

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**

Документ подписан электронной подписью  
 Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
 Владелец: Троян Павел Ефимович  
 Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**«МНОГОВОЛНОВЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ 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 (РТФ)

Профилирующая кафедра Телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

Выпускающая кафедра Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)

Курс 4 Семестр 8

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 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 |           |           |           |           |           |           |           | 36        |       | часов   |
| 10. | Общая трудоемкость (Сумма 8,9)               |           |           |           |           |           |           |           | 144       | 144   | часов   |
|     | (в зачетных единицах)                        |           |           |           |           |           |           |           | 4         | 4     | ЗЕТ     |

Зачет         семестр      Диф. зачет         семестр

Экзамен     восьмой     семестр

Томск 2016

### 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.)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Целью** преподавания дисциплины является изучение принципов построения, организации и компонентой базы многоволновых оптических систем 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 систем 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 системах связи;
- основы организации и параметры многоволновых оптических систем 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.

#### 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 | 6 | 7 | 8   |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                 | 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)    |             |          |   |   |   |   |   |   |     |
| <i>Другие виды аудиторной работы</i>              |             |          |   |   |   |   |   |   |     |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>             | 66          |          |   |   |   |   |   |   | 66  |
| В том числе:                                      |             |          |   |   |   |   |   |   |     |
| Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа) |             |          |   |   |   |   |   |   |     |
| Расчетно-графические работы                       |             |          |   |   |   |   |   |   |     |
| Реферат   |             |          |   |   |   |   |   |   |     |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i>         |             |          |   |   |   |   |   |   |     |
| Подготовка к практическим занятиям (семинарам)    |             |          |   |   |   |   |   |   |     |
| Подготовка к лабораторным работам                 | 24          |          |   |   |   |   |   |   | 24  |
| Подготовка к экзамену                             | 36          |          |   |   |   |   |   |   | 36  |
| Вид аттестации (зачет, экзамен)                   | Экз         |          |   |   |   |   |   |   | Экз |
| Общая трудоемкость час.                           | 144         |          |   |   |   |   |   |   | 144 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости                     | 4           |          |   |   |   |   |   |   | 4   |

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                      | Лекции | Лаборат. занятия | Практич. занятия | Курсовой ПР (КРС) | Самост. работа студента | Всего час. (без экзам) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|-------|--|--------|------------------|------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|
| 1.    | Введение. Классификация многоволновых оптических систем связи        | 2      |                  |                  |                   | 4                       | 6                      | ПК-8, ПК-9                       |
| 2.    | Методы уплотнения информационных потоков                             | 4      |                  |                  |                   | 6                       | 10                     | ПК-8, ПК-9                       |
| 3.    | Общая структура и параметры многоволновых оптических систем связи    | 4      |                  |                  |                   | 6                       | 10                     | ПК-8, ПК-9                       |
| 4.    | Стандарты на системы, оборудование и компоненты волнового уплотнения | 4      | 6                |                  |                   | 16                      | 26                     | ПК-8, ПК-9                       |
| 5.    | Характеристики компонент оптических систем волнового уплотнения      | 4      | 6                |                  |                   | 16                      | 26                     | ПК-8, ПК-9                       |
| 6.    | Устройства и компоненты WDM, DWDM, CWDM оптических систем связи      | 4      | 6                |                  |                   | 16                      | 26                     | ПК-8, ПК-9                       |
| 7     | Перспективы развития многоволновых оптических систем связи           | 2      |                  |                  |                   | 2                       | 4                      | ПК-8, ПК-9                       |
|       | <b>ВСЕГО</b>   | 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 мнговолновых оптических систем связи         | Предмет и задачи курса. История развития мнговолновых ВОСП. Классификация мнговолновых оптических систем связи. Мировой уровень развития оптической связи с использованием WDM  | 2 | ПК-8, ПК-9 |
| 2. | Методы уплотнения информационных потоков                             | Метод временного уплотнения. Метод частотного уплотнения. Модовое уплотнение. Уплотнение по поляризации. Мнговолновое уплотнение оптических несущих. Оптическое временное уплотнение. Методы уплотнения каналов по полярности. Сравнительная характеристика, области использования, перспективы   | 4 | ПК-8, ПК-9 |
| 3. | Общая структура и параметры мнговолновых 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  | 4 | 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.   | 4 | 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..<br>Оптическое волокно – хроматическая дисперсия, поляризационная модовая дисперсия; нелинейные эффекты.<br>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.<br>Оптические усилители - спектральная зависимость и равномерность коэффициента усиления, коэффициент усиления слабых сигналов и перекрестного насыщения, выходная мощность насыщения, шумовые параметры. | 4 | 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.<br>Мониторинг и тестирование оборудования оптических систем связи   | 4 | ПК-8, ПК-9 |
| 7. | Перспективы развития мнговолновых оптических систем связи            | Перспективы развития мнговолновых оптических систем связи   | 2 | 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 |  |  |  |
| <b>Предшествующие дисциплины</b> |   |  |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                | Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства                                  |  | + | + | + | + |   |   |  |  |  |

|                               |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| 2                             | Оптические направляющие среды                     | + | + | + |   |   |   |   |  |  |
| 3                             | Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС |   |   | + | + | + | + | + |  |  |
| 5                             | Оптические цифровые телекоммуникационные системы  |   |   | + | + | + | + | + |  |  |
| <b>Последующие дисциплины</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| 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     | 4,5,6                | Исследование параметров и характеристик многоволнового волоконно-оптического усилителя мощности   | 5                   | ПК-8, ПК-9 |
| 2     | 4,5,6                | Исследование параметров и характеристик оптических мультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перро              | 4                   | ПК-8, ПК-9 |
| 3     | 4,5,6                | Исследование параметров и характеристик оптических мультиплексоров на основе наложенных голографических решёток в фотополимерных материалах | 4                   | ПК-8, ПК-9 |
| 4     | 4,5,6                | Исследование оптического мультиплексора на основе массива планарных волноводов  | 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.    |                                 | Проработка теоретического материала.          | 30                  | ПК-8,              | Конспект. Кон-             |

|    |               |  |    |            |  |
|----|---------------|--|----|------------|--|
|    | 1,2,3,4,5,6,7 | .  |    | ПК-9       | трольные работы и тестирование. Зачет. |
| 2. | 4,5,6         | Подготовка к лабораторным работам  | 24 | ПК-8, ПК-9 | Допуск к лабораторной работе и отчет.  |
| 3. | 2.3.4,5,6     | Изучение теоретического материала. Подготовка к контрольным работам<br>. Темы:<br>1. Методы и стандарты оптического уплотнения информационных потоков<br>2. Параметры мноволновых оптических систем связи<br>3. Компоненты мноволновых оптических систем связи | 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 объема 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:

$$КТx|_{x=1,2} = \frac{(Сумма \_ баллов, \_ набранная \_ к \_ КТx) * 5}{Требуемая \_ сумма \_ баллов \_ по \_ балльной \_ раскладке}.$$

**Итоговый контроль освоения** дисциплины осуществляется на экзамене по традиционной пятибалльной шкале. Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 15 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 30 баллов. Экзаменационная составляющая менее 10 баллов – не сдача экзамена, требует повторной пересдачи в установленном порядке.

**Формирование итоговой суммы баллов** осуществляется путем суммирования семестровой (до 70 баллов) и экзаменационной составляющих (до 30 баллов).

### Таблица распределения баллов в течение семестра

| 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                                  | 10  | 5  | <b>15</b>        |
| Выполнение контрольных работ                       | 10  | 5  | <b>15</b>        |
| Выполнение и защита результатов лабораторных работ | 6   | 18   | <b>24</b>        |
| Компонент своевременности                          | 10  | 6  | <b>16</b>        |

|                                  |           |           |            |
|----------------------------------|-----------|-----------|------------|
| <b>Итого максимум за период:</b> | <b>36</b> | <b>34</b> | <b>70</b>  |
| Сдача экзамена (максимум)        |           |           | <b>30</b>  |
| <b>Нарастающим итогом</b>        | <b>36</b> | <b>70</b> | <b>100</b> |

#### Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| <b>Баллы на дату контрольной точки</b>                | <b>Оценка</b> |
|---|---------------|
| ≥ 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

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



## 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. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/6028>.

### 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 (АТМ, 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 взаимосвязанной 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. Многоволновые оптические системы связи. Компьютерный лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. метод. пособие. - Томск : ТУСУР, 2016 – 158 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/6030>.
2. Шарангович С.Н. Многоволновые оптические системы связи [Электронный ресурс] : Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». - Томск: ТУСУР, 2016 – 52 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/6029>.

### 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>;
6. Словари и справочники издательства Оксфордского университета. 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.

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  
«МНОГОВОЛНОВЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ 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 2016 года

Разработчик:

зав. каф. СВЧ и КР Шарангович С.Н.

Зачет \_\_\_\_\_ семестр Диф. зачет \_\_\_\_\_ семестр

Экзамен восьмой семестр

Томск 2016

## 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 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  | <b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– принципы и методы спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических система связи;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– выбирать схмотехническую реализацию многоволновых оптических систем и сетей связи;</li><li>– пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических мультиплексоров и усилителей, при проектировании многоволновых оптических систем и сетей связи;</li></ul> <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы.</li></ul>  |
| 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 | <b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– основы организации и параметры многоволновых оптических систем связи;</li><li>– стандарты на системы, оборудование и компоненты волнового уплотнения;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– выполнять расчеты, связанные с определением параметров активного и пассивного оборудования;</li></ul> <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– методами оценки характеристик основных функциональных узлов (оптических мультиплексоров и усилителей) , а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств;</li><li>– навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических мультиплексоров и усилителей многоволновых оптических систем связи;</li></ul> |

## 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 схмотехническую реализацию многоволновых оптических систем и сетей связи;<br>– пользоваться справочными данными фирм-производителей оптических | – навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | мультиплексоров и усилителей, при проектировании многоволновых оптических систем и сетей связи   |   |
| <b>Виды занятий</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные занятия.</li> <li>• Самостоятельная работа.</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные занятия.</li> <li>• Самостоятельная работа.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные занятия.</li> <li>• Самостоятельная работа.</li> </ul>          |
| <b>Используемые средства оценивания</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Конспект</li> <li>• Устный ответ</li> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Зачет</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Оформление отчетности и защита лабораторных работ;</li> <li>• Конспект самостоятельной работы.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Защита лабораторной работы</li> <li>• Отчет по лабораторной работе</li> <li>• Зачет</li> </ul> |

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**

| <b>Показатели и критерии</b>                 | <b>Знать</b>  | <b>Уметь</b>  | <b>Владеть</b>   |
|--|---|---|--|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b>             | 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   |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>              | 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 |
| <b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b> | 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**

| <b>Показатели и критерии</b>                         | <b>Знать</b>   | <b>Уметь</b>  | <b>Владеть</b>  |
|--|--|---|---|
| <b>Отлично /<br/>зачтено<br/>(90-100<br/>баллов)</b> | Знает принципы и методы спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических системах 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   |
| <b>Хорошо /<br/>(70-89<br/>баллов)</b>               | Имеет представление о принципах и методах спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических системах связи.. | Самостоятельно выбирать схемотехническую реализацию многоволновых оптических систем связи и пользоваться справочными данными фирм-производителей при их проектировании. | Владеет основными чтением и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы |
| <b>Удовле-</b>                                       | Дает определения   | Показывает неполное, не-  | Демонстрирует неполное,   |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>творительно / (60-69 баллов)</b>          | основных принципов и методов спектрального уплотнения каналов в многоволновых оптических система связи.   | достаточное умение выбирать схемотехническую реализацию многоволновых оптических систем связи и пользоваться справочными данными фирм- производителей при их проектировании..  | недостаточное владение чтения и изображения функциональных и структурных схем многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной базы            |
| <b>Неудовлетворительно / (&lt;60 баллов)</b> | Имеет существенные пробелы или отсутствие знаний об основных принципах и методах 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   |
|---|--|--|---|
| <b>Содержание этапов</b>                | основы организации и параметры многоволновых оптических систем связи;<br>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 |
| <b>Виды занятий</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные занятия.</li> <li>• Самостоятельная работа.</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные занятия.</li> <li>• Самостоятельная работа.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные занятия.</li> <li>• Самостоятельная работа.</li> </ul>                                      |
| <b>Используемые средства оценивания</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Конспект</li> <li>• Устный ответ</li> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Зачет</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Оформление отчетности и защита лабораторных работ;</li> <li>• Конспект самостоятельной работы.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Защита лабораторной работы</li> <li>• Отчет по лабораторной работе</li> <li>• Зачет</li> </ul>                             |

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  |
|----------------------------------|--|---|--|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b> | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемых | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития твор- | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | мой области с пониманием границ применимости                                | ческих решений, абстрагирования проблем  |  |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>              | 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 |
| <b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b> | 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**

| <b>Показатели и критерии</b>                 | <b>Знать</b>   | <b>Уметь</b>  | <b>Владеть</b>   |
|--|--|---|--|
| <b>Отлично / (90-100 баллов)</b>             | Знает основы организации и параметры многоволновых оптических систем связи и стандарты на системы, оборудование и компоненты волнового уплотнения.   | Умеет свободно 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 ;                           |
| <b>Хорошо / (70-89 баллов)</b>               | Имеет представление об основах организации и параметрах многоволновых оптических систем связи и стандартах на системы, оборудование 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                   |
| <b>Удовлетворительно / (60-69 баллов)</b>    | 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 |
| <b>Неудовлетворительно / (&lt;60 баллов)</b> | 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.

### 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. Методы и стандарты оптического уплотнения информационных потоков.
2. Параметры мноволновых оптических систем связи.
3. Компоненты мноволновых оптических систем связи.

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

#### 3.2 Лабораторные работы по темам:

1. Исследование параметров и характеристик мноволнового волоконно-оптического усилителя мощности.
2. Исследование параметров и характеристик оптических мультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров Фабри-Перро.
3. Исследование параметров и характеристик оптических мультиплексоров на основе наложенных голографических решёток в фотополимерных материалах
4. Исследование оптического мультиплексора на основе массива планарных волноводов.

Указания к лабораторным работам приведены в учебно-методическом пособии [7].

#### 3.3 Вопросы для проведения экзамена:

1. История развития мноволновых ВОСП и устройств волнового уплотнения WDM. Мирровой 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 - Мноволновое 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 трехполосного 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
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 характеристики 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 [1-8],

## 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. Многоволновые оптические системы связи [Электронный ресурс]: учебное пособие-Томск: ТУСУР, 2016. – 156 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/6028>.

### 4.2. Дополнительная литература

8. Заславский К.Е. Волоконно-оптические системы передачи со спектральным уплотнением: Учебное пособие для вузов. - Новосибирск: СибГУТИ, 2005. – 136 с. (20)
9. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM). - М.: Радио и связь, 2003. - 468 с.: (40).
10. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ Р. Фриман ; ред. пер. Н. Н. Слепов. - 3-е изд., доп.. - М.: Техносфера, 2003. - 447 с. (2)
11. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ - М.: Техносфера, 2006. – 495 с. (14)
12. 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>.
13. 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

14. Шарангович С.Н. Многоволновые оптические системы связи: Компьютерный лабораторный практикум. [Электронный ресурс]: учеб. метод. пособие. - Томск : ТУСУР, 2016 – 158 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/6030>.
15. Шарангович С.Н. Многоволновые оптические системы связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». - Томск : ТУСУР, 2016 – 56 с. Режим доступа:

<http://edu.tusur.ru/training/publications/6029>.