, связанные с выбором режимов работы и определением параметров оптических мультиплексоров и усилителей; – проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических мультиплексоров и усилителей;	– 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
Виды занятий	• Лекции • Лабораторные занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Лабораторные занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Лабораторные 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 (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 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 5830

Отлично / зачтено (90-100 баллов)	Знает основы схемотехники, метрологические принципы измерения и стандарты на характеристик многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей.	Умеет свободно выполнять расчеты, и проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических мультиплексоров и усилителей	Владеет навыками и методами анализа, расчета и компьютерного моделирования основных функциональных узлов оптических мультиплексоров и усилителей, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств;
Хорошо / зачтено (70-89 баллов)	Имеет представление об основах схемотехники, метрологических принципов измерений и стандартах на характеристики многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей	Самостоятельно выполнять расчеты, и проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических мультиплексоров и усилителей.	Владеет основными навыками и методами анализа, расчета и компьютерного моделирования основных функциональных узлов оптических мультиплексоров и усилителей, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств;
Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)	Дает определения по основам схемотехники, метрологическим принципам измерений и стандартам на характеристики многоволновых оптических мультиплексоров и усилителей	Показывает неполное, недостаточное умение выполнять расчеты, и проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических мультиплексоров и усилителей..	Демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками и методами анализа, расчета и компьютерного моделирования основных функциональных узлов оптических мультиплексоров и усилителей, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств;.
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 навыками и методами анализа, расчета и компьютерного моделирования основных функциональных узлов оптических мультиплексоров и усилителей, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств;

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. Принципы построения оптических мультиплексоров и усилителей.
2. Структура и параметры оптических мультиплексоров и усилителей.
3. Стандарты на оборудование и компоненты оптических мультиплексоров и усилителей.

Содержание контрольных работ приведено в учебно-методическом пособии [10].

3.2 Лабораторные работы по темам:

1. Исследование параметров и характеристик многоволнового волоконно-оптического усилителя.
2. Исследование параметров и характеристик оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перро.

Согласована на портале № 5830

3. Исследование параметров и характеристик оптических демультиплексоров на основе наложенных голографических решёток в фотополимерных материалах

4. Исследование оптического мультиплексора на основе массива планарных волноводов (AWG).

Указания к лабораторным работам приведены в учебно-методическом пособии [9],

3.3 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),
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 производителя THORLABS (Япония, 2002)
28. Разновидности усилителей EDFA Усилители EDFA на кремниевой основе , и на фтор-цирконатной основе. Сравнительная характеристика.
29. Типовые характеристики EDFA Усиление волоконно-оптического усилителя. Усиление слабого сигнала Насыщенное усиление Зависимость усиления от поляризации Спектральный провал усиления.
30. Типовые характеристики EDFA Неравномерность и спад усиления Расширение полосы частот усилителей -использовании EDFA усилителей с оптическими фильтрами, выравнивающими усиление;

Согласована на портале № 5830

31. Сравнительная характеристика оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров, фильтров Фабри-Перро,
32. Принцип действия оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров Основные параметры и характеристики.
33. Принцип действия оптических демультиплексоров на основе фильтров Фабри-Перро Основные параметры и характеристики
34. Принцип действия оптических демультиплексоров на основе дифракционных решеток. Основные параметры и характеристики.
35. Оптические мультиплексоры с добавлением и отводом каналов. Конфигурация и характенистики волноводного многоканального оптического мультиплексора
36. Интеграция оптических устройств. Перспективы использования ВСМ/Д на оконечных станциях ВОЛС, связанные с возможностями их интеграции с источниками излучения,
37. Принципиальная схема и основные характеристики волноводной оптической системы спектрального мультиплексирования/демультиплексирования на основе анализатора спектра типа эшелона Майкельсона
38. Принципиальная схема и основные характеристики волноводной оптической системы спектрального мультиплексирования/демультиплексирования на основе матрицы сфазированных волноводов (фазар).
39. Особенности тестирования систем со спектральным уплотнением. Основные параметры сигналов и компонентов. Требования к измерительному оборудованию.

Методические материалы для подготовки к зачету приведены в [1-8],

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

2. Шарангович С. Н., Довольнов Е. А., Миргород В. Г. и Кузнецов В. В. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем передачи [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2016. – 156 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/6022.**

4.2. Дополнительная литература

3. Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В., Моченов А.Д., Шарафутдинов Р.М. Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс]: учебник для вузов. – М.: Горячая линия –Телеком, 2011. – 368 с. Режим доступа: **http://e.lanbook.com/view/book/5147**/
4. Заславский К.Е. Волоконно-оптические системы передачи со спектральным уплотнением: Учебное пособие для вузов. - Новосибирск: СибГУТИ, 2005. – 136 с. **(20)**
5. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM. - М.: Радио и связь, 2003. - 468 с.: **(40).**
6. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ Р. Фриман ; ред. пер. Н. Н. Слепов. - 3-е изд., доп.. - М.: Техносфера, 2003. - 447 с. **(2)**
7. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ - М.: Техносфера, 2006. – 495 с. (**14**)
8. РД 45.286-2002 Аппаратура волоконно-оптической системы передачи со спектральным разделением. Технические требования. -2002. -21 с. -Режим доступа: **http://www.russgost.ru/catalog/item44155.**
9. РД 45.186-2001 Аппаратура волоконно-оптических усилителей для применения на взаимоувязанной сети связи Российской Федерации. Технические требования. Режим доступа: **http://www.russgost.ru/catalog/item44130.**

4.2 Перечень методических указаний по лабораторным работам и самостоятельной работе

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

Согласована на портале № 5830