

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРО-  
НИКИ

Актуализировано:  
на заседании кафедры  
протокол от «20» июня 2017 г. №7  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Салихов Р.Б.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

 \_\_\_\_\_ /Балапанов М.Х.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина **ОПТИЧЕСКИЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

*(наименование дисциплины)*

\_\_\_\_\_ Профессиональный цикл, вариативная дисциплина \_\_\_\_\_

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

#### **программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

*(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки

\_\_\_\_\_ Оптические системы и сети связи \_\_\_\_\_  
*(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

\_\_\_\_\_ Бакалавр \_\_\_\_\_  
*(указывается квалификация)*

Разработчик (составитель)

Ст. преподаватель

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

 \_\_\_\_\_ / Лопатюк А.В.  
*(подпись/ Ф.И.О.)*

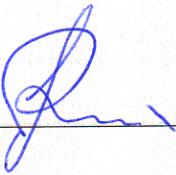
Для приема 2016г.  
Уфа 2017г.

Составитель / составители: ст. преподаватель Лопатюк А.В.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники протокол от от «20» июня 2017 г. №7

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники, протокол № 7 от «5 » июня 2018 г.

Заведующий кафедрой

 / Салихов Р.Б./

### Список документов и материалов

|  |  |
|--|--|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы  |  |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы   |  |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)  |  |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине  |  |
| 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания  |  |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций |  |
| 4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>  |  |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины   |  |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины  |  |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины  |  |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине   |  |

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**ОПК-4** способностью иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ

**ОПК-5** способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);

**ОПК-6** способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;

**ПК-12** готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Табл. 1

| Результаты обучения |   | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------|---|--|------------|
| Знания              | 1. Знать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи) | ОПК-5                                      |            |
|                     | 2. Знать виды специальной измерительной аппаратуры  | ОПК-6                                      |            |
|                     | 3. Знать компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ   | ОПК-4                                      |            |
| Умения              | 1. Определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи,  | ОПК-6                                      |            |
|                     | 2. Разрабатывать проекты и техническую документацию стандарты, технические условия и другие нормативные документы.  | ПК-12                                      |            |
|                     | 3. Самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ   | ОПК-4                                      |            |
|                     | 4. Использовать нормативную и правовую документацию, характерную для об-  | ОПК-5                                      |            |

|                                       |  |       |  |
|---------------------------------------|--|-------|--|
|                                       | ласти инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); |       |  |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | 1. Навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ   | ОПК-4 |  |
|                                       | 2. Навыки работы с контрольно-измерительной аппаратурой.   | ОПК-6 |  |
|                                       | 3. Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.   | ПК-12 |  |

## 1. 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» является вариативной частью программы и входит в раздел «Б1.В.1.14» (профессиональный цикл) ФГОС по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Целью изучения дисциплины является изучение оптических цифровых телекоммуникационных систем, конструкции и характеристики компонентов и устройств, методы расчета параметров каналов и трактов оптических цифровых телекоммуникационных систем.

Знания, полученные в результате освоения курса «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» позволяют изучить современные тенденции развития оптических линий связи, теорию оптических цифровых телекоммуникационных систем, конструкцию и характеристики компонентов и устройств оптических цифровых телекоммуникационных систем, общие принципы построения и функционирования аппаратуры цифровых волоконно-оптических систем передачи (ЦВОСП), принципы организации цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ЦВОЛТ), методы расчета параметров каналов и трактов, организованных посредством ЦВОСП, а также вопросы их проектирования и технической эксплуатации, вопросы проектирования и строительства магистральных и зональных волоконно-оптических систем передачи, основы проектирования, строительства и технической эксплуатации оптических линейных сооружений связи и их надежности.

Поэтому, изучение дисциплины является одним из необходимых элементов подготовки специалистов по данному направлению.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с такими дисциплинами, как: общая теория связи, схемотехника телекоммуникационных устройств, вычислительная техника и информационные технологии, цифровая обработка сигналов, основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, оптические направляющие среды.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: сети связи и системы коммутации, проектирование,

строительство и эксплуатация ВОЛС и др.

### 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы очной формы обучения представлено в Приложении № 1.

Содержание рабочей программы заочной формы обучения представлено в Приложении № 2.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

**ОПК-4** способность иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ

Экзамен

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)  | Критерии оценивания результатов обучения |   |   |   |
|-------------------------------------|--|--|---|---|---|
|                                     |  | 2 («Не удовлетворительно»)               | 3 («Удовлетворительно»)   | 4 («Хорошо»)  | 5 («Отлично»)   |
| Первый этап                         | Знать компьютер и компьютерных сети, компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ. | Не знает                                 | Имеет фрагментарные знания о работе на компьютере и в компьютерных сетях, с трудом осуществляет компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ; | Имеет достаточно полные знания о работе на компьютере и в компьютерных сетях, испытывает затруднения при осуществлении компьютерного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ; | Имеет достаточно полные знания о работе на компьютере и в компьютерных сетях, не испытывает затруднения при осуществлении компьютерного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ, всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; |
| Второй этап                         | Уметь самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием уни-        | Не умеет                                 | Уверенно может самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, с трудом осуществляет компьютерное моделирование   | Уверенно может самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, испытывает затруднения при осуществлении компьютерного   | Уверенно может самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, не испытывает затруднения при осуществлении компьютер-   |

|             |   |   |  |   |   |
|-------------|---|---|--|---|---|
|             | версальных пакетов прикладных компьютерных программ   |   | устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ  | моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ;  | ного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ;   |
| Третий этап | Владеть навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ | Не способен самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, не способен осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ | Владеет навыками самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, не способен осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ | Владеет навыками самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, испытывает затруднения при осуществлении компьютерного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ | Владеет навыками самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, способен осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ |

### Зачет

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)  | Критерии оценивания результатов обучения   |  |
|-------------------------------------|--|--|--|
|                                     |  | Не зачтено   | Зачтено  |
| Первый этап                         | Знать компьютер и компьютерных сети, компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ.   | Не знает или имеет фрагментарные знания о работе на компьютере и в компьютерных сетях, с трудом осуществляет компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ; | Имеет достаточно полные знания о работе на компьютере и в компьютерных сетях, не испытывает затруднения при осуществлении компьютерного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ, всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;. |
| Второй этап                         | Уметь самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ. | Не умеет или не может самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, с трудом осуществляет компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ     | Уверенно может самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, не испытывает затруднения при осуществлении компьютерного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ;  |
| Третий этап                         | Владеть навыками самостоятельной работы на ком-  | Не владеет навыками самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, не способен  | Владеет навыками самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, способен осуществ-  |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | пьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ.. | осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ | лать компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ |
|--|---|---|---|

**ОПК-5** способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);

Экзамен

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)  | Критерии оценивания результатов обучения |  |   |  |
|-------------------------------------|--|--|--|---|--|
|                                     |  | 2 («Не удовлетворительно»)               | 3 («Удовлетворительно»)  | 4 («Хорошо»)  | 5 («Отлично»)  |
| Первый этап                         | Знать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);              | Не знает;                                | Имеет фрагментарные знания нормативной и правовой документации, характерной для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | Имеет не достаточно полные знания нормативной и правовой документации, характерной для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | Имеет достаточно полные знания нормативной и правовой документации, характерной для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); |
| Второй этап                         | Уметь использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | Не умеет                                 | С трудом использует нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Меж-                                       | Не достаточно уверенно может использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стан-   | Уверенно может использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомен-  |

|             |   |  |  |  |  |
|-------------|---|--|--|--|--|
|             |   |  | дународного союза электросвязи);   | дарты, рекомендации Международного союза электросвязи);  | дации Международного союза электросвязи);  |
| Третий этап | Владеть навыками использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | Не способен использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | С трудом способен использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | Не достаточно уверенно способен использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | Уверенно способен использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); |

### Зачет

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)  | Критерии оценивания результатов обучения  |  |
|-------------------------------------|--|---|--|
|                                     |  | Не зачтено  | Зачтено  |
| Первый этап                         | Знать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи).              | Не знает или имеет фрагментарные знания нормативной и правовой документацию, характерной для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | Имеет достаточно полные знания нормативной и правовой документации, характерной для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); |
| Второй этап                         | Уметь использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи). | Не умеет или с трудом использует нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);        | Уверенно может использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);    |

|             |   |  |  |
|-------------|---|--|--|
|             | систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);  | нические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);  | национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);   |
| Третий этап | Владеть навыками использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | Не способен или с трудом способен использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | Уверенно способен использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); |

**ОПК-6** способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;

**Экзамен**

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)  | Критерии оценивания результатов обучения |  |  |  |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|
|                                     |  | 2 («Не удовлетворительно»)               | 3 («Удовлетворительно»)  | 4 («Хорошо»)   | 5 («Отлично»)  |
| Первый этап                         | Знать основные виды измерений используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;<br>Знать виды специальной измерительной аппаратуры. | Не знает                                 | Имеет фрагментарные знания об основные виды измерений используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;<br>Имеет фрагментарные знания видов специальной измерительной аппаратуры. | Имеет не достаточно полные знания основных видов измерений используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;<br>Знает виды специальной измерительной аппаратуры | Имеет достаточно полные знания основных видов измерений используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;<br>Знает виды специальной измерительной аппаратуры. |
| Второй этап                         | Уметь определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи. проводить  | Не умеет                                 | Испытывает трудности при определении передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих  | Уверенно может определять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред  | Уверенно может определять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред  |

|             |  |  |   |   |   |
|-------------|--|--|---|---|---|
|             | инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;   |  | щих сред электросвязи, не умеет проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;  | электросвязи, но испытывает трудности при проведении инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;   | электросвязи, не испытывает трудности при проведении инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;   |
| Третий этап | Владеть навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой. Проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; | Не способен работать с различными видами контрольно-измерительной аппаратурой, испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения измерительных работ, | Способен работать с различными видами контрольно-измерительной аппаратурой испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения измерительных работ, не способен внедрять данные для решения поставленных задач | Владеет способностью работать с различными видами контрольно-измерительной аппаратурой, не испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения измерительных работ, не способен внедрять данные для решения поставленных задач | Владеет навыками работы с различными видами контрольно-измерительной аппаратурой, не испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения измерительных работ с последующим внедрением данных для решения поставленных задач, способен внедрять данные для решения поставленных задач |

### Зачет

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)  | Критерии оценивания результатов обучения   |   |
|-------------------------------------|--|--|---|
|                                     |  | Не зачтено   | Зачтено   |
| Первый этап                         | Знать основные виды измерений используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;<br>Знать виды специальной измерительной аппаратуры.                 | Не знает или имеет фрагментарные знания об основные виды измерений используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;<br>Не знает или имеет фрагментарные знания видов специальной измерительной аппаратуры.   | Имеет достаточно полные знания основных видов измерений используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;<br>Знает виды специальной измерительной аппаратуры.  |
| Второй этап                         | Уметь определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи. проводить инструментальные | Не умеет или испытывает трудности при определении передаточных, физических, механических и конструктивных характеристик оптических направляющих сред электросвязи, не умеет проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; | Уверенно может определять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи, не испытывает трудности при проведении инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; |

|             |  |  |   |
|-------------|--|--|---|
|             | измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;  | т  |   |
| Третий этап | Владеть навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой. Проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; | Не способен работать с различными видами контрольно-измерительной аппаратурой, испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения измерительных работ, | Владеет навыками работы с различными видами контрольно-измерительной аппаратурой, не испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения измерительных работ с последующим внедрением данных для решения поставленных задач, способен внедрять данные для решения поставленных задач |

**ПК-12** готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Экзамен

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)   | Критерии оценивания результатов обучения  |   |   |   |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|
|                                     |   | 2 («Не удовлетворительно»)  | 3 («Удовлетворительно»)   | 4 («Хорошо»)  | 5 («Отлично»)   |
| Первый этап                         | Знать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;                | Не знает  | Имеет фрагментарные знания о соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; | Имеет не достаточно полные знания о соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;и       | Имеет достаточно полные знания соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; |
| Второй этап                         | Уметь контролировать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; | Не умеет  | Умеет с трудом контролировать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Не достаточно уверенно умеет контролировать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Уверенно умеет контролировать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;  |
| Третий этап                         | Владеть навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным доку-  | Не владеет навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим усло- | Не достаточно владеет навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стан-  | Не уверенно владеет навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техни-   | Уверенно владеет навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации услови-   |

|  |         |                                       |   |                                     |                                     |
|--|---------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
|  | ментам; | виям и другим нормативным документам; | дартам, техническим условиям и другим нормативным документам; | ям и другим нормативным документам; | ям и другим нормативным документам; |
|--|---------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|

### Зачет

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)  | Критерии оценивания результатов обучения   |   |
|-------------------------------------|--|--|---|
|                                     |  | Не зачтено   | Зачтено   |
| Первый этап                         | Знать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;                     | Не знает или имеет фрагментарные знания о соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; | Имеет достаточно полные знания соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;     |
| Второй этап                         | Уметь контролировать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;      | Не умеет или умеет с трудом контролировать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Уверенно умеет контролировать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;      |
| Третий этап                         | Владеть навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; | Не владеет навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;              | Уверенно владеет навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; |

### Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

### Шкалы оценивания:

(*для экзамена*:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

*для зачета*:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

| Этапы освоения         | Результаты обучения  | Компетенция | Оценочные средства                         |
|------------------------|--|-------------|--|
| 1-й этап<br><br>Знания | Знать компьютер и компьютерных сети, компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ  | ОПК-4       | Лабораторные работы; тесты; зачет; экзамен |
|                        | Знать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);.             | ОПК-5       |  |
|                        | Знать основные виды измерений используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;<br>Знать виды специальной измерительной аппаратуры  | ОПК-6       |  |
|                        | Знать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;   | ПК-12       |  |
| 2-й этап<br><br>Умения | Уметь самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ  | ОПК-4       | Лабораторные работы; тесты; зачет; экзамен |
|                        | Уметь использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | ОПК-5       |  |
|                        | Уметь определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи. проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуника-  | ОПК-6       |  |

|                                  |   |       |   |
|----------------------------------|---|-------|---|
|                                  | ционных технологий и систем связи;<br>Уметь контролировать соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;<br>и информатики  | ПК-12 |   |
| 3-й этап<br><br>Владеть навыками | Владеть навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ   | ОПК-4 | Лабораторные работы;<br>тесты; зачет; экзамен |
|                                  | Владеть навыками использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи); | ОПК-5 |   |
|                                  | Владеть навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой. Проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;  | ОПК-6 |   |
|                                  | Владеть навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;  | ПК-12 |   |

#### **4.3 Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 3.

#### **Вопросы к тесту**

- 1) Формула емкости канала связи?

$$c = 2 \times f_{cp} \times \log_2 N$$

- 2) Формула динамического диапазона по мощности?

$$D = \frac{S}{N}$$

- 3) Сколько формируется в ИКМ первичных цифровых каналов ?-30 каналов  
4) Сколько формируется в ИКМ вторичных цифровых каналов ?- 120 каналов  
5) Сколько формируется в ИКМ третичных цифровых каналов? -480 каналов  
6) Сколько формируется в ИКМ четвертичных цифровых каналов?- 1920 каналов  
7) Что представляет собой полоса расфилтровки ? -Это частотный интервал между боковыми полосами.

- 8) Сколько содержится стандартных телефонных каналов в стандарте ССІТТ в основной канальной группе?-12 телефонных каналов
- 9) Как называется основная супергруппа в стандарте ССІТТ ?– вторичная группа
- 10) Выберите правильное определение реального искажения импульсов (неравномерности АЧХ)? - это затягивание фронтов и среза импульсов , возникновение импульсов, может привести к перекрытию временных интервалов между каналами и вызвать переходные помехи.
- 11) Как характеризуется квантующее устройство? -Квантующее устройство характеризуется шагом квантования и напряжением ограничения.
- 12)  $\sigma = ?$ , - это шаг квантового расстояния между соседними разрешенными уровнями.
- 13) Что представляет собой амплитуда каждого квантованного отсчета? - представляется в виде двоичной последовательности m- разрядной кодовой последовательности.
- 14) Что такое BER? -Этo уровень битовых ошибок
- 15) Что такое LOF? -это потери фреймовой синхронизации.
- 16) Что такое LOM ? -это потери сигнала выравнивание фрейма.
- 17) Что расформируется функциями регенератора на границе регенераторных секций? – RSOH
- 18) Где формируется MSOH?- проходит прозрачно через регенератор и собирается и разбирается на границе мультиплексной секции, где формируется группа административных секций
- 19) Формула Пуассона
- $$P(n) = \bar{n}^n \times \frac{R^{-n}}{n!}$$
- 20) BER<....- номинальный режим работы  
 BER<  $10^{-9}$  - нормальный режим работы  
 BER>  $10^{-6}$  - предаварийный режим работы  
 BER  $\geq 10^{-3}$  - аварийный режим работы
- 21) В каких системах лазерный диод светит непрерывным сигналом?
- 22) В параметре кода относительная скорость передачи  $F = ?$
- 23) Определение транспондера? – это волновой конвертер и усилитель мощности оптического излучения.
- 24) По какой формуле находим Q фактор?
- $$Q = \frac{I_1 - I_0}{\sigma_1 + \sigma_0} = \frac{U_1 - U_0}{\sigma_1 + \sigma_0}$$
- 25) Существующее сегодня оборудование SDH способно передавать информацию со следующими линейными скоростями: 155 Мбит/с (STM-1), 622 Мбит/с (STM-4), 2,5 Гбит/с (STM-16). При этом для подключения пользователям предлагаются интерфейсы E1-E3.
- 26) Что представляет собой виртуальный контейнер VC? Как он образуется?
- 27) Что образуется в результате добавления к контейнеру трактового(маршрутного) заголовка? - Получается виртуальный контейнер.
- 28) Виртуальные контейнеры находятся в идеологической и технологической связи с контейнерами, что соответствует контейнеру C-12 - соответствует виртуальный

контейнер VC-12 (передача потока E1), C-3 — VC-3 (передача потока E3), C-4 — контейнер VC-4(передача потока STM-1).

#### Критерии оценки

Правильность ответов оценивает компьютерная программа moodle – максимальная оценка 10 баллов.

#### Вопросы к текущему контролю по теоретическому материалу

##### 7 семестр

1. Современные тенденции развития связи.
2. Сигналы и их основные характеристики.
3. Структура систем связи.
4. Способы передачи сигналов.
5. Стандартный телефонный канал.
6. Импульсно-кодовая модуляция.
7. ИКМ – иерархия.
8. Частотное мультиплексирование.
9. Временное синхронное мультиплексирование.
10. Временное асинхронное мультиплексирование.
11. Амплитудно-импульсная модуляция.
12. Дельта-модуляция.
13. Коэффициент битовой ошибки. BER.
14. Глаз-диаграмма.
15. Кодирование в ОСП.
16. Требования к кодам. Параметры кодов.
17. Классификация кодов.
18. Структурная схема оконечной станции цифровой системы передачи.
19. Синхронизация в системах передачи..
20. Генераторное оборудование.
21. Плезиохронная цифровая иерархия.
22. Схема мультиплексирования PDH.
23. Структура фрейма и мультифрейма PDH.
24. Топология систем PDH.
25. Синхронная цифровая иерархия.
26. Схема мультиплексирования потоков в SDH.
27. Формирование модуля STM-1.
28. Формирование модуля STM-N.
29. Функциональные модули реальных сетей SDH.
30. Топология сетей SDH.
31. Методы модуляции оптической несущей.
32. Спектральное мультиплексирование. WDM системы.
33. Частотный план WDM систем. Современный рабочий диапазон WDM систем.
34. Затухание в WDM системах. Стандартные соединения WDM систем.
35. Схема ВОЛС с WDM.
36. Инверсное мультиплексирование.
37. Оптический усилитель EDFA/
38. Оптический Рамановский распределенный усилитель.
39. Сети FDDI.
40. Сети Ethernet.
41. Полностью оптические сети.

#### Критерии оценки

Один правильный ответ – 1 балл.

## Вопросы к экзамену ОЦТС (часть 2) 8 семестр

1. Системы автоматизированного проектирования ВОЛП. Обзор средств моделирования оптических компонентов и ВОЛП.
2. Общее описание САПР LinkSim. Логические блоки и компоненты.
3. Модель оптического волокна в САПР LinkSim.
4. Расчет показателей качества канала цифровой ОСП. Q-фактор. Идентификация глаз-диаграммы.
5. Контроль параметров ошибок цифрового канала связи. Измерение коэффициента ошибок с перерывом и без перерыва связи.
6. Технология оптической транспортной сети OTN. Структура сигналов OTN,
  7. Функциональные единицы OTN, иерархия скоростей, рекомендации МСЭ-Т.
8. Прямая коррекция ошибок в оптических системах передачи. Принцип функционирования, виды FEC и их возможности, терминология.
9. Задачи и методы компенсации хроматической дисперсии линий передачи сетей связи. Управление дисперсией ОВ.
10. Электронная компенсация дисперсии: применение электронных эквалайзеров, оценка последовательности по максимальному правдоподобию.
11. Компенсация дисперсии с помощью волоконных Брэгговских решеток.
12. Волокна с компенсацией дисперсии.
13. Когерентные ВОСП. Принципы функционирования когерентных ВОСП, структура, требования к компонентам, преимущества и недостатки.
14. Перспективные форматы модуляции оптической несущей в современных ОСП BPSK, QPSK, CP-DQPSK. Понятие сигнального созвездия. Структурная схема когерентного приемопередатчика.
15. Многомодовые оптические волокна на компактных многопортовых сетях связи. Типы MM OВ, LOMF волокна. Факторы искажений сигналов в MM OВ в маломодовом режиме.

### Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 4.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

### Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены незначительные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании

основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный.

### Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

При изучении дисциплины «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

Самостоятельная работа с литературой. Темы для самостоятельного изучения приведены в рабочей программе по каждому модулю с указанием параграфов основной и дополнительной литературы, в достаточном количестве содержащейся в библиотеке. Контроль данной работы проходит в начале лекционного занятия в течение 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная подготовка по материалам лекций к прохождению промежуточного и рубежного контроля. Вопросы по данным видам контроля приведены в соответствующей главе и выдаются студентам заблаговременно. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течении 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе, включающая в себя изучение теоретического материала, планирование эксперимента, подготовку экспериментального журнала. Необходимый методический материал приведен в Методических указаниях к лабораторной работе, выдаваемых студенту преподавателем заранее. Перечень методических указаний приведен в пункте дополнительной литературы. Контроль данной работы проходит в начале каждого лабораторного занятия в течении 10-15 минут в виде допуска по результатам рабочей дискуссии микро группы студентов, совместно выполняющих данный физический эксперимент.

Самостоятельная работа по математической обработке и анализу полученных результатов, подготовке отчета и ответа на контрольные вопросы. Контроль данной работы проходит на лабораторном занятии в виде защиты отчета и ответа на контрольные вопросы.

Тематика лабораторных работ:

| № п/п | Наименование лабораторных работ   |
|-------|---|
| 1     | Исследование отрезка прямого волоконного световода.   |
| 2     | Исследование Y-образного ответвителя.   |
| 3     | Исследование направленного волоконно-оптического ответвителя.                                 |
| 4     | Исследование массива направляющих ответвителей.   |
| 5     | Исследование многослойной структуры X-образного планарного ответвителя.                       |
| 6     | Исследование демонстрационной модели 10-Гигабитной одноканальной линии связи.                 |
| 7     | Исследование одноканальной оптической линии связи со скоростью передачи информации 10 Гбит/с. |

|    |  |
|----|--|
| 8  | Исследование одноканальной оптической линии связи с внешней модуляцией сигнала.  |
| 9  | Исследование одноканальной оптической линии связи с 4-х волновым смещением.  |
| 10 | Исследование 2-х канальной 10 гигабитной оптической линии связи содержащей WDM.  |
| 11 | Исследование 4-х канальной 10 гигабитной оптической линии связи содержащей DWDM.                                       |
| 12 | Изучение структуры потока E1, принципов формирования ОЦК   |
| 13 | Изучение устройства, основ технической эксплуатации и обслуживания PDH мультиплексов, измерение параметров ошибок ОЛТ. |
| 14 | Изучение основных принципов построения SDH.  |
| 15 | Изучение терминальной программы управления SDH мультиплексором.  |

Критерии оценки

Каждая работа максимум 5 баллов.

« Оптические цифровые телекоммуникационные системы» Методические указания по выполнению лабораторных работ, РИЦ БашГУ, 2018г.

## Участие в конференциях, публикация статей

### 1. Публикация статей – 5 баллов

| Критерии  | Оценка (в баллах)  |                     |
|---|--|---------------------|
|   | Тип работы   | Реферативная работа |
|   | Работа носит исследовательский характер                      | 0,3                 |
|   | Работа является исследованием                                | 0,6                 |
| Использование известных данных и научных фактов | Не использует никаких данных                                 | 0                   |
|   | Автор использовал известные данные                           | 0,4                 |
|   | Использованы уникальные научные данные                       | 0,6                 |
| Полнота цитируемой литературы, ссылка на ученых | Использован учебный материал                                 | 0,1                 |
|   | Использованы специализированные издания                      | 0,3                 |
|   | Использованы интернет ресурсы                                | 0,6                 |
| Актуальность работы                             | Изучение вопроса не является актуальным                      | 0                   |
|   | Представленная работа привлекает интерес своей актуальностью | 0,4                 |
|   | Работа содержит научный характер                             | 0,6                 |
| Степень новизны полученных результатов          | Работа не содержит ничего нового                             | 0                   |
|   | В работе доказан уже установленный факт                      | 0,4                 |
|   | В работе получены новые данные                               | 0,6                 |

## 2. Участие в конференции- 5 баллов

|   |   |        |
|---|---|--------|
| Творческий подход к отбору и структурированию материала   | - | 1 балл |
| Новизна и самостоятельность при постановке проблемы   | - | 1 балл |
| Выступление не является простым чтением с экрана  | - | 1 балл |
| В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах                      | - | 1 балл |
| Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций | - | 1 балл |

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература:

#### 7 семестр

1. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для ВУЗов/ В.И. Иванов, В.Н. Гордиенко, Г.Н. Попов и др.; Под ред. В.И. Иванова.- М.: Горячая линия – Телеком, 2003.- 232с.: ил.
2. Крухмалев В.В., В.Н. Гордиенко, Моченов А.Д. Цифровые системы передачи: Учебное пособие для вузов/ Под ред. Моченова А.Д.- М.: Горячая линия – Телеком, 2007.- 352 с.: ил.
3. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи.- М.:Радио и связь,2009.
4. Р.Р. Убайдулаев. Волоконно-оптические сети.-М.: Эко-трендз, 2000.-267с.,ил.
5. О.К. Скляр. Волоконно-оптические сети и системы связи.- М.: СОЛОН- Пресс, 2008.- 272с.: ил.
6. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика: Пер. с англ.- М.: Мир, 1996, -323 с.
7. Пропис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. -800 с.: ил.
8. Беллами Дж. Цифровая телефония: Пер. с англ. / Под ред. А.Н. Берлина, Ю.Н. Чернышова – М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 с.
9. Скляр Бернад. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 1104 с.
10. Р.Р. Убайдулаев. Волоконно-оптические сети. -М.: Эко-трендз, 2000.-267с.,ил.
11. Жирар А. Руководство по технологии и тестированию систем WDM. – М.: EXFO, 2001. / Пер. с англ. под ред. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева, А.В. Шмалько.
12. Руководящий технический материал по построению ТСС на ЦСС РФ. ЦНИИС Москва 1995.
13. Синхронизация телекоммуникационных сетей: Синхронизация сетей SDH/SONET. Сообщение по применению 1264-2. Hewlett Packard. 1995.
13. Давыдкин П.Н., Колтунов М.Н., Рыжков А.В. Тактовая сетевая синхронизация. Под ред. М.Н. Колтунова – М.: Эко-Трендз, 2004. – 205 с.: ил.

14. Колинъко Т.А, Измерения в цифровых системах связи. Практическое руководство. – К.: БЕК+, 2002. – 320 с.
15. LinkSIM 3.4 User Guide. RSoft Design Group, 2003. Руководство пользователя.
16. LinkSIM 3.4 Models Reference. RSoft Design Group, 2003. Руководство пользователя.
17. ITU-T Rec. G.sup39 (02/06), Рассмотрение вопросов расчета и проектирования оптических систем.
18. ITU-T Rec. G.662 (07/05), Типовые характеристики приборов и подсистем на базе оптических усилителей.
19. ITU-T Rec. G.694.1 (06/02), Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid.
20. ITU-T Rec. G.694.2 (12/03), Spectral grids for WDM applications: CWDM frequency grid.
21. ITU-T Rec. G.695 (12/06), Optical interfaces for coarse wavelength division multiplexing applications.
22. ITU-T Rec. G.695 (10/98), Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers.
23. ITU-T Rec. G.665 (01/05), Generic characteristics of Raman amplifiers and Raman amplified subsystems.
24. ITU-T Rec. G.663 (04/00), Application related aspects of optical amplifier devices and subsystems

## **5.2 Дополнительная литература**

1. Многоканальные системы передачи: Учебник для вузов / Н.Н. Баева, В.Н. Гордиенко, С.А. Курицын и др.; Под ред. Н.Н. Баевой, В.Н. Гордиенко. - М. : Радио и связь. -1997. - 560 с.: ил.
2. Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. -М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 1999.-671 с.: ил.
3. Оптические системы передачи: Учебник для вузов / Скворцов Б.В., Иванов В.И., Крухмалев В.В. и др.; Под ред. В.И. Иванова.- М.: Радио и связь.- 1994.- 224 с.: ил.

## **8 семестр**

### **5.1 Основная литература:**

1. Иванов А.Б. Волоконная оптика. Компоненты, системы передачи, измерения. -М.: Сайрус системс, 1999.-671с.,ил.
2. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи /2е изд. –М.: Радио и связь, 2003, -468 с.: ил.
3. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика: Пер. с англ.- М.: Мир, 1996, -323 с.
4. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. -800 с.: ил.

5. Беллами Дж. Цифровая телефония: Пер. с англ. / Под ред. А.Н. Берлина, Ю.Н. Чернышова – М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 с.
6. Скляр Бернард. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 1104 с.
7. Р.Р. Убайдулаев. Волоконно-оптические сети. -М.: Эко-трендз, 2000.-267с.,ил.
8. Жирар А. Руководство по технологии и тестированию систем WDM. – М.: EXFO, 2001. / Пер. с англ. под ред. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева, А.В. Шмалько.
9. Руководящий технический материал по построению ТСС на ЦСС РФ. ЦНИИС Москва 1995.
10. Синхронизация телекоммуникационных сетей: Синхронизация сетей SDH/SONET. Сообщение по применению 1264-2. Hewlett Packard. 1995.
11. Давыдкин П.Н., Колтунов М.Н., Рыжков А.В. Тактовая сетевая синхронизация. Под ред. М.Н. Колтунова – М.: Эко-Трендз, 2004. – 205 с.: ил.
12. Колинько Т.А, Измерения в цифровых системах связи. Практическое руководство. – К.: ВЕК+, 2002. – 320 с.
13. Govind P. Agrawal Fiber-Optic Communication Systems. – New York: John Wiley & Sons, 2002. – 580 p.
14. Govind P. Agrawal Lightwave Technology: Telecommunication Systems. – New York: John Wiley & Sons, 2005. – 480 p.
15. Fiber Optics Handbook: Fiber, Devices, and Systems for Optical Communications / Eds. M. Bass, E.W. Van Stryland. – McGraw-Hill Professional, 2001. – 416 p.
16. Photonic Crystal Fibers. Ed. Anders Bjarklev, Springer Science, 2003.
17. Gilles Renversez, Andre Nicolet, Frédéric Zolla Foundations of Photonic Crystal Fibres, Imperial College Press, 2005
18. Слепов Н. Фотонно-кристаллическое волокно - уже реальность. Новые типы оптических волокон и их применение. – Электроника: Наука, Технология, Бизнес, №5, 2004, с.80-84.
19. Слепов Н. Фотонные кристаллы и их использование. – Электроника: Наука, Технология, Бизнес, № 2, 2000, с.32–35.
20. О.Е. Наний, Е.Г. Павлова Фотонно-кристаллические волокна. – Lightwave RE, 2004, №3, с.47-53.
21. Желтиков А.М. Дырчатые волноводы. УФН, т. 170(11), с.1203, 2000.
22. T.A. Birks, J.C. Knight, and P.St.J. Russell Endlessly single-mode photonic crystal fiber, Opt. Lett., Vol. 22(13), p. 961, 1997.
23. J. C. Knight, T. A. Birks, P. St. J. Russell and D. M. Atkin All-silica single-mode optical fiber with photonic crystal cladding, Opt. Lett., Vol. 21(19), p. 1546, 1996.
24. S. E. Barkou, J. Broeng, A. Bjarklev Dispersion properties of photonic bandgap guiding fibers, OFC, 1999.
25. E. Yablonovitch Photonic band-gap structures, J. Opt. Soc. Am. B, Vol. 10(2), p. 283, 1993.
26. LinkSIM 3.4 User Guide. RSoft Design Group, 2003.
27. LinkSIM 3.4 Models Reference. RSoft Design Group, 2003.
28. ITU-T Rec. G.sup39 (02/06), Рассмотрение вопросов расчета и проектирования оптических систем.
29. ITU-T Rec. G.662 (07/05), Типовые характеристики приборов и подсистем на базе оптических усилителей.
30. ITU-T Rec. G.694.1 (06/02), Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid.
31. ITU-T Rec. G.694.2 (12/03), Spectral grids for WDM applications: CWDM frequency grid.

32. ITU-T Rec. G.695 (12/06), Optical interfaces for coarse wavelength division multiplexing applications.
33. ITU-T Rec. G.695 (10/98), Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers.
34. ITU-T Rec. G.665 (01/05), Generic characteristics of Raman amplifiers and Raman amplified subsystems.
35. ITU-T Rec. G.663 (04/00), Application related aspects of optical amplifier devices and subsystems

### 5.2.Дополнительная литература:

1. Дж. Гауэр. Оптические системы связи. Пер. с англ.-М.: Радио и связь,1989.-502 с.
2. А. Козанне, Ж. Флере Оптика и связь М.: Мир 1984.
3. Чео П.К. Волоконная оптика: Приборы и системы: Пер. с англ. –М.: Энергоатомиздат, 1988
4. Дж. Мидвинтер Волоконные световоды для передачи информации. М.: Радио и связь, 1983
5. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. – М.: Техносфера, 2003. – 440 с.
6. Справочник по волоконно-оптическим линиям связи / Под ред. С.В. Свечникова и Л.М. Андрушко. – К.: Тэхника, 1988. – 239 с.
7. Okamoto K. Fundamentals of Optical Waveguides. – Academic Press, 2000. – 428 p.
8. Saleh B.E.A., Teich M.C. Fundamentals of Photonics. – John Wiley & Sons, 1991. – 992 p.

### 5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

Курсы и конспекты лекций по материалам опто-электронной техники доступны по следующим адресам:

[http://mateltech.narod.ru/course/course\\_cont.htm](http://mateltech.narod.ru/course/course_cont.htm) (курс лекций МТУСИ)

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

BeamPROP. RSoft Design Group, 2003

LinkSIM 3.4 User Guide. RSoft Design Group, 2003.

LinkSIM 3.4 Models Reference. RSoft Design Group, 2003.

|   |   |   |  |  |   |
|---|---|---|--|--|---|
| 1 | Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ»                          | Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ | Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет | Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет | <a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>   |
| 2 | Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» | Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий   | Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет | Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет      | <a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a> |

|   |   |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|---|
|   |   |   |  | тернет  |   |
| 3 | Электронно-библиотечная система издательства «Лань» | Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий | Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет | Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет | <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> |

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

Лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории физико-технического института (210 кабинет). В таблице 5 приведены сведения об основном оборудовании, которое используется при выполнении лабораторных работ по указанным модулям.

Таблица 5

Сведения об обеспеченности образовательного процесса специализированным и лабораторным оборудованием

| № п/п | Наименование модулей  | Перечень основного оборудования, используемого для проведения лабораторных занятий      |
|-------|---|---|
| 1     | 2   | 3   |
| 1     | Исследование отрезка прямого волоконного световода.                           | Компьютерный класс. Образцы оптических волокон.   |
| 2     | Исследование Y-образного ответвителя.   | Компьютерный класс. Y-образный оптический ответвитель.                                  |
| 3     | Исследование направленного волоконно-оптического ответвителя.                 | Компьютерный класс. Направленный волоконно-оптический ответвитель.                      |
| 4     | Исследование массива направляющих ответвителей.                               | Компьютерный класс. Направленный волоконно-оптический ответвитель.                      |
| 5     | Исследование многослойной структуры X-образного планарного ответвителя.       | Компьютерный класс. Направленный X-образный планарный волоконно-оптический ответвитель. |
| 6     | Исследование демонстрационной модели 10-Гигабитной одноканальной линии связи. | Компьютерный класс. Макет оптической линии связи.                                       |
| 7     | Исследование одноканальной оптической ли-                                     | Компьютерный класс. Макет оптической линии связи.                                       |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    | нии связи со скоростью передачи информации 10 Гбит/с.  |  |
| 8  | Исследование одноканальной оптической линии связи с внешней модуляцией сигнала.  | Компьютерный класс. Макет оптической линии связи.        |
| 9  | Исследование одноканальной оптической линии связи с 4-х волновым смещением.  | Компьютерный класс. Макет оптической линии связи.        |
| 10 | Исследование 2-х канальной 10 гигабитной оптической линии связи содержащей WDM.  | Компьютерный класс. Макет оптической линии связи.        |
| 11 | Исследование 4-х канальной 10 гигабитной оптической линии связи содержащей DWDM.   | Компьютерный класс Макет оптической линии связи.         |
| 12 | Изучение структуры потока E1, принципов формирования ОЦК   | Компьютерный класс. Оборудование цифровой ВОЛП «МОРИОН». |
| 13 | Изучение устройства, основ технической эксплуатации и обслуживания PDH мультиплексоров, измерение параметров ошибок ОЛТ. | Компьютерный класс. Оборудование цифровой ВОЛП «МОРИОН». |
| 14 | Изучение основных принципов построения SDH.  | Компьютерный класс. Оборудование цифровой ВОЛП.          |
| 15 | Изучение терминальной программы управления SDH мультиплексором.  | Компьютерный класс. Оборудование цифровой ВОЛП.          |

| <b>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</b> | <b>Вид занятий</b>  | <b>Наименование оборудования, программного обеспечения</b> |
|--|---------------------|--|
| <b>1</b>   | <b>2</b>            | <b>3</b>   |
| Аудитория (415 кабинет)  | Лекции              | Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска           |
| Аудитория (210 кабинет)  | Лабораторные работы | Компьютер, доска. Оборудование цифровой ВОЛП.              |
|  |                     |  |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <p>Оптические цифровые телекоммуникационные системы</p> | <p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория 415 (физико-математический корпус учебное)</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа:</b> аудитория 210 (физико-математический корпус учебное)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория 210</p> <p><b>4. помещения для самостоятельной работы:</b> Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж).</p> | <p><b>Аудитория 415</b><br/>Доска, учебная мебель, проектор</p> <p><b>Аудитория 210</b><br/>Учебная мебель, доска аудиторная, компьютер 12 штук, лабораторный комплекс – 1.</p> <p><b>Читальный зал № 2</b><br/>Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</li> <li>Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г.. Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</li> <li>Компас-3D V13. Проектирование и конструирование в машиностр. Договор №263 от 07.12.2012 г. Лицензия Плавающая - 50 шт. Бессрочная.</li> <li>Moodle. Лицензион <a href="http://www.gnu.org/licenses/gpl.html">http://www.gnu.org/licenses/gpl.html</a></li> </ol> |
|---|--|---|--|

Приложение 1

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Оптические цифровые телекоммуникационные системы на 7-8 семестрах  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

| Вид работы  | Объем дисциплины                             |
|---|--|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)   | 8/288  |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  | 160  |
| лекций  | 36 <u>7 семестр</u><br>30 <u>8 семестр</u>   |
| практических/ семинарских/  |  |
| лабораторных  | 54 <u>7 семестр</u><br>40 <u>8 семестр</u>   |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,2 <u>7 семестр</u><br>1,2 <u>8 семестр</u> |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 53,8 <u>7 семестр</u><br>47 <u>8 семестр</u> |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   | - <u>7 семестр</u><br>25,8 <u>8 семестр</u>  |

Форма(ы) контроля:

экзамен 8 семестр

зачет 7 семестр

**Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий**

## 7 семестр

Таблица 3

| №<br>п/п         | Тема и содержание  | Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа) |            |    |    | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам | Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач        | Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|------------------|--|--|------------|----|----|---|--|--|
|                  |  | Лек  | Пр/<br>Сем | ЛР | СР |   |  |  |
| 1                | 2  | 3  | 4          | 5  | 6  | 7   | 8  | 9  |
| <b>Модуль 1:</b> |  |  |            |    |    |   |  |  |
| 1.               | <b>Основные задачи техники цифровых оптических систем передачи и их место на сети связи.</b><br>Основные задачи техники цифровых оптических систем передачи: эффективное использование волоконно-оптических линий связи, создание каналов и трактов передачи, соответствующих современным требованиям. Виды и классификация ЦВОСП. | 2  |            |    | 2  | [1] § 1.1, 1.2  | Виды и классификация ЦВОСП.<br>[3] § 1.1   |  |
| 2.               | <b>Структура цифровых оптических систем передачи.</b><br>Обобщенная структурная схема оптических систем передачи. Понятие оптического линейного тракта. Структура информационного оборудова-   | 2  |            | 4  | 4  | [1] § 1.3, 1.4<br>[2] § 1.1, 1.2                              | Одноволоконные и двухволоконные схемы организации двухсторонней связи.<br>[4] §1.1-1.1.3 | отчет к лаб. работе,   |

|    |   |   |  |   |   |   |  |                              |
|----|---|---|--|---|---|---|--|------------------------------|
|    | <p>ния оконечной и промежуточной станций оптического линейного тракта. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации двухсторонней связи.</p>   |   |  |   |   |   |  |                              |
| 3. | <p><b>Алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов.</b></p> <p>Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования сигнала. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Нелинейное квантование сигнала по уровню. Помехи квантования и ограничения сигнала по уровню, выбор метода формирования и определение параметров амплитудной характеристики квантующего устройства. Адаптивные дифференциальные методы модуляции: АДИКМ, адаптивная дельта-модуляция (АДМ).</p> | 2 |  | 4 | 4 | [1 ] § 2.1-2.4, 3.1, 3.2<br>[2 ] § 2.2, 2.3 | <p>Адаптивные дифференциальные методы модуляции: АДИКМ, адаптивная дельта-модуляция (АДМ).<br/>[1 ] § 2.2-2.4<br/>[2 ] § 2.3</p> | отчет к лаб. работе,         |
| 4  | <p><b>Структурная схема оконечной станции ЦВОСП и основные узлы оборудования.</b></p> <p>Приемопередатчик первичной ЦВОСП, устройство и назначение его узлов. Кодеки с линейной и нелинейной амплитудной характеристикой. Генераторное оборудование. Формирователь линейного сигнала,</p>   | 2 |  | 4 | 4 | [1 ] § 5.1- 5.8                             | <p>Методы ввода и вывода ДИ в аппаратуре ИКМ. Полная структурная схема оконечной станции первичной ЦВОСП.<br/>[2] § 6.2</p>      | отчет к лаб. работе,<br>тест |

|   |  |   |  |   |   |                              |  |                           |
|---|--|---|--|---|---|------------------------------|--|---------------------------|
|   | его структура и алгоритм работы. Приемопередатчик дискретной информации (ДИ), методы ввода и вывода ДИ в аппаратуре ИКМ. Полная структурная схема оконечной станции первичной ЦВОСП.   |   |  |   |   |                              |  |                           |
| 5 | <p><b>Принципы временного группообразования</b></p> <p>Определение понятия цикла передачи. Структура цикла передачи первичной цифровой системы передачи. Сверхцикл передачи. Способы объединения цифровых потоков. Синхронное объединение потоков, понятие о временном сдвиге, структура оборудования синхронного временного группообразования (ВГ). Асинхронное объединение потоков, понятие о временной неоднородности, одно и двухстороннее согласование скоростей передачи объединяемых потоков.</p> | 2 |  | 4 | 4 | [1 ] § 5.8<br>[2] § 3.1- 3.5 | Система команд при двухстороннем согласовании. Фазовые флуктуации при ВГ.<br>[2] § 6.4 | отчет к лаб. работе, тест |
| 6 | <p><b>Плезиохронные и синхронная цифровые иерархии.</b></p> <p>Иерархический принцип построения цифровых телекоммуникационных систем передачи. Плезиохронные цифровые иерархии (ПЦИ), их особенности. Параметры цифровых трактов ПЦИ и основно-</p>  | 4 |  | 4 | 4 | [3] § 1.4, 1.5, глава 2      | Формирование транспортных структур СЦИ.<br>[3 ] § 1.5                                  | отчет к лаб. работе, тест |

|                  |  |   |  |   |   |                                |   |                      |
|------------------|--|---|--|---|---|--------------------------------|---|----------------------|
|                  | го цифрового канала (ОЦК), нормирование параметров. Параметры канала ТЧ, организованного посредством цифровых систем передачи. Синхронная цифровая иерархия (СЦИ), принципы формирования транспортных структур СЦИ, особенности топологии сети СЦИ, принципы синхронизации сетевых элементов СЦИ и управления сетевыми элементами. Основные параметры трактов СЦИ. |   |  |   |   |                                |   |                      |
| <b>Модуль 2.</b> |  |   |  |   |   |                                |   |                      |
| 7                | <b>Системы синхронизации ЦВОСП.</b><br>Виды синхронизации в ЦВОСП. Тактовая синхронизация, работа выделителя тактовой частоты (ВТЧ), фазовые флуктуации выделенного синхросигнала, способы улучшения параметров ВТЧ. Цикловая и сверхцикловая синхронизация.   | 2 |  | 4 | 4 | [2 ] § 5.1- 5.7<br>[4] § 1.1.8 | Принцип скользящего поиска синхросигнала. Структура приемника синхросигнала, определение его параметров и параметров синхросигнала<br>[4] § 1.1.8 | отчет к лаб. работе, |

|    |   |   |  |   |   |   |   |                           |
|----|---|---|--|---|---|---|---|---------------------------|
| 8  | <p><b>Цифровые волоконно-оптические линейные тракты (ЦВОЛТ).</b></p> <p>Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической несущей. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов. Основные характеристики передающих (ПОМ) и приемных (ПрОМ) оптических модулей, оптических усилителей. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации линейных трактов. Организация многоствольных линейных трактов с временным и спектральным разделением стволлов. Стыки ЦВОСП и цифровых каналов и трактов передачи.</p> | 4 |  | 4 | 4 | [2 ] § 6.1, 7.1,7.2<br>[5 ] § 1.4- 1.6  | <p>Основные характеристики передающих (ПОМ) и приемных (ПрОМ) оптических модулей, оптических усилителей..</p> <p>[5 ] § 1.5</p> | отчет к лаб. работе,      |
| 9  | <p><b>Линейные коды ЦВОСП и оценка их параметров.</b></p> <p>Требования к линейным кодам ЦВОЛТ. Типы линейных кодов ЦВОЛТ и их формирование. Оценка параметров линейных кодов: избыточность, текущая цифровая сумма, энергетический спектр.</p>   | 2 |  | 4 | 4 | [1 ] § 5.4, 8.4<br>[2 ] § 2.2, 2.3, 6.2 | <p>Оценка параметров линейных кодов: избыточность, текущая цифровая сумма, энергетический спектр. [2 ] § 2.2, 2.3, 6.2</p>      | отчет к лаб. работе, тест |
| 10 | <p><b>Регенерация сигналов в ЦВОСП.</b></p> <p>Принципы регенерации</p>   | 4 |  | 4 | 4 | [2 ] § 6.4                              | <p>Структура линейного регенератора ЦВОЛП. Применение оптических</p>  | отчет к лаб. работе,      |

|    |  |   |  |   |   |  |   |                      |
|----|--|---|--|---|---|--|---|----------------------|
|    | цифровых оптических сигналов. Помехи и искажения в каналах и трактах ЦВОСП. Структура линейного регенератора ЦВОЛП. Применение оптических усилителей на участках регенерации. Помехоустойчивость линейного регенератора ЦВОЛП при двухуровневом линейном кодировании. Оценка помехоустойчивости регенератора с использованием глаз-диаграммы.  |   |  |   |   |  | усилителей на участках регенерации.<br>Определение помехоустойчивости регенератора ЦВОЛП при двухуровневом линейном кодировании.<br>[2] § 6.4 |                      |
| 11 | <b>Нормирование параметров и расчет длины участка регенерации ЦВОСП.</b><br>Основные рекомендации МСЭ-Т в области цифровой оптической связи. Распределение ошибок на национальных и международных участках цифровой сети, расчет удельного коэффициента ошибок. Нормирование фазовых флуктуаций. Энергетический потенциал ЦВОСП. Расчет длины участка регенерации ЦВОЛТ при ограничении затуханием и дисперсионными искажениями. | 2 |  | 4 | 4 | [2] § 7.1- 7.5<br>[4] § 1.2, 2.2, 2.3  | Расчет длины участка регенерации ЦВОЛТ при дисперсионных искажениях.<br>[2] § 7.1- 7.3<br>[4] § 2.2   | отчет к лаб. работе, |
| 12 | <b>Методы модуляции оптической несущей.</b>  | 2 |  | 4 | 4 | [2] § 7.6<br>[5] § 8.2- 8.6            | Фазовая модуляция оптической несущей. [5] § 8.2- 8.6  | отчет к лаб. работе, |
| 13 | <b>Спектральное мультиплексирование. WDM системы.</b>  | 4 |  | 4 | 4 | [3] глава 11<br>[4] § 3.4<br>[5] § 3.6 | Частотный план WDM систем<br>[5] § 8.3  |                      |

|    |   |           |  |           |             |  |   |               |
|----|---|-----------|--|-----------|-------------|--|---|---------------|
|    | Частотный план WDM систем. Современный рабочий диапазон WDM систем. Затухание в WDM системах. Стандартные соединения WDM систем. Схема ВОЛС с WDM. Инверсное мультиплексирование. |           |  |           |             |  |   |               |
| 14 | <b>Сети FDDI.</b><br><b>Сети Ethernet.</b><br><b>Полностью оптические сети.</b>   | 2         |  | 2         | 3,8         | [3] § 6.9, 7.1- 7.8, 8.1- 8.11 [5] § 1.8 | Алгоритм функционирования сети по технологии Ethernet [5] § 1.8 | Рубежный тест |
|    | <b>ИТОГО</b>  | <b>36</b> |  | <b>54</b> | <b>53,8</b> |  |   | <b>зачет</b>  |

**8 семестр**

Таблица 4

| № п/п            | Тема и содержание   | Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа) |        |    |    | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам                             | Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач | Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|------------------|---|--|--------|----|----|---|---|--|
|                  |   | Лек  | Пр/Сем | Лр | СР |   |   |  |
| 1                | 2   | 3  | 4      | 5  | 6  | 7   | 8   | 9  |
| <b>Модуль 1:</b> |   |  |        |    |    |   |   |  |
| 1                | <b>САПР LinkSim.</b><br>Общее описание САПР LinkSim. Модели компонентов в САПР LinkSim. Модель оптического волокна в САПР | 4  |        | 4  | 5  | [1] 1.3-1.6, 2.1-2.3<br>[2] 10.1-10.5<br>[3] 2.3, 3.1, 3.2<br>[6] 1.6<br>[26], [27], [28] | Модель оптического волокна в САПР LinkSim.<br>[3] 2.3, 3.1                        | отчет к лаб. работе,   |

|                  |  |   |  |   |   |   |   |                           |
|------------------|--|---|--|---|---|---|---|---------------------------|
|                  | LinkSim.   |   |  |   |   |   |   |                           |
| 2                | <b>Одноволновые ВОСП.</b><br>Расчет чувствительности идеального приемника прямого детектирования. Расчет чувствительности приемника систем передачи при наличии шумов. Ограничение по ослаблению, ограничение по дисперсии. Дисперсия как запас по мощности.                                       | 2 |  | 4 | 4 | [6] 3.2, 3.3, 4.7<br>[1] 3.2<br>[13] 5.2<br>[14] 5.3<br>[15] 2.3, 2.4             | Дисперсия в ОСП<br>[1] 3.2<br>Расчет чувствительности приемника систем передачи при наличии шумов.    | отчет к лаб. работе,      |
| 3                | <b>Контроль параметров ошибок цифрового канала связи.</b> Измерение коэффициента ошибок с перерывом и без перерыва связи. Эксплуатационный контроль параметров ошибок CRC-х и VIP-х.   | 2 |  | 4 | 5 | [5] 4.4, 4.5<br>[12] 6.4, 8.1, 9.3, 9.5, 12.1, 12.2, 13.2, 13.3                   | Измерение коэффициента ошибок с перерывом и без перерыва связи. [12] 6.4, 8.1                         | отчет к лаб. работе, тест |
| <b>Модуль 2:</b> |  |   |  |   |   |   |   |                           |
| 4                | <b>Когерентные ВОСП.</b><br>Принципы функционирования когерентных ВОСП, структура, требования к компонентам. Аналоговый гомодинный и гетеродинный прием. Когерентные системы передачи с амплитудной (ASK), фазовой (PSK) и частотной (FSK) манипуляцией. Преимущества и недостатки когерентных СП. | 4 |  | 4 | 5 | [6] 4.2, 4.4, 4.5, 4.6<br>[1] 3.3, 3.4<br>[13] 10.1, 10.2, 10.5, 10.6<br>[14] 2.1 | Амплитудная, фазовая и частотная манипуляция в когерентных системах передачи.<br>[6] 4.4<br>[13] 10.2 | отчет к лаб. работе,      |
| 5                | <b>Многоволновые ВОСП.</b><br>Стандартизация технологии WDM, рекомендации МСЭ-Т касающиеся многоволновых ВОСП. Типы соединений, ча-  | 4 |  | 4 | 5 | [1] 1.4, 3.6<br>[2] 10.5, 11.1<br>[7] 8.2<br>[8] 3.2, 5.1, 5.4<br>[13] 8.1-8.3    | Волновые мультиплексы, их характеристики<br>[13] 8.1-8.3  | отчет к лаб. работе,      |

|   |  |   |  |   |   |  |  |                             |
|---|--|---|--|---|---|--|--|-----------------------------|
|   | стотное планирование. Плотное и грубое спектральное уплотнение. Модель системы. Волновые мультиплексоры, их характеристики Перекрестные помехи, борьба с перекрестными помехами.   |   |  |   |   | [14] 6.2, 6.6, 9.1<br>[15] 13.2-13.6<br>[28], [30-33]  |  |                             |
| 6 | <b>Оптические усилители.</b> Типы волоконно-оптические усилителей. ВОУ на основе волокна легированного эрбием (EDFA). Технические характеристики EDFA, принцип действия усилителя. Модель усиления ВОУ. Классификация ВОУ по способам применения. Расчет протяженности усилительного участка многоволновых ВОСП. ВОУ на основе вынужденного комбинационного рассеяния Рамана (RA). Технические характеристики, принцип действия рамановских усилителей. Распределенные и дискретные RA. Преимущества и недостатки рамановских усилителей. Проблемы при включении рамановских усилителей в оптической сети. | 4 |  | 4 | 5 | [1] 1.6,<br>[2] 10.1<br>[3] 8.1-8.3<br>[7] 8.3<br>[8] 3.4<br>[13] 6.1, 6.3-6.5<br>[14] 4.4, 6.1,<br>[15] 3.3, 5.1-5.4<br>[28], [29], [33-35] | ВОУ на основе волокна легированного эрбием (EDFA). ВОУ на основе вынужденного комбинационного рассеяния Рамана (RA).<br>[7] 8.3<br>[8] 3.4 | отчет к лаб. работе<br>тест |
| 7 | <b>Солитонные ВОСП.</b> Важность нелинейных эффектов в оптических волокнах и их влияние на качество функ-  | 2 |  | 4 | 5 | [2] 9.1, 11.2<br>[3] 2.3, 3.1-3.4,<br>4.1, 4.2, 5.2, 5.4<br>[13] 9.1, 9.2  | Расчет параметров солитонных линий передачи.<br>[3] 2.3, 3.1-3.4, 4.1  | отчет к лаб. работе         |

|   |  |   |  |   |   |  |  |                             |
|---|--|---|--|---|---|--|--|-----------------------------|
|   | ционирования ВОСП. Эффект фазовой самомодуляции, формирование оптических солитонов, принципы функционирования солитонных линий передачи. Нелинейное уравнение Шредингера, модель распространения солитонов в оптических волокнах. Светлые и темные солитоны. Расчет параметров солитонных линий передачи.  |   |  |   |   | [14] 3.1, 3.3, 4.1, 8.1, 8.2<br>[15] 3.2, 7.2-7.4                                |  |                             |
| 8 | <b>Задачи и методы компенсации хроматической дисперсии линий передачи сетей связи.</b> Задачи компенсации хроматической дисперсии. Электронная компенсация дисперсии: применение электронных эквалайзеров, оценка последовательности по максимальному правдоподобию. Компенсация дисперсии с помощью фазовых фильтров и эталонов. Компенсация дисперсии с помощью волоконных Брэгговских решеток. Применение эффекта обращения фазы для компенсации дисперсии. Волокна с компенсацией дисперсии. | 4 |  | 4 | 4 | [4] 11.2, 11.3 [6] 3.4, [13] 2.3, 7.1-7.7<br>[14] 7.1-7.5                        | Компенсация дисперсии.<br>[6] 3.4<br>[13] 7.2-7.5  | отчет к лаб. работе<br>тест |
| 9 | <b>Фотонно-кристаллические волокна.</b> Классификация фотонно-кристаллических волокон  | 2 |  | 4 | 4 | [18-25].<br>[16] 1.1, 1.3, 2.2-2.4, 4.2-4.4, 7.2-7.10<br>[17] 1.2-1.4, 7.1, 7.3- | Свойства и дисперсионные характеристики брэгговских волокон.<br>[17] 1.2-1.4, 7.1, 7.3-7.6 | отчет к лаб. работе         |

|    |   |           |  |           |           |  |   |                             |
|----|---|-----------|--|-----------|-----------|--|---|-----------------------------|
|    | (ФКВ). Свойства и дисперсионные характеристики ФКВ: на основе модифицированного полного внутреннего отражения, на основе фотонной запрещенной зоны. Свойства и дисперсионные характеристики брэгговских волокон. Перспективы практического применения ФКВ   |           |  |           |           | 7.6  |   |                             |
| 10 | <b>Синхронизация ЦСП.</b><br>Терминология в области сетей синхронизации. Иерархичность построения сетей синхронизации. Характеристики тактовых генераторов различных уровней иерархии. Дрожание фазы и блуждание фазы, классификация, влияние на качество канала, причины возникновения, способы борьбы. Принципы построения тактовой сети синхронизации взаимосвязанной сети связи РФ. Требования МСЭ-Т к сети синхронизации. Управление неисправностями и реконфигурация сети. Параметры характеризующие качество генераторов, МОВИ, ДВИ. | 2         |  | 4         | 5         | [5] 7.1, 7.2, 7.3<br>[2] 5.1-5.6<br>[9], [10]<br>[11] 1.1-1.3, 2.1-2.4, 5.3, 5.4 | Характеристики тактовых генераторов.<br>[2] 5.2-5.5<br>[11] 1.3 | отчет к лаб. работе<br>тест |
|    | <b>ИТОГО</b>  | <b>30</b> |  | <b>40</b> | <b>47</b> |  |   | <b>экзамен</b>              |

Приложение 2

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Оптические цифровые телекоммуникационные системы на 7-8 семестрах  
(наименование дисциплины)

заочная

форма обучения

| Вид работы  | Объем дисциплины                               |
|---|--|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)   | 8/288  |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  | 12,2 <u>8 семестр</u><br>31,7 <u>9 семестр</u> |
| лекций  | 6 <u>8 семестр</u><br>10 <u>9 семестр</u>      |
| практических/ семинарских/  |  |
| лабораторных  | 6 <u>8 семестр</u><br>20 <u>9 семестр</u>      |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,2 <u>8 семестр</u><br>1,7 <u>9 семестр</u>   |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 20 <u>8 семестр</u><br>213 <u>9 семестр</u>    |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   | 4 <u>8 семестр</u><br>7,8 <u>9 семестр</u>     |

Форма(ы) контроля:

экзамен 9 семестр

зачет 8 семестр

**Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий**

## 7 семестр

Таблица 3

| №<br>п/п         | Тема и содержание  | Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа) |            |    |          | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам | Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач        | Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|------------------|--|--|------------|----|----------|---|--|--|
|                  |  | Лек  | Пр/<br>Сем | ЛР | СР       |   |  |  |
| 1                | 2  | 3  | 4          | 5  | 6        | 7   | 8  | 9  |
| <b>Модуль 1:</b> |  |  |            |    |          |   |  |  |
| 1.               | <b>Основные задачи техники цифровых оптических систем передачи и их место на сети связи.</b><br>Основные задачи техники цифровых оптических систем передачи: эффективное использование волоконно-оптических линий связи, создание каналов и трактов передачи, соответствующих современным требованиям. Виды и классификация ЦВОСП. | <b>0,5</b>   |            |    | <b>1</b> | [1 ] § 1.1, 1.2   | Виды и классификация ЦВОСП.<br>[3] § 1.1   |  |
| 2.               | <b>Структура цифровых оптических систем передачи.</b><br>Обобщенная структурная схема оптических систем передачи. Понятие оптического  | <b>0,5</b>   |            |    | <b>1</b> | [1 ] § 1.3, 1.4<br>[2 ] § 1.1, 1.2                            | Одноволоконные и двухволоконные схемы организации двухсторонней связи.<br>[4] §1.1-1.1.3 | отчет к лаб. работе,   |

|    |   |     |  |   |   |   |   |                           |
|----|---|-----|--|---|---|---|---|---------------------------|
|    | линейного тракта. Структура информационного оборудования оконечной и промежуточной станций оптического линейного тракта. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации двухсторонней связи.   |     |  |   |   |   |   |                           |
| 3. | <p><b>Алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов.</b></p> <p>Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования сигнала. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Нелинейное квантование сигнала по уровню. Помехи квантования и ограничения сигнала по уровню, выбор метода формирования и определение параметров амплитудной характеристики квантующего устройства. Адаптивные дифференциальные методы модуляции: АДИКМ, адаптивная дельта-модуляция (АДМ).</p> | 0,5 |  | 1 | 2 | [1 ] § 2.1-2.4, 3.1, 3.2<br>[2 ] § 2.2, 2.3 | Адаптивные дифференциальные методы модуляции: АДИКМ, адаптивная дельта-модуляция (АДМ).<br>[1 ] § 2.2-2.4<br>[2 ] § 2.3 | отчет к лаб. работе,      |
| 4  | <p><b>Структурная схема оконечной станции ЦВОСП и основные узлы оборудования.</b></p> <p>Приемопередатчик первичной ЦВОСП, устройство и назначение его узлов. Кодеки с</p>  | 0,5 |  | 1 | 2 | [1 ] § 5.1- 5.8                             | Методы ввода и вывода ДИ в аппаратуре ИКМ. Полная структурная схема оконечной станции первичной ЦВОСП.<br>[2] § 6.2     | отчет к лаб. работе, тест |

|   |   |     |  |   |   |                              |  |                           |
|---|---|-----|--|---|---|------------------------------|--|---------------------------|
|   | линейной и нелинейной амплитудной характеристикой. Генераторное оборудование. Формирователь линейного сигнала, его структура и алгоритм работы. Приемопередатчик дискретной информации (ДИ), методы ввода и вывода ДИ в аппаратуре ИКМ. Полная структурная схема оконечной станции первичной ЦВОСП.   |     |  |   |   |                              |  |                           |
| 5 | <b>Принципы временного группообразования</b><br>Определение понятия цикла передачи. Структура цикла передачи первичной цифровой системы передачи. Сверхцикл передачи. Способы объединения цифровых потоков. Синхронное объединение потоков, понятие о временном сдвиге, структура оборудования синхронного временного группообразования (ВГ). Асинхронное объединение потоков, понятие о временной неоднородности, одно и двухстороннее согласование скоростей передачи объединяемых потоков. | 0,5 |  |   | 2 | [1 ] § 5.8<br>[2] § 3.1- 3.5 | Система команд при двухстороннем согласовании. Фазовые флуктуации при ВГ.<br>[2] § 6.4 | отчет к лаб. работе, тест |
| 6 | <b>Плезиохронные и синхронная цифровые иерархии.</b><br>Иерархический принцип   | 0,5 |  | 1 | 2 | [3] § 1.4, 1.5, глава 2      | Формирование транспортных структур СЦИ.<br>[3] § 1.5                                   | отчет к лаб. работе, тест |

|                  |  |     |  |   |   |  |  |                      |
|------------------|--|-----|--|---|---|--|--|----------------------|
|                  | <p>построения цифровых телекоммуникационных систем передачи. Плезиохронные цифровые иерархии (ПЦИ), их особенности. Параметры цифровых трактов ПЦИ и основного цифрового канала (ОЦК), нормирование параметров. Параметры канала ТЧ, организованного посредством цифровых систем передачи. Синхронная цифровая иерархия (СЦИ), принципы формирования транспортных структур СЦИ, особенности топологии сети СЦИ, принципы синхронизации сетевых элементов СЦИ и управления сетевыми элементами. Основные параметры трактов СЦИ.</p> |     |  |   |   |  |  |                      |
| <b>Модуль 2.</b> |  |     |  |   |   |  |  |                      |
| 7                | <p><b>Системы синхронизации ЦВОСП.</b><br/> Виды синхронизации в ЦВОСП. Тактовая синхронизация, работа выделителя тактовой частоты (ВТЧ), фазовые флуктуации выделенного синхросигнала, способы улучшения параметров ВТЧ. Цикловая и сверхцикловая синхронизация.</p>  | 0,5 |  | 1 | 1 | <p>[2] § 5.1- 5.7<br/> [4] § 1.1.8</p> | <p>Принцип скользящего поиска синхросигнала. Структура приемника синхросигнала, определение его параметров и параметров синхросигнала<br/> [4] § 1.1.8</p> | отчет к лаб. работе, |

|    |  |     |  |   |   |   |   |                           |
|----|--|-----|--|---|---|---|---|---------------------------|
| 8  | <p><b>Цифровые волоконно-оптические линейные тракты (ЦВОЛТ).</b></p> <p>Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической несущей. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов. Основные характеристики передающих (ПОМ) и приемных (ПрОМ) оптических модулей, оптических усилителей. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации линейных трактов. Организация многоствольных линейных трактов с временным и спектральным разделением стволов. Стыки ЦВОСП и цифровых каналов и трактов передачи.</p> | 0,5 |  | 1 | 1 | <p>[2 ] § 6.1, 7.1,7.2<br/>[5 ] § 1.4- 1.6</p>  | <p>Основные характеристики передающих (ПОМ) и приемных (ПрОМ) оптических модулей, оптических усилителей..</p> <p>[5 ] § 1.5</p> | отчет к лаб. работе,      |
| 9  | <p><b>Линейные коды ЦВОСП и оценка их параметров.</b></p> <p>Требования к линейным кодам ЦВОЛТ. Типы линейных кодов ЦВОЛТ и их формирование. Оценка параметров линейных кодов: избыточность, текущая цифровая сумма, энергетический спектр.</p>  | 0,2 |  | 1 | 2 | <p>[1 ] § 5.4, 8.4<br/>[2 ] § 2.2, 2.3, 6.2</p> | <p>Оценка параметров линейных кодов: избыточность, текущая цифровая сумма, энергетический спектр. [2 ] § 2.2, 2.3, 6.2</p>      | отчет к лаб. работе, тест |
| 10 | <p><b>Регенерация сигналов в</b></p>   | 0,4 |  |   | 2 | [2 ] § 6.4                                      | Структура линейного   | отчет к лаб. работе,      |

|    |   |     |  |   |  |  |                      |
|----|---|-----|--|---|--|--|----------------------|
|    | <p><b>ЦВОСП.</b><br/> Принципы регенерации цифровых оптических сигналов. Помехи и искажения в каналах и трактах ЦВОСП. Структура линейного регенератора ЦВОЛП. Применение оптических усилителей на участках регенерации. Помехоустойчивость линейного регенератора ЦВОЛП при двухуровневом линейном кодировании. Оценка помехоустойчивости регенератора с использованием глаз-диаграммы.</p>  |     |  |   |  | <p>регенератора ЦВОЛП. Применение оптических усилителей на участках регенерации.<br/> Определение помехоустойчивости регенератора ЦВОЛП при двухуровневом линейном кодировании.<br/> [2] § 6.4</p> |                      |
| 11 | <p><b>Нормирование параметров и расчет длины участка регенерации ЦВОСП.</b><br/> Основные рекомендации МСЭ-Т в области цифровой оптической связи. Распределение ошибок на национальных и международных участках цифровой сети, расчет удельного коэффициента ошибок. Нормирование фазовых флуктуаций. Энергетический потенциал ЦВОСП. Расчет длины участка регенерации ЦВОЛТ при ограничении затуханием и дисперсионными искажениями.</p> | 0,2 |  | 1 | <p>[2] § 7.1- 7.5<br/> [4] § 1.2, 2.2, 2.3</p> | <p>Расчет длины участка регенерации ЦВОЛТ при дисперсионных искажениях.<br/> [2] § 7.1- 7.3<br/> [4] § 2.2</p>   | отчет к лаб. работе, |
| 12 | <p><b>Методы модуляции оптической несущей.</b></p>  | 0,2 |  | 1 | <p>[2] § 7.6<br/> [5] § 8.2- 8.6</p>           | <p>Фазовая модуляция оптической несущей. [5] § 8.2-</p>  | отчет к лаб. работе, |

|    |  |          |  |          |           |   |   |               |
|----|--|----------|--|----------|-----------|---|---|---------------|
|    |  |          |  |          |           |   | 8.6   |               |
| 13 | <b>Спектральное мультиплексирование. WDM системы.</b><br>Частотный план WDM систем. Современный рабочий диапазон WDM систем. Затухание в WDM системах. Стандартные соединения WDM систем. Схема ВОЛС с WDM. Инверсное мультиплексирование. | 0,5      |  | 1        | 1         | [3 ] глава 11<br>[4 ] § 3.4<br>[5 ] § 3.6   | Частотный план WDM систем<br>[5 ] § 8.3                         |               |
| 14 | <b>Сети FDDI.</b><br><b>Сети Ethernet.</b><br><b>Полностью оптические сети.</b>  | 0,5      |  |          | 1         | [3] § 6.9, 7.1- 7.8,<br>8.1- 8.11 [5] § 1.8 | Алгоритм функционирования сети по технологии Ethernet [5] § 1.8 | Рубежный тест |
|    | <b>ИТОГО</b>   | <b>6</b> |  | <b>6</b> | <b>20</b> |   |   | <b>зачет</b>  |

### 8 семестр

Таблица 4

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа) |        |    |    | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам | Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач | Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|-------|-------------------|--|--------|----|----|---|---|--|
|       |                   | Лек  | Пр/Сем | Лр | СР |   |   |  |
| 1     | 2                 |  |        |    |    | 7   | 8   | 9  |

|                  |  |   |   |   |      |   |   |                              |
|------------------|--|---|---|---|------|---|---|------------------------------|
|                  |  | 3 | 4 | 5 | 6    |   |   |                              |
| <b>Модуль 1:</b> |  |   |   |   |      |   |   |                              |
| 1                | <b>САПР LinkSim.</b><br>Общее описание САПР LinkSim. Модели компонентов в САПР LinkSim. Модель оптического волокна в САПР LinkSim.   | 1 |   | 2 | 21,3 | [1] 1.3-1.6, 2.1-2.3<br>[2] 10.1-10.5<br>[3] 2.3, 3.1, 3.2<br>[6] 1.6<br>[26], [27], [28] | Модель оптического волокна в САПР LinkSim.<br>[3] 2.3, 3.1  | отчет к лаб. работе,         |
| 2                | <b>Одноволновые ВОСП.</b><br>Расчет чувствительности идеального приемника прямого детектирования. Расчет чувствительности приемника систем передачи при наличии шумов. Ограничение по ослаблению, ограничение по дисперсии. Дисперсия как запас по мощности. | 1 |   | 2 | 21,3 | [6] 3.2, 3.3, 4.7<br>[1] 3.2<br>[13] 5.2<br>[14] 5.3<br>[15] 2.3, 2.4                     | Дисперсия в ОСП<br>[1] 3.2<br>Расчет чувствительности приемника систем передачи при наличии шумов.    | отчет к лаб. работе,         |
| 3                | <b>Контроль параметров ошибок цифрового канала связи.</b> Измерение коэффициента ошибок с перерывом и без перерыва связи. Эксплуатационный контроль параметров ошибок CRC-х и VIP-х.   | 1 |   | 2 | 21,3 | [5] 4.4, 4.5<br>[12] 6.4, 8.1, 9.3, 9.5, 12.1, 12.2, 13.2, 13.3                           | Измерение коэффициента ошибок с перерывом и без перерыва связи. [12] 6.4, 8.1                         | отчет к лаб. работе,<br>тест |
| <b>Модуль 2:</b> |  |   |   |   |      |   |   |                              |
| 4                | <b>Когерентные ВОСП.</b><br>Принципы функционирования когерентных ВОСП, структура, требования к компонентам. Аналоговый гомодинный и гетеродинный прием. Коге-   | 1 |   | 2 | 21,3 | [6] 4.2, 4.4, 4.5, 4.6<br>[1] 3.3, 3.4<br>[13] 10.1, 10.2, 10.5, 10.6<br>[14] 2.1         | Амплитудная, фазовая и частотная манипуляция в когерентных системах передачи.<br>[6] 4.4<br>[13] 10.2 | отчет к лаб. работе,         |

|   |   |   |  |   |      |   |  |                      |
|---|---|---|--|---|------|---|--|----------------------|
|   | рентные системы передачи с амплитудной (ASK), фазовой (PSK) и частотной (FSK) манипуляцией. Преимущества и недостатки когерентных СП.   |   |  |   |      |   |  |                      |
| 5 | <b>Многоволновые ВОСП.</b> Стандартизация технологии WDM, рекомендации МСЭ-Т касающиеся многоволновых ВОСП. Типы соединений, частотное планирование. Плотное и грубое спектральное уплотнение. Модель системы. Волновые мультиплексоры, их характеристики Перекрестные помехи, борьба с перекрестными помехами. | 1 |  | 2 | 21,3 | [1] 1.4, 3.6<br>[2] 10.5, 11.1<br>[7] 8.2<br>[8] 3.2, 5.1, 5.4<br>[13] 8.1-8.3<br>[14] 6.2, 6.6, 9.1<br>[15] 13.2-13.6<br>[28], [30-33] | Волновые мультиплексоры, их характеристики<br>[13] 8.1-8.3 | отчет к лаб. работе, |
|   |   |   |  |   |      |   |  |                      |

|   |   |   |  |   |      |  |  |                             |
|---|---|---|--|---|------|--|--|-----------------------------|
| 6 | <b>Оптические усилители.</b><br>Типы волоконно-оптические усилителей. ВОУ на основе волокна легированного эрбием (EDFA). Технические характеристики EDFA, принцип действия усилителя. Модель усиления ВОУ. Классификация ВОУ по способам применения. Расчет протяженности усилительного участка многоволновых ВОСП. ВОУ на основе вынужденного комбинационного рассеяния Рамана (RA). Технические характеристики, принцип действия рамановских усилителей. Распределенные и дискретные RA. Преимущества и недостатки рамановских усилителей. Проблемы при включении рамановских усилителей в оптической сети. | 1 |  | 2 | 21,3 | [1] 1.6,<br>[2] 10.1<br>[3] 8.1-8.3<br>[7] 8.3<br>[8] 3.4<br>[13] 6.1, 6.3-6.5<br>[14] 4.4, 6.1,<br>[15] 3.3, 5.1-5.4<br>[28], [29], [33-35] | ВОУ на основе волокна легированного эрбием (EDFA). ВОУ на основе вынужденного комбинационного рассеяния Рамана (RA).<br>[7] 8.3<br>[8] 3.4 | отчет к лаб. работе<br>тест |
| 7 | <b>Солитонные ВОСП.</b><br>Важность нелинейных эффектов в оптических волокнах и их влияние на качество функционирования ВОСП. Эффект фазовой самомодуляции, формирование оптических солитонов, принципы функционирования солитонных линий передачи. Нелинейное урав-  | 1 |  | 2 | 21,3 | [2] 9.1, 11.2<br>[3] 2.3, 3.1-3.4,<br>4.1, 4.2, 5.2, 5.4<br>[13] 9.1, 9.2<br>[14] 3.1, 3.3, 4.1, 8.1,<br>8.2<br>[15] 3.2, 7.2-7.4            | Расчет параметров солитонных линий передачи.<br>[3] 2.3, 3.1-3.4, 4.1  | отчет к лаб. работе         |

|   |  |   |  |   |      |   |  |                             |
|---|--|---|--|---|------|---|--|-----------------------------|
|   | нение Шредингера, модель распространения солитонов в оптических волокнах. Светлые и темные солитоны. Расчет параметров солитонных линий передачи.  |   |  |   |      |   |  |                             |
| 8 | <b>Задачи и методы компенсации хроматической дисперсии линий передачи сетей связи.</b> Задачи компенсации хроматической дисперсии. Электронная компенсация дисперсии: применение электронных эквалайзеров, оценка последовательности по максимальному правдоподобию. Компенсация дисперсии с помощью фазовых фильтров и эталонов. Компенсация дисперсии с помощью волоконных Брэгговских решеток. Применение эффекта обращения фазы для компенсации дисперсии. Волокна с компенсацией дисперсии. | 1 |  | 2 | 21,3 | [4] 11.2, 11.3 [6] 3.4, [13] 2.3, 7.1-7.7 [14] 7.1-7.5                              | Компенсация дисперсии.<br>[6] 3.4<br>[13] 7.2-7.5  | отчет к лаб. работе<br>тест |
| 9 | <b>Фотонно-кристаллические волокна.</b> Классификация фотонно-кристаллических волокон (ФКВ). Свойства и дисперсионные характеристики ФКВ: на основе модифицированного  | 1 |  | 2 | 21,3 | [18-25].<br>[16] 1.1, 1.3, 2.2-2.4, 4.2-4.4, 7.2-7.10<br>[17] 1.2-1.4, 7.1, 7.3-7.6 | Свойства и дисперсионные характеристики брэгговских волокон.<br>[17] 1.2-1.4, 7.1, 7.3-7.6 | отчет к лаб. работе         |

|    |   |           |  |           |            |  |   |                             |
|----|---|-----------|--|-----------|------------|--|---|-----------------------------|
|    | полного внутреннего отражения, на основе фотонной запрещенной зоны. Свойства и дисперсионные характеристики брэгговских волокон. Перспективы практического применения ФКВ   |           |  |           |            |  |   |                             |
| 10 | <b>Синхронизация ЦСП.</b><br>Терминология в области сетей синхронизации. Иерархичность построения сетей синхронизации. Характеристики тактовых генераторов различных уровней иерархии. Дрожание фазы и блуждание фазы, классификация, влияние на качество канала, причины возникновения, способы борьбы. Принципы построения тактовой сети синхронизации взаимосвязанной сети связи РФ. Требования МСЭ-Т к сети синхронизации. Управление неисправностями и реконфигурация сети. Параметры характеризующие качество генераторов, МОВИ, ДВИ. | 1         |  | 2         | 21,3       | [5] 7.1, 7.2, 7.3<br>[2] 5.1-5.6<br>[9], [10]<br>[11] 1.1-1.3, 2.1-2.4, 5.3, 5.4 | Характеристики тактовых генераторов.<br>[2] 5.2-5.5<br>[11] 1.3 | отчет к лаб. работе<br>тест |
|    | <b>ИТОГО</b>  | <b>10</b> |  | <b>20</b> | <b>213</b> |  |   | <b>экзамен</b>              |

## Рейтинг-план дисциплины

## Оптические цифровые телекоммуникационные системы

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность Инфокоммуникационные технологии и системы связикурс 4, семестр 7,8 20  /20   г.Кафедра: инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники

| Виды учебной деятельности студентов<br>7 семестр  | Балл за конкретное задание | Число заданий за время освоения модуля | Баллы за время освоения модуля |              |
|---|----------------------------|--|--------------------------------|--------------|
|   |                            |  | Минимальный                    | Максимальный |
| <b>Модуль I</b> Структура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи. Технологии мультиплексирования. Синхронизация, кодирование ВОСП.                                |                            |  |                                |              |
| <b>Текущий контроль</b>   |                            |  |                                |              |
| 1. Работа на практических (лабораторных) занятиях   | 5                          | 4                                      | 0                              | 20           |
| <b>Рубежный контроль</b>  |                            |  |                                |              |
| 1. Тестирование   | 10                         | 2                                      | 0                              | 20           |
| Всего баллов за модуль  |                            |  | <b>0</b>                       | <b>40</b>    |
| <b>Модуль II</b> Плезиохронные и синхронная цифровые иерархии. Регенерация сигналов в ЦВОЛТ. Спектральное мультиплексирование. Сети FDDI. Сети Ethernet. Полностью оптические сети. |                            |  |                                |              |
| <b>Текущий контроль</b>   |                            |  |                                |              |
| 1. Работа на практических (лабораторных) занятиях   | 5                          | 6                                      | 0                              | 30           |
| <b>Рубежный контроль</b>  |                            |  |                                |              |
| 1. Тестирование   | 15                         | 2                                      | 0                              | 30           |
| Всего баллов за модуль  |                            |  | <b>0</b>                       | <b>60</b>    |
| <b>Итоговый контроль</b>  |                            |  |                                |              |
| 1. Зачет  |                            |  |                                |              |
| <b>Поощрительные баллы</b>  |                            |  |                                |              |
| 1. Изучение и работа в среде автоматизированного проектирования более высокого уровня. Помощь в организации новых лабораторных работ. Участие в конференциях                        | 10                         | 1                                      | 0                              | 10           |
| <b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>  |                            |  |                                |              |
| 1.Посещение лекционных занятий  |                            |  | 0                              | -6           |
| 2.Посещение практических (семинарских, лабораторных) занятий  |                            |  | 0                              | -10          |
| <b>ИТОГО за 5 семестр:</b>  |                            |  | <b>0</b>                       | <b>110</b>   |

| Виды учебной деятельности студентов<br>8 семестр                  | Балл за конкретное задание | Число заданий за время освоения модуля | Баллы за время освоения модуля |              |
|---|----------------------------|--|--------------------------------|--------------|
|   |                            |  | Минимальный                    | Максимальный |
| <b>Модуль I</b> САПР LinkSim. Одноволновые ВОСП. Когерентные ВОСП |                            |  |                                |              |
| <b>Текущий контроль</b>   |                            |  |                                |              |

|  |    |   |          |            |
|--|----|---|----------|------------|
| 1. Работа на практических (лабораторных) занятиях  | 5  | 4 | 0        | <b>20</b>  |
| <b>Рубежный контроль</b>   |    |   |          |            |
| 1. Тестирование (выполнение контрольного графического задания)   | 15 | 2 | 0        | <b>20</b>  |
| Всего баллов за модуль   |    |   | <b>0</b> | <b>40</b>  |
| <b>Модуль II</b> Многоволновые ВОСП. Оптические усилители. Солитонные ВОСП. ВОСП с фотонно-кристаллическими волокнами.                                       |    |   |          |            |
| <b>Текущий контроль</b>  |    |   |          |            |
| 1. Работа на практических (лабораторных) занятиях  | 5  | 4 | 0        | <b>20</b>  |
| <b>Рубежный контроль</b>   |    |   |          |            |
| 1. Тестирование (выполнение контрольного графического задания)   | 10 | 1 | 0        | <b>10</b>  |
| Всего баллов за модуль   |    |   | <b>0</b> | <b>30</b>  |
| <b>Итоговый контроль</b>   |    |   |          |            |
| 1. Экзамен   | 20 | 1 | <b>0</b> | <b>30</b>  |
| <b>Поощрительные баллы</b>   |    |   |          |            |
| 1. Изучение и работа в среде автоматизированного проектирования более высокого уровня. Помощь в организации новых лабораторных работ. Участие в конференциях | 10 | 1 | <b>0</b> | <b>10</b>  |
| <b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>   |    |   |          |            |
| 1.Посещение лекционных занятий   |    |   | <b>0</b> | <b>-6</b>  |
| 2.Посещение практических (семинарских, лабораторных) занятий   |    |   | <b>0</b> | <b>-10</b> |
| <b>ИТОГО за семестр:</b>   |    |   | <b>0</b> | <b>110</b> |

## Форма экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРО-  
НИКИ

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине ОПТИЧЕСКИЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИ-  
СТЕМЫ

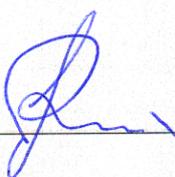
Направление 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы  
связи

Профиль Оптические системы и сети связи

1. Импульсно-кодированная модуляция.
2. Модель оптического волокна в САПР LinkSim

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_  
(дата)

Заведующий кафедрой

 / Салихов Р.Б./