

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**



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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Оптические устройства в радиотехнике**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4, 5**

Семестр: **8, 9, 10**

Учебный план набора 2016 года

**Распределение рабочего времени**

| № | Виды учебной деятельности                     | 8 семестр | 9 семестр | 10 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|-----------|-----------|------------|-------|---------|
| 1 | Лекции  | 4         |           |            | 4     | часов   |
| 2 | Практические занятия                          | 2         |           | 8          | 10    | часов   |
| 3 | Лабораторные работы                           |           | 4         |            | 4     | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий                      | 6         | 4         | 8          | 18    | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа                        | 30        | 32        | 24         | 86    | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)                          | 36        | 36        | 32         | 104   | часов   |
| 7 | Самост. работа на подготовку, сдачу д. зачета |           |           | 4          | 4     | часов   |
| 8 | Общая трудоемкость                            | 36        | 36        | 36         | 108   | часов   |
|   |   | 1.0       | 1.0       | 1.0        | 3.0   | З.Е     |

Контрольные работы: 10 семестр - 1

Дифференцированный зачет: 10 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_9\_» \_\_\_\_\_ 02 \_\_\_\_\_ 2017\_\_ года, протокол №\_\_6\_\_.

Разработчики:

каф. СВЧиКР \_\_\_\_\_ Шарангович С. Н.

Заведующий обеспечивающей каф.  
СВЧиКР \_\_\_\_\_ Шарангович С. Н.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ЗиВФ \_\_\_\_\_ Осипов И. В.

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР \_\_\_\_\_ Гельцер А. А.

Эксперты:

ТУСУР, каф.ТОР, доцент \_\_\_\_\_ С.И. Богомолов

ТУСУР, каф. СВЧиКР, проф.. \_\_\_\_\_ А.Е. Мандель

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

➤ **Целью** преподавания дисциплины является изучение теоретических основ оптической обработки информации; принципов построения и работы, а также характеристик основных функциональных узлов оптических систем: спектроанализатора, согласованного фильтра, коррелятора; физических основ распространения излучения по оптическому волокну, основных характеристик источников и приемников оптического излучения, принципов построения волоконно-оптических систем передачи информации;

**Задачами** преподавания дисциплины являются:

- изучение физических принципов построения и теоретических основ функционирования систем оптической обработки информации;
- получение необходимых знаний по структурной организации оптических спектроанализаторов пространственного и временного интегрирования, согласованного фильтра, коррелятора;
- изучение основных характеристик источников и приемников оптического излучения;
- изучение физических основ распространения излучения по оптическому волокну;
- изучение принципов построения волоконно-оптических систем передачи информации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП:

Дисциплина «Оптические устройства в радиотехнике» (Б1.В.ОД.17) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Для изучения курса требуется знание: математики, физики, электродинамики и распространение радиоволн, радиотехнических цепей и сигналов.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);
- способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-7).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- принципы построения и работы, а также характеристики основных функциональных узлов систем оптической обработки информации;
- принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации;

**уметь:**

- определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач;
- составлять схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы;

**владеть:**

- методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов;
- навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации.

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры  |           |            |
|---------------------------|-------------|-----------|-----------|------------|
|                           |             | 8 семестр | 9 семестр | 10 семестр |
|                           |             |           |           |            |

|                                |     |     |     |    |
|--------------------------------|-----|-----|-----|----|
| Аудиторные занятия (всего)     | 18  | 6   | 4   | 8  |
| Лекции                         | 4   | 4   |     |    |
| Практические занятия           | 10  | 2   |     | 8  |
| Лабораторные работы            | 4   |     | 4   |    |
| Самостоятельная работа (всего) | 86  | 30  | 32  | 24 |
| Всего (без экзамена)           | 104 | 36  | 36  | 32 |
|                                | 4   |     |     | 4  |
| Общая трудоемкость ч           | 108 | 36  | 36  | 36 |
| Зачетные Единицы               | 3.0 | 1.0 | 2.0 |    |

## 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.    | Физические и математические основы оптической обработки информации  | 0,5    |                  | 2                |                   | 10                      | 12,5                   | ОПК-7, ПК-7                      |
| 2.    | Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров                                | 0,5    |                  | 2                |                   | 10                      | 12,5                   | ОПК-7, ПК-7                      |
| 3.    | Оптические корреляторы когерентного и некогерентного типов.   | 0,5    |                  |                  |                   | 10                      | 10,5                   | ОПК-7, ПК-7                      |
| 4.    | Оптические процессоры спектрального и корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием | 0,5    |                  | 2                |                   | 10                      | 12,5                   | ОПК-7, ПК-7                      |
| 5.    | Физические основы распространения излучения по оптическому волокну  | 0,5    |                  | 2                |                   | 10                      | 12,5                   | ОПК-7, ПК-7                      |
| 6.    | Характеристики компонентов волоконно-оптических систем передачи   | 0,5    | 4                | 2                |                   | 12                      | 18,5                   | ОПК-7, ПК-7                      |
| 7     | Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта  | 0,5    |                  |                  |                   | 12                      | 12,5                   | ОПК-7, ПК-7                      |
| 8     | Принципы построения волоконно-оптических систем передачи.   | 0,5    |                  |                  |                   | 12                      | 12,5                   | ОПК-7, ПК-7                      |
|       | ВСЕГО   | 4      | 4                | 10               |                   | 86                      | 104                    |                                  |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № п/п     | Наименование разделов  | Содержание разделов   | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ПК) |
|-----------|--|---|---------------------|------------------------------|
| 8 семестр |  |   |                     |                              |
| 1.        | Введение. Физические и математические основы оптической обработки информации | Двумерный оптический сигнал, его информационная структура. Скалярная теория дифракции: дифракции Френеля и Фраунгофера. Преобразование световых полей элементами оптических систем (линза, зеркало, призма).  | 0,5                 | ОПК-7, ПК-7                  |
| 2.        | Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров   | Оптический спектроанализатор, элементы и параметры. Пространственный сигнал, пространственный спектр. Пространственно-частотный фильтр, структура. Оптические методы и процедуры оптической сигнальной обработки, согласованная фильтрация. Физические основы голографии. | 0,5                 | ОПК-7, ПК-7                  |
| 3.        | Оптические корре-  | Схемные решения для когерентных и некогерентных моди-   | 0,5                 | ОПК-7,                       |

|    |   |   |     |             |
|----|---|---|-----|-------------|
|    | ляторы когерентного и некогерентного типов  | фикаций оптических корреляторов, принципы функционирования  |     | ПК-7        |
| 4. | Оптические процессоры спектрального и корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием | Акустооптическое взаимодействие как средство ввода динамического сигнала в оптическую систему. Параметры акустооптических модуляторов. Акустооптические процессоры корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием. Акустооптические спектроанализаторы с пространственным и временным интегрированием. алгоритмы работы, варианты схемных решений, рабочие параметры.  | 0,5 | ОПК-7, ПК-7 |
| 5. | Физические основы распространения излучения по оптическому волокну  | Планарные и полосковые оптические волноводы, одномодовый и многомодовый режимы распространения, дисперсия в оптических волноводах. Оптическое волокно (ОВ). Особенности распространения излучения по ОВ. Режим слабонаправляющего волновода. Характеристическое уравнение, моды ОВ. Виды дисперсии в ОВ. Причины потерь в ОВ.   | 0,5 | ОПК-7, ПК-7 |
| 6. | Характеристики компонентов волоконно-оптических систем передачи   | Основные параметры ОВ: профиль показателя преломления, числовая апертура, коэффициент затухания, полоса пропускания. Оптические кабели и разъемы, их конструкции и параметры. Источники излучения передатчиков оптических линий связи: светодиоды и полупроводниковые лазеры, их основные рабочие характеристики. Ввод оптического излучения в волокно. Фотоприемники оптических систем передачи: лавинные и р-і-п фотодиоды, принцип действия и параметры. | 0,5 | ОПК-7, ПК-7 |
| 7  | Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта  | Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта. Отношение сигнал-шум на выходе приемного устройства с высокоимпедансными усилителями на биполярном и полевом транзисторах. Приемные устройства с трансимпедансным усилителем.   | 0,5 | ОПК-7, ПК-7 |
| 8  | Принципы построения волоконно-оптических систем передачи  | Обобщенная структурная схема построения волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), ее основные функциональные блоки, топологические реализации. Каналообразование: частотное и временное разделение каналов. Цифровые плейзиохронные ВОЛС: скорость передачи, канальность, группообразование.   | 0,5 | ОПК-7, ПК-7 |

### 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 | 8 |   |  |
| <b>Предшествующие дисциплины</b> |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 1                                | Математика   | +  | + | + | + | + | + |   |   |   |  |
| 2                                | Физика   | +  | + | + | + | + | + | + | + |   |  |
| 3                                | Электродинамика и РРВ  | +  | + | + | + | + | + | + | + |   |  |
| 4                                | Радиотехнические цепи и сигналы  | +  | + | + | + | + | + | + |   |   |  |
| <b>Последующие дисциплины</b>    |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 1                                | Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | +  | + | + | + | + | + | + | + | + |  |

### 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 |   |
| ОПК-7                | +            | +   | +   |       | +   | Конспект. Опрос на практических занятиях-Контрольные работы. Отчет по лаб работе. |

|      |   |   |   |  |   |   |
|------|---|---|---|--|---|---|
|      |   |   |   |  |   | Диф. зачет  |
| ПК-7 | + | + | + |  | + | Конспект. Опрос на практических занятиях.<br>Контрольные работы. Отчет по лаб работе.<br>Диф. зачет |

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

## 6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения учебным планом не предусмотрены

## 7. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

| № п/п      | № раздела дисциплины | Наименование практических работ   | Трудоёмкость (час.) | ОК, ПК      |
|------------|----------------------|---|---------------------|-------------|
| 8 семестр  |                      |   |                     |             |
| 1          | 1                    | Одномерное и двумерное преобразование Фурье в оптической системе                          | 2                   | ОПК-7, ПК-7 |
| 10 семестр |                      |   |                     |             |
| 2          | 2                    | Оптическая фильтрация (ФНЧ,ФВЧ, гребенчатые фильтры)                                      | 2                   | ОПК-7, ПК-7 |
| 3          | 4                    | Акустооптическая ячейка как элемент ввода радиосигналов в оптический сигнальный процессор | 2                   | ОПК-7, ПК-7 |
| 4          | 5                    | Акустооптический спектроанализатор радиосигналов  | 2                   | ОПК-7, ПК-7 |
| 5          | 6                    | Расчет характеристик оптического волокна (дисперсия, затухание, числовая апертура)        | 2                   | ОПК-7, ПК-7 |

## 8. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

| № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ              | Трудоёмкость (час.) | ОК, ПК      |
|----------------------|--|---------------------|-------------|
| 9 семестр            |  |                     |             |
| 6                    | Оптический усилитель на допированном волокне | 4                   | ОПК-7, ПК-7 |

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п      | Разделы дисциплины из табл. 5.1 | Тематика самостоятельной работы (детализация)         | Трудоёмкость (час.) | Компетенции ОК, ПК | Контроль выполнения работы               |
|------------|---------------------------------|---|---------------------|--------------------|--|
| 8 семестр  |                                 |   |                     |                    |  |
| 1.         | 1,2,3,4,5, 6,7,8                | Проработка лекционного материала.                     | 20                  | ОПК-7, ПК-7        | Конспект. Контрольные работы. Диф.зачет. |
| 2.         | 1                               | Подготовка к практическим занятиям                    | 10                  | ОПК-7, ПК-7        | Опрос. Расчетные задания. Диф.зачет.     |
| Итого      |                                 |   | 30                  |                    |  |
| 9 семестр  |                                 |   |                     |                    |  |
| 3.         | 6                               | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчётов | 32                  | ОПК-7, ПК-7        | Допуск и отчет по ЛР. Диф.зачет          |
| Итого      |                                 |   | 32                  |                    |  |
| 10 семестр |                                 |   |                     |                    |  |
| 4          | 6                               | Подготовка материалов и выполнение контрольной работы | 8                   | ОПК-7, ПК-7        | Презентация, выступление на семинаре.    |
| Итого      |                                 |   | 16                  | ОПК-7,             | Опрос. Расчетные за-                     |

|  |                     |  |    |                |                    |
|--|---------------------|--|----|----------------|--------------------|
|  |                     | занятиям                                       |    | ПК-7           | дания.. Диф.зачет. |
|  |                     | Итого  | 24 |                |                    |
|  | 1,2,3,4,5,<br>6,7,8 | Подготовка и сдача дифференцированно-го зачета | 4  | ОПК-7,<br>ПК-7 | Диф.зачет.         |
|  |                     | Всего  | 90 |                |                    |

**Темы контрольных работ:**

1. Оптический мультиплексор на тонкопленочных фильтрах

**10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)**

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

**11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ**

Учебным планом не предусмотрена.

## **12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

### **12.1. Основная литература**

1. Ушаков В.Н. и др. Оптические устройства в радиотехнике: Учеб. пособие для вузов.- М.: Радиотехника, 2005. -240 с. **(75)**.
2. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>

### **12.2. Дополнительная литература:**

3. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учеб пособие. - СПб. : Лань, 2011. - 528 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/684>
4. Дубнищев Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах [Электронный ресурс] : учеб. пособие /. – 2-е изд. - СПб. : Лань, 2011. - 368 с. Режим доступа <https://e.lanbook.com/book/699>
5. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/627>
6. Наумов К.П., Ушаков В.Н. Акустооптические сигнальные процессоры: Учеб. пособие для вузов. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002. -80 с. **(21)**.
7. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ - М.: Техносфера, 2006. – 447 с. **(14)**

### **12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение**

#### **12.3.1 Обязательные учебно-методические пособия**

8. Оптические устройства в радиотехнике: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс] / Куш Г. Г., Шарангович С. Н. — Томск: ТУСУР, 2010. — 46 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/18>
9. Шарангович, С. Н. Многоволновые оптические системы связи: Компьютерный лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Шарангович С. Н. — Томск: ТУСУР, 2016. — 158 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6030>
10. Шарангович, С. Н. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых волоконно-оптических систем передачи: Учебно-методическое пособие для студентов заочной формы обучения [Электронный ресурс] / Шарангович С. Н. — Томск: ТУСУР, 2011. — 92 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/285>. (дата обращения 14.01.2017) (учебно-методическое пособие по практическим занятиям)

#### **12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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



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

...

## **13 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

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

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 333б. Состав оборудования:

Учебная мебель; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, – 8 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд.333а. Состав оборудования:

Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 12 шт.; Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

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

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

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

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

## **14 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **14.1 Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сфор-

мированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

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

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

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

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

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

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Оптические устройства в радиотехнике**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4, 5**

Семестр: **8, 9, 10**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

– каф. СВЧиКР Шарангович С. Н.

Дифференцированный зачет: 10 семестр

Томск 2017

## 1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Оптические устройства в радиотехнике» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

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

Перечень закрепленных за дисциплиной «Оптические устройства в радиотехнике» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенции   |
|-------|---|--|
| ОПК-7 | способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности | <b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– принципы построения и работы, а также характеристики основных функциональных узлов систем оптической обработки информации;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач;</li></ul> <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов;</li></ul> |
| ПК-7  | способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы   | <b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– составлять схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы;</li></ul> <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации.</li></ul>   |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-7

**ОПК-7: способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.**

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 построения и работы, а также характеристики основных функциональных узлов систем оптической обработки информации                               | – определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач          | – методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов  |
| Виды занятий      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Лекции</li><li>• Практические занятия.</li><li>• Лабораторные занятия</li><li>• Самостоятельная работа.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Лекции</li><li>• Практические занятия.</li><li>• Лабораторные занятия</li><li>• Самостоятельная работа.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Лекции</li><li>• Практические занятия.</li><li>• Лабораторные занятия</li><li>• Самостоятельная работа.</li></ul> |
| Использ-          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Конспект</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Контрольная работа</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Защита расчетного зада-</li></ul>   |

|                            |  |  |  |
|----------------------------|--|--|--|
| зыемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Устный ответ</li> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Защита лабораторных работ</li> <li>• Зачет</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оформление расчетного задания;</li> <li>• Отчеты по лабораторным работам</li> <li>• Конспект самостоятельной работы.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Защита лабораторных работ</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**

| Показатели и критерии                        | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|--|---|---|--|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b>             | Обладает фактически 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**

| Показатели и критерии                             | Знать  | Уметь  | Владеть  |
|---|--|--|--|
| <b>Отлично / зачтено (90-100 баллов)</b>          | Знает принципы построения и работы, а также характеристики основных функциональных узлов систем оптической обработки информации.                     | Умеет свободно определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач                            | Владеет методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов;  |
| <b>Хорошо / зачтено (70-89 баллов)</b>            | Имеет представление о принципах построения и работы, а также характеристиках основных функциональных узлов систем оптической обработки информации    | Самостоятельно определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач.                           | Владеет основными методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов;                              |
| <b>Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)</b> | Дает определения основных принципов построения и работы, а также характеристик основных функциональных узлов систем оптической обработки информации. | Показывает неполное, недостаточное умение определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач | Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов; |
| <b>Неудовле-</b>                                  | Имеет существенные   | Показывает отсутствие  | Демонстрирует отсут-   |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>творительно / не зачтено (&lt;60 баллов)</b> | пробелы или отсутствие знаний об основных принципах построения и работы, а также характеристиках основных функциональных узлов систем оптической обработки информации. | умений определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач | ствие навыков владения методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов; |
|---|--|---|--|

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

## 2.2 Компетенция ПК-7

**ПК-7: способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы.**

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>                | – принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации  | – составлять схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы  | – навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации  |
| <b>Виды занятий</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Практические занятия.</li> <li>• Лабораторные занятия</li> <li>• Самостоятельная работа.</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Практические занятия.</li> <li>• Лабораторные занятия</li> <li>• Самостоятельная работа.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Практические занятия.</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>• Защита лабораторных работ</li> <li>• Зачет</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Оформление расчетного задания;</li> <li>• Отчеты по лабораторным работам</li> <li>• Конспект самостоятельной работы.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Защита расчетного задания</li> <li>• Защита лабораторных работ</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 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 |

|                                       |                                   |  |                                |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| 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  |
|---|---|---|--|
| <b>Отлично / зачтено (90-100 баллов)</b>                | Знает принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации   | Умеет свободно составлять схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы                            | Владеет навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации ;                                      |
| <b>Хорошо / зачтено (70-89 баллов)</b>                  | Имеет представление о принципах построения волоконно-оптических систем передачи информации                              | Самостоятельно составлять схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы                            | Владеет основными навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации                              |
| <b>Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)</b>       | Дает определения по принципам построения волоконно-оптических систем передачи информации                                | Показывает неполное, недостаточное умение составления схем волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы | Демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации |
| <b>Неудовлетворительно / не зачтено (&lt;60 баллов)</b> | Имеет существенные пробелы или отсутствие знаний о принципах построения волоконно-оптических систем передачи информации | Показывает отсутствие умений составления схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы             | Демонстрирует отсутствие владения навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации              |

**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. Оптический мультиплексор на тонкопленочных фильтрах

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

#### 3.2 Практические занятия по темам:

1. Одномерное и двумерное преобразование Фурье в оптической системе.
2. Оптическая фильтрация (ФНЧ, ФВЧ, гребенчатые фильтры).
3. Акустооптическая ячейка как элемент ввода радиосигналов в оптический сигнальный процессор
4. Акустооптический спектроанализатор радиосигналов

5. Расчет характеристик оптического волокна (дисперсия, затухание, числовая апертура)  
Указания к практическим занятиям работам в учебно-методическом пособии [10],

### 3.3 Лабораторные занятия темам:

1. Оптический усилитель на допированном волокне  
Указания к лабораторным занятиям работам в учебно-методических пособиях [9],

### 3.4 Вопросы для проведения зачета:

2. Оптические методы обработки информации. Достоинства этих методов.
3. Двумерный оптический сигнал, его информационная структура.
4. Скалярная теория дифракции: формула Гюйгенса-Френеля, дифракции Френеля и Фраунгофера.
5. Преобразование световых полей элементами оптических систем
6. Преобразование Фурье (прямое) в оптической системе.
7. Обратное преобразование Фурье в оптической системе.
8. Операция интегрирования в оптической системе.
9. Операция фильтрации в оптической системе.
10. Операция дифференцирования в оптической системе.
11. Вычисление функции свертки в оптической системе.
12. Вычисление функции корреляции в оптической системе.
13. Согласованная фильтрация в оптике.
14. Голографический метод создания фильтров.
15. Фотопленка как оптический транспарант, ее основные характеристики.
16. АО модулятор как оптический транспарант.
17. АО частотомер, функциональная схема, принцип действия.
18. Области применения акустооптических процессоров в современной радиоэлектронике (системы глобальной ориентации),
19. Области применения акустооптических процессоров в современной радиоэлектронике (системы электронной борьбы), обработка сигналов фазированных антенных решеток и антенн с синтезированной апертурой).
20. Области применения акустооптических процессоров в современной радиоэлектронике (обработка сигналов фазированных антенных решеток и антенн с синтезированной апертурой).
21. Обобщенная структурная схема построения волоконно-оптической линии связи (ВОЛС),
22. Основные функциональные блоки ВОЛС, топологические реализации.
23. Каналообразование: частотное и временное разделение каналов.
24. Цифровые плездохронные ВОЛС: скорость передачи, канальность, группообразование.
25. Цифровые синхронные ВОЛС, основные принципы группообразования
26. Волоконно-оптические сети: топологии, особенности. Полностью оптические сети
27. Планарные и полосковые оптические волноводы
28. Одномодовый и многомодовый режимы распространения,
29. Дисперсия в оптических волноводах.
30. Оптическое волокно (ОВ). Особенности распространения излучения по ОВ.
31. Режим слабонаправляющего волновода.
32. Характеристическое уравнение, моды ОВ.
33. Виды дисперсии в ОВ.
34. Основные параметры ОВ: профиль показателя преломления,
35. Основные параметры ОВ числовая апертура,
36. Основные параметры ОВ Причины потерь в ОВ. коэффициент затухания,
37. Основные параметры ОВ ,полоса пропускания.
38. Оптические кабели и разъемы, их конструкции и параметры.
39. Методы изготовления оптических волокон и кабелей
40. Источники излучения передатчиков оптических линий связи: светодиоды
41. Источники излучения передатчиков оптических линий связи полупроводниковые лазеры, их основные рабочие характеристики.
42. Ввод оптического излучения в волокно.
43. Фотоприемники оптических систем передачи: лавинные фотодиоды, принцип действия и параметры
44. Фотоприемники оптических систем передачи: р-і-п. фотодиоды, принцип действия и параметры
45. Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта

Методические материалы для подготовки к зачету приведены в [1-10],

## 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ



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

#### 4.1. Основная литература

1. Ушаков В.Н. и др. Оптические устройства в радиотехнике: Учеб. пособие для вузов. - М.: Радиотехника, 2005. - 240 с. (75).
2. Скляр, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>

#### 4.2. Дополнительная литература:

3. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учеб пособие. - СПб. : Лань, 2011. - 528 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/684>
4. Дубнищев Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах [Электронный ресурс] : учеб. пособие /. – 2-е изд. - СПб. : Лань, 2011. - 368 с. Режим доступа <https://e.lanbook.com/book/698>
5. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/627>
6. Наумов К.П., Ушаков В.Н. Акустооптические сигнальные процессоры: Учеб. пособие для вузов. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002. -80 с. (21).
7. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ - М.: Техносфера, 2006. – 447 с. (14)

#### 4.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

##### 4.3.1 Обязательные учебно-методические пособия

8. Оптические устройства в радиотехнике: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс] / Куш Г. Г., Шарангович С. Н. — Томск: ТУСУР, 2010. — 46 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/18>
9. Шарангович, С. Н. Многоволновые оптические системы связи: Компьютерный лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Шарангович С. Н. — Томск: ТУСУР, 2016. — 158 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6030>
10. Шарангович, С. Н. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых волоконно-оптических систем передачи: Учебно-методическое пособие для студентов заочной формы обучения [Электронный ресурс] / Шарангович С. Н. — Томск: ТУСУР, 2011. — 92 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/285>. (дата обращения 14.01.2017) (учебно-методическое пособие по практическим занятиям)

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

11. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина». [Электронный ресурс]. URL <http://www.ph4s.ru/>; (дата обращения 14.01.2017)
12. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. [Электронный ресурс]. URL <http://elibrary.ru/defaultx.asp>; (дата обращения 14.01.2017)
13. Университетская информационная система Россия. [Электронный ресурс]. URL: <http://uisrussia.msu.ru/is4/-main.jsp>; (дата обращения 14.01.2017)