

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
**КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

Направление и направленность (профиль)  
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи. Интернет-вещей и  
оптические системы и сети

Год набора на ОПОП  
2023

Форма обучения  
очная

Владивосток 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Компоненты системы оптической связи» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (утв. приказом Минобрнауки России от 19.09.2017г. №930) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

*Белоус И.А., кандидат физико-математических наук, доцент, Кафедра информационных технологий и систем, Igor.Belous@vvsu.ru*

*Попик А.Ю., кандидат физико-математических наук, доцент, Базовая кафедра современной оптики и фотоники, Popik.AY@vvsu.ru*

Утверждена на заседании кафедры информационных технологий и систем от 29.05.2025 , протокол № 9

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кийкова Е.В.

| ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН<br>ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ |                  |
|-------------------------------------------|------------------|
| Сертификат                                | 1575633692       |
| Номер транзакции                          | 0000000000E26CE1 |
| Владелец                                  | Кийкова Е.В.     |

## 1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения дисциплины «Компоненты системы оптической связи» является изучение важнейших физических процессов, явлений и закономерностей, определяющих работу волоконно-оптических линий связи, их основные элементы, основные параметры и характеристики, области применения, формирование навыков элементарного расчета основных параметров волоконно-оптической линии связи.

Задачи освоения дисциплины состоят в:

- формировании у студентов знаний об основных физических явлениях и закономерностях, определяющих работу волоконно-оптических линий связи;
- формирование у студентов знаний и навыков применения основных методов экспериментального исследования параметров приборов, схем, устройств и установок волоконно-оптических линий связи;
- формировании у студентов знаний о методах и навыков анализа и систематизации результатов исследований параметров приборов, схем, устройств и установок волоконно-оптических линий связи;
- формировании у студентов знаний о методах и навыков расчета и проектирования приборов, схем, устройств и установок волоконно-оптических линий связи;
- формировании у студентов знаний о методах и навыков наладки, и диагностики приборов, схем, устройств и установок волоконно-оптических линий связи;
- формировании у студентов знаний о методах и навыков монтажа, испытаний и сдачи в эксплуатацию приборов, схем, устройств и установок волоконно-оптических линий связи;
- формировании у студентов знаний о методиках и навыков сервисного обслуживания приборов, схем, устройств и установок волоконно-оптических линий связи.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

| Название ОПОП ВО, сокращенное                                           | Код и формулировка компетенции                                                                                                                                                                                                            | Код и формулировка индикатора достижения компетенции                                                                                                                              | Результаты обучения по дисциплине |                         |                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                   | Код результата                    | Формулировка результата |                                                                                                                     |
| 11.03.02<br>«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»<br>(Б-ИК) | ПКВ-2 : Способен проводить измерения параметров оборудования связи и планово-профилактические работы, осуществлять диагностику, техническое обслуживание, мониторинг состояния и учет отказов инфокоммуникационного оборудования и систем | ПКВ-2.1к : Проводит измерения параметров и характеристик работы оборудования связи (телекоммуникаций) с использованием специализированного контрольно-измерительного оборудования | РД1                               | Знание                  | методов и инструментальных средств измерения параметров и характеристик оборудования связи и их отдельных компонент |
|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                   | РД1                               | Умение                  | проводить измерения параметров и характеристик оборудования связи и отдельных его компонент с использованием        |

|  |  |  |     |       |                                                                                                    |
|--|--|--|-----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |     |       | специализированное контрольно-измерительное оборудование                                           |
|  |  |  | РД1 | Навык | владения методами инструментальными средствами измерения параметров и характеристик оборудования с |

В процессе освоения дисциплины решаются задачи воспитания гармонично развитой, патриотичной и социально ответственной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, представленные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Целевые ориентиры воспитания

| Воспитательные задачи                                          | Формирование ценностей | Целевые ориентиры                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Формирование научного мировоззрения и культуры мышления</b> |                        |                                                                                                                                           |
| Развитие познавательного интереса и стремления к знаниям       | Созидательный труд     | Ответственность<br>Пунктуальность<br>Способность находить, анализировать и структурировать информацию<br>Любознательность<br>Самообучение |
| <b>Формирование коммуникативных навыков и культуры общения</b> |                        |                                                                                                                                           |
| Формирование культуры письменной речи и делового общения       | Созидательный труд     | Дисциплинированность<br>Пунктуальность<br>Внимательность к деталям<br>Самообучение                                                        |

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Компоненты системы оптической связи» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

| Название ОПОП ВО | Форма обучения | Часть УП | Семестр (ОФО) или курс | Трудо-емкость | Объем контактной работы (час) |            |               | СРС | Форма аттестации |
|------------------|----------------|----------|------------------------|---------------|-------------------------------|------------|---------------|-----|------------------|
|                  |                |          |                        | (З.Е.)        | Всего                         | Аудиторная | Внеаудиторная |     |                  |

|                                                             |     |      |             |   |    |      |       |      |    |     |    |   |
|-------------------------------------------------------------|-----|------|-------------|---|----|------|-------|------|----|-----|----|---|
|                                                             |     |      | (ЗФО, ОЗФО) |   |    | лек. | прак. | лаб. | ПА | КСР |    |   |
| 11.03.02<br>Инфокоммуникационные технологии и системы связи | ОФО | Б1.В | 7           | 3 | 49 | 16   | 32    | 0    | 1  | 0   | 59 | 3 |

## 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

| №                       | Название темы                                                                    | Код результата обучения | Кол-во часов, отведенное на |           |          |           | Форма текущего контроля |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------|----------|-----------|-------------------------|
|                         |                                                                                  |                         | Лек                         | Практ     | Лаб      | СРС       |                         |
| 1                       | Принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации              | РД1                     | 2                           | 0         | 0        | 6         | текущий тест            |
| 2                       | Ретрансляторы                                                                    | РД1, РД1, РД1           | 4                           | 5         | 0        | 8         | текущий тест            |
| 3                       | Дисперсии в волоконно-оптических линиях передачи информации                      | РД1                     | 1                           | 0         | 0        | 6         | текущий тест            |
| 4                       | Типы волоконных световодов                                                       | РД1, РД1                | 2                           | 4         | 0        | 6         | текущий тест            |
| 5                       | Оптические кабели                                                                | РД1, РД1, РД1           | 1                           | 4         | 0        | 6         | текущий тест            |
| 6                       | Пассивные компоненты оптических систем передачи информации                       | РД1, РД1, РД1           | 2                           | 3         | 0        | 6         | текущий тест            |
| 7                       | Активные компоненты оптических систем передачи информации (ВОЛС)                 | РД1, РД1, РД1           | 2                           | 8         | 0        | 9         | текущий тест            |
| 8                       | Системы WDM и DWDM                                                               | РД1, РД1                | 1                           | 4         | 0        | 6         | текущий тест            |
| 9                       | Современные методы строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи | РД1, РД1, РД1           | 1                           | 4         | 0        | 6         | текущий тест            |
| <b>Итого по таблице</b> |                                                                                  |                         | <b>16</b>                   | <b>32</b> | <b>0</b> | <b>59</b> |                         |

### 4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

*Тема 1 Принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации.*

Содержание темы: Общие принципы построения волоконно-оптической линии передачи информации. Компоненты ВОСПИ.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

*Тема 2 Ретрансляторы.*

Содержание темы: Физические причины возникновения потерь мощности в волоконном световоде. Окна прозрачности. Расчет потерь. Энергетический потенциал

источника излучения. Расчет длины ВОЛС по потерям. Ретрансляторы. Повторители. Оптические усилители.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

### *Тема 3 Дисперсии в волоконно-оптических линиях передачи информации.*

Содержание темы: Межмодовая дисперсия в многомодовых ВС. Физические предпосылки возникновения дисперсии в одномодовых волоконных световодах. Материальная дисперсия. Волноводная дисперсия. Методы снижения дисперсии.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

### *Тема 4 Типы волоконных световодов.*

Содержание темы: Стандарты в волоконной оптике. Классификация ВС. Одномодовые световоды. Многомодовые световоды. Характеристики одномодовых и многомодовых ВС. Световоды со смещенной нулевой дисперсией. Основные тенденции дальнейшего развития волоконной оптики.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

### *Тема 5 Оптические кабели.*

Содержание темы: Виды оптических кабелей. Общее устройство оптического кабеля. Основные характеристики оптических кабелей. Особенности конструкции кабелей различного назначения. Особенности применения. Способы прокладки оптических кабелей.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

### *Тема 6 Пассивные компоненты оптических систем передачи информации.*

Содержание темы: Оптические разъемы. Потери при соединении. Сварка волоконных световодов. Другие способы неразрывного соединения ВС. Оптические разветвители. Оптические изоляторы. Устройство оперативного оконцевания. Соединительные шнуры.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

### *Тема 7 Активные компоненты оптических систем передачи информации (ВОЛС).*

Содержание темы: Передающие и приемные модули ВОЛС. Ретрансляторы. Оптические усилители. Мультиплексоры.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

#### *Тема 8 Системы WDM и DWDM.*

Содержание темы: Общие принципы спектрального разделения информационных каналов. Требования к аппаратуре. Системы WDM. Системы DWDM.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

#### *Тема 9 Современные методы строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи.*

Содержание темы: Требования, предъявляемые к аппаратуре ВОЛС. Основные этапы технической эксплуатации ВОЛС.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

### **5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)**

#### **5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы**

В ходе изучения дисциплины «Компоненты системы оптической связи» студенты могут посещать аудиторные занятия (лекции, практические занятия, консультации). Особенность изучения дисциплины «Компоненты системы оптической связи» состоит в том, что все занятия проводятся в аудиториях и лабораториях Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Особое место в овладении частью тем данной дисциплины может отводиться самостоятельной работе, при этом во время аудиторных занятий могут быть рассмотрены и проработаны наиболее важные и трудные вопросы по той или иной теме дисциплины, а второстепенные и более легкие вопросы могут быть изучены студентами самостоятельно.

В соответствии с учебным планом процесс изучения дисциплины может предусматривать проведение лекций, практических занятий, консультаций, а также самостоятельную работу студентов. Обязательным является проведение практических занятий в специализированных компьютерных аудиториях, оснащенных подключенными к центральному серверу терминалами или персональными компьютерами.

#### **5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

## **6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Дюбов, А. С. Фотонно-электронные компоненты и устройства в инфокоммуникациях : учебное пособие / А. С. Дюбов , под редакцией А. К. Канаева. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. — 74 с. — ISBN 978-5-89160-218-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180171> (дата обращения: 17.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Оптические измерения : учебное пособие / А. Н. Андреев, Е. В. Гаврилов, Г. Г. Ишанин [и др.]. - Москва : Университетская книга ; Логос, 2020. - 416 с. - ISBN 978-5-98704-173-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1213072> (Дата обращения -18.06.2025)

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Кузьмичева, В. А. Оптика: курс лекций : учебное пособие / В. А. Кузьмичева. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020. — 81 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/188404> (дата обращения: 17.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Стрекалов А. В., Тенякова Н. А. Физические основы волоконной оптики : Учебное пособие [Электронный ресурс] : РИОР , 2021 - 106 - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=398779>

### **7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):**

1. Электронная библиотечная система ZNANIUM.COM - Режим доступа: <https://znanium.com/>

2. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"

3. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"

4. Open Academic Journals Index (OAJI). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>
5. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prlib.ru/>
6. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

**8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения**

Основное оборудование:

- Сварочный аппарат для оптических кабелей Fujikura FSM-80S KIT A-аппарат сварочный комплект (FSM-80S+CT-30A+BTR-09+DCC-18

Программное обеспечение:

- □ Microsoft Office Professional Plus 2010
- □ КонсультантПлюс

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

Направление и направленность (профиль)  
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи. Интернет-вещей и  
оптические системы и сети

Год набора на ОПОП  
2023

Форма обучения  
очная

Владивосток 2025

## 1 Перечень формируемых компетенций

| Название ОПОП ВО, сокращенное                                     | Код и формулировка компетенции                                                                                                                                                                                                            | Код и формулировка индикатора достижения компетенции                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (Б-ИК) | ПКВ-2 : Способен проводить измерения параметров оборудования связи и планово-профилактические работы, осуществлять диагностику, техническое обслуживание, мониторинг состояния и учет отказов инфокоммуникационного оборудования и систем | ПКВ-2.1к : Проводит измерения параметров и характеристик работы оборудования связи (телекоммуникаций) с использованием специализированного контрольно-измерительного оборудования |

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

## 2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

**Компетенция ПКВ-2 «Способен проводить измерения параметров оборудования связи и планово-профилактические работы, осуществлять диагностику, техническое обслуживание, мониторинг состояния и учет отказов инфокоммуникационного оборудования и систем»**

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

| Код и формулировка индикатора достижения компетенции                                                                                                                              | Результаты обучения по дисциплине |        |                                                                                                                                                                         | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                   | Код                               | Тип    | Результат                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                 |
| ПКВ-2.1к : Проводит измерения параметров и характеристик работы оборудования связи (телекоммуникаций) с использованием специализированного контрольно-измерительного оборудования | РД 1                              | Знание | методов и инструментальных средств измерения параметров и характеристик оборудования связи и их отдельных компонент                                                     | сформировавшееся систематическое знание методов и инструментальных средств измерения параметров и характеристик оборудования связи и их отдельных компонент                                                     |
|                                                                                                                                                                                   | РД 1                              | Умение | проводить измерения параметров и характеристик оборудования связи и отдельных его компонент с использованием специализированного контрольно-измерительного оборудования | сформировавшееся систематическое умение проводить измерения параметров и характеристик оборудования связи и отдельных его компонент с использованием специализированного контрольно-измерительного оборудования |
|                                                                                                                                                                                   | РД 1                              | Навык  | владения методами и инструментальными средствами измерения параметров и характеристик оборудования связи                                                                | сформировавшийся систематический навык владения методами и инструментальными средствами измерения параметров и характеристик оборудования связи                                                                 |

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

### 3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

| Контролируемые планируемые результаты обучения |                                                                                                                                | Контролируемые темы дисциплины                                           | Наименование оценочного средства и представление его в ФОС |                          |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------|
|                                                |                                                                                                                                |                                                                          | Текущий контроль                                           | Промежуточная аттестация |
| Очная форма обучения                           |                                                                                                                                |                                                                          |                                                            |                          |
| РД1                                            | Знание : методов и инструментальных средств и измерения параметров и характеристик оборудования связи и их отдельных компонент | 1.1. Принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации | Собеседование                                              | Реферат                  |
|                                                |                                                                                                                                |                                                                          | Собеседование                                              | Тест                     |
|                                                |                                                                                                                                | 1.2. Ретрансляторы                                                       | Собеседование                                              | Реферат                  |
|                                                |                                                                                                                                |                                                                          | Собеседование                                              | Тест                     |
|                                                |                                                                                                                                | 1.3. Дисперсии в волоконно-оптических линиях передачи информации         | Собеседование                                              | Реферат                  |
|                                                |                                                                                                                                |                                                                          | Собеседование                                              | Тест                     |
|                                                |                                                                                                                                | 1.4. Типы волоконных световодов                                          | Собеседование                                              | Реферат                  |
|                                                |                                                                                                                                |                                                                          | Собеседование                                              | Тест                     |
|                                                |                                                                                                                                | 1.5. Оптические кабели                                                   | Собеседование                                              | Реферат                  |
|                                                |                                                                                                                                |                                                                          | Собеседование                                              | Тест                     |
|                                                |                                                                                                                                | 1.6. Пассивные компоненты оптических систем передачи информации          | Собеседование                                              | Реферат                  |
|                                                |                                                                                                                                |                                                                          | Собеседование                                              | Тест                     |
|                                                |                                                                                                                                | 1.7. Активные компоненты оптических систем передачи информации (ВОЛС)    | Собеседование                                              | Реферат                  |
|                                                |                                                                                                                                |                                                                          | Собеседование                                              | Тест                     |
|                                                |                                                                                                                                | 1.8. Системы WDM и DWDM                                                  | Собеседование                                              | Реферат                  |
|                                                |                                                                                                                                |                                                                          | Собеседование                                              | Тест                     |
|                                                |                                                                                                                                | 1.9. Современные методы строительства и эксплуат                         | Собеседование                                              | Реферат                  |

|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       |                     |                     |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|     |                                                                                                                                                                                  | уатации волоконно-оптических линий связи                                              | Собеседование       | Тест                |
| РД1 | Умение : проводить измерение параметров и характеристик оборудования связи и отдельных его компонент с использованием специализированного контрольно-измерительного оборудования | 1.2. Ретрансляторы                                                                    | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Практическая работа | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  | 1.4. Типы волоконных световодов                                                       | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Практическая работа | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  | 1.5. Оптические кабели                                                                | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Практическая работа | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  | 1.6. Пассивные компоненты оптических систем передачи информации                       | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Практическая работа | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  | 1.7. Активные компоненты оптических систем передачи информации (ВОЛС)                 | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Практическая работа | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  | 1.9. Современные методы строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Практическая работа | Реферат             |
|     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Практическая работа |

|     |                                                                                                                  |                                                                                       |                     |                     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|     |                                                                                                                  |                                                                                       | Собеседование       | Реферат             |
| РД1 | Навык : владения методами и инструментальными средствами измерения параметров и характеристик оборудования связи | 1.2. Ретрансляторы                                                                    | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                  | 1.5. Оптические кабели                                                                | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                  | 1.6. Пассивные компоненты оптических систем передачи информации                       | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                  | 1.7. Активные компоненты оптических систем передачи информации (ВОЛС)                 | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                  | 1.8. Системы WDM и DWDM                                                               | Практическая работа | Практическая работа |
|     |                                                                                                                  | 1.9. Современные методы строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи | Практическая работа | Практическая работа |

#### 4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

| Вид учебной деятельности | Оценочное средство |               |                     |         |       |
|--------------------------|--------------------|---------------|---------------------|---------|-------|
|                          | Тест               | Собеседование | Практическая работа | Реферат | Итого |
| Лекции                   | 10                 | 5             |                     | 10      | 25    |
| Практические занятия     |                    |               | 25                  |         | 25    |
| Самостоятельная работа   |                    |               |                     | 10      | 10    |
| Промежуточная аттестация | 10                 | 5             | 25                  |         | 40    |
| Итого                    | 20                 | 10            | 50                  | 20      | 100   |

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

| Сумма баллов по дисциплине | Оценка по промежуточной аттестации | Характеристика качества сформированности компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| от 91 до 100               | «зачтено» / «отлично»              | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| от 76 до 90                | «зачтено» / «хорошо»               | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.                                                                                                                                                                         |
| от 61 до 75                | «зачтено» / «удовлетворительно»    | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.                                                                         |

|             |                                      |                                                                                                                           |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| от 41 до 60 | «не зачтено» / «неудовлетворительно» | У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.               |
| от 0 до 40  | «не зачтено» / «неудовлетворительно» | Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков. |

## 5 Примерные оценочные средства

### 5.1 Примерный перечень вопросов по темам

1. Каковы основные принципы управления оптическими сигналами в оптоэлектронных микромеханических устройствах?
2. Какие типы модуляции оптических сигналов могут быть получены с помощью оптоэлектронной микромеханики?
3. Какие эффекты используют для управления оптическими сигналами в устройствах интегральной оптики?
4. Какие преобразования оптических сигналов можно осуществить с помощью интерферометра Маха-Цендера?
5. Какой тип модуляции можно получить в волноводе при использовании эффекта Франца-Келдыша?
6. В чем заключаются достоинства плазмонных волноводов и переключателей?
7. В чем заключаются достоинства и недостатки интегрально-оптических устройств на основе «классических» волноводов по сравнению с электронными интегральными устройствами?
8. В чем заключаются преимущества оптических методов передачи информации по сравнению с другими методами?
9. В чем заключается принцип WDM-технологии передачи сигналов?
10. Чем отличаются одномодовые волокна от многомодовых волокон?
11. Каковы достоинства и недостатки усилителей оптических сигналов?
12. Каковы достоинства и недостатки регенераторов оптических сигналов?
13. Для каких целей в ВОСС используют демультиплексоры?
14. Каковы преимущества волоконно-оптических датчиков по сравнению с датчиками других типов?
15. Какие физические величины могут быть измерены с помощью волоконно-оптических датчиков? Какие оптические эффекты при этом используются?
16. Какой режим работы волоконного световода называется одномодовым, а какой многомодовым?
17. Чем определяется число направляемых мод в волоконных световодах?
18. Как определить границу одномодового режима?
19. В каких пределах находятся величины фазовых и групповых скоростей направляемых мод и чем объясняется их зависимость от длины волны излучения?
20. Каково соотношение между диаметрами оболочки и сердцевины многомодового ступенчатого и одномодового световода? Чем оно определяется?
21. Что такое критическая частота (длина волны) ОВ?
22. Что такое характеристическая (нормированная) частота?
23. Что такое длина волны отсечки?
24. Какой тип волн распространяется в одномодовом оптическом волокне?
25. Дайте определение моды.
26. Перечислите типы волн, которые распространяются в многомодовом волноводе.
27. Что такое диаметр модового пятна?
28. Чем обусловлено затухание сигналов в волоконных световодах?
29. Почему длины волн излучения  $\lambda = 1,3$  мкм и особенно  $\lambda = 1,55$  мкм считаются наиболее перспективными в волоконно-оптических системах?

30. Дайте сравнительную оценку различных методов измерения потерь в ОВ.
31. Какими основными факторами ограничен динамический диапазон оптических рефлектометров?
32. Сколько милливатт имеет сигнал, мощность которого в относительных единицах составляет 0 дБм?
33. Увеличиваются, уменьшаются или остаются без изменений потери в оптическом волокне по мере увеличения частоты сигнала?
34. На какой длине волны затухание минимально: 850, 1300 или 1550 нм?
35. Опишите метод измерения потерь в волокне с помощью инструментального измерителя.
36. На чем основан принцип измерения затухания методом обратного рассеяния?
37. Дайте определение коэффициента затухания ОВ. В каких единицах его измеряют?
38. Почему рекомендуется при входном контроле измерять коэффициент затухания с двух сторон?

#### *Краткие методические указания*

Контрольное мероприятие проводится в электронной или устной форме на 8-9 неделях учебного семестра. На выполнение собеседования отводится 2-10 минут на одного обучающегося. Во время проведения контрольного мероприятия использование литературы и других информационных ресурсов допускается только по предварительному согласованию с преподавателем.

#### *Шкала оценки*

| Оценка | Баллы | Описание                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5      | 7-10  | Студент демонстрирует знания на итоговом уровне: свободно оперирует приобретенными знаниями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.                                                                                                                            |
| 4      | 4-6   | Студент демонстрирует знания на среднем уровне: освоил основные положения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний на новые, нестандартные ситуации.                                                |
| 3      | 2-3   | Студент демонстрирует знания и навыки на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, испытываются значительные затруднения при оперировании знаниями и при их переносе на новые ситуации. |
| 2      | 1     | Студент демонстрирует знания на уровне ниже базового: проявляется недостаточность знаний.                                                                                                                                                                              |

### **5.2 Примеры заданий для выполнения практических работ**

1. Измерение основных параметров ретранслятора, повторителя, оптического усилителя.
2. Измерение параметров световодов.
3. Измерение параметров оптических кабелей.
4. Измерение параметров модулей ВОЛС.
5. Расчёт параметров каналов связи WDM и DWDM.
6. Разработка проекта технической эксплуатации ВОЛС.
7. Сварка волоконных световодов.

#### *Краткие методические указания*

После выполнения каждой практической работы студент должен представить отчет о ее выполнении, а также, по указаниям преподавателя, выполнить дополнительные задания по теме практической работы.

#### *Шкала оценки*

| № | Баллы | Описание                                                                                                                                                                                                                        |
|---|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | 43–50 | Студент демонстрирует умения и навыки на итоговом уровне: умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| 4 | 31–42 | Студент демонстрирует умения и навыки на среднем уровне: освоил основные умения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.   |
| 3 | 19–30 | Студент демонстрирует умения и навыки на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных умений, на                                                            |

|   |       |                                                                                                                                           |
|---|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |       | выков по дисциплинарной компетенции, испытываются значительные затруднения при оперировании умениями и при их переносе на новые ситуации. |
| 2 | 10–18 | Студент демонстрирует умения и навыки на уровне ниже базового: проявляется недостаточность умений и навыков.                              |
| 1 | 0–9   | Студентом проявляется полное или практически полное отсутствие умений и навыков.                                                          |

### 5.3 Перечень тем рефератов

1. Повторители.
2. Оптические усилители.
3. Световоды.
4. Оптические кабели.
5. Мультиплексоры.
6. Лазеры.
7. Фотоприемники.

#### *Краткие методические указания*

К защите допускаются работы с уровнем оригинальности не ниже 70. При оценке выполненного задания учитывается глубина и полнота раскрытия темы, проработанность вопросов темы, владение терминологическим аппаратом, умение делать выводы и давать аргументированные ответы, логичность и последовательность изложения материала.

#### *Шкала оценки*

| Оценка | Баллы | Описание                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5      | 14-20 | Студент демонстрирует знания на итоговом уровне: свободно оперирует приобретенным и знаниями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.                                                                                                                           |
| 4      | 10-13 | Студент демонстрирует знания на среднем уровне: освоил основные положения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний на новые, нестандартные ситуации.                                                |
| 3      | 4-9   | Студент демонстрирует знания и навыки на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, испытываются значительные затруднения при оперировании знаниями и при их переносе на новые ситуации. |
| 2      | 1-3   | Студент демонстрирует знания на уровне ниже базового: проявляется недостаточность знаний.                                                                                                                                                                              |

### 5.4 Примеры тестовых заданий

1. Спектральная полоса излучения инжекционного лазера имеет максимум  $\lambda=980$  нм. Оцените ширину запрещенной зоны активной области лазера.
2. Ширина запрещенной зоны p-n перехода фотодиода 1.1 эВ. Оцените порог спектральной чувствительности p-i-n фотодиода.
3. Определите минимальный коэффициент усиления инжекционного лазера для обеспечения стационарной генерации, если резонатор имеет длину  $L=0.4$  мм и образован естественными сколами кристалла с показателем преломления  $n=3.6$ .
4. Определите пороговый ток инжекционного лазера, имеющего параметры  $n=3.6$ ,  $\Delta\lambda=20$  нм,  $\lambda_{\max}=900$  нм, длину резонатора 0.4 мм, внутреннюю квантовую эффективность излучательной рекомбинации 0.95, ширину гетероперехода 0.5 мкм. Температурной зависимостью порогового тока пренебречь.
5. Определите размеры области излучения на торцевой грани инжекционного лазера, если на расстоянии 1 м лазерный луч представляет из себя эллипс с осями  $a=0.4$  м,  $b=0.01$  м.
6. Определите величину напряжения смещения рабочей точки и амплитуду напряжения на продольном электрооптическом модуляторе на АДР кристалле для обеспечения глубины модуляции  $m=0.84$ .
7. Определите амплитудное значение тока для обеспечения глубины модуляции  $m=0.84$  на магнитооптическом модуляторе  $Y_3Fe_{10}O_{12}$  ( $\mu=200$ ,  $C\lambda=300$ ), имеющего размеры  $d=5$  мм,  $L=10$  мм. Число витков намотки на стержень равно 100.

8. Определить полосу пропускания волоконного световода со ступенчатым профилем показателя преломления, если диаметр сердцевины составляет 50 мкм, относительная разность показателя преломления 0.01, показатель преломления сердцевины 1.41, длина волны излучения  $\lambda$  мкм.

9. Определите полосу пропускания волновода с градиентным профилем показателя преломления,  $d = 50$  мкм,  $\Delta = 0.01$ ,  $n_1 = 1.41$ ,  $\lambda = 0.9$  мкм.

10. Определить число волноводных мод в волоконном световоде, если нормализованная частота равна 2.405.

11. Определите номер моды отсечки для волоконного световода с параметрами:  $n_1 = 1.47$ ,  $\Delta = 0.005$ ,  $d = 12$  мкм,  $\lambda = 1$  мкм.

12. Как работает линзовый элемент связи?

13. Нарисуйте решеточный элемент связи и опишите принцип его действия.

14. Оцените критический радиус изгиба  $R_c$  ступенчатого ВС, если известно, что диаметром сердцевины  $2a = 50$  мкм, а ПП  $n_1 = 1.45$  и  $n_2 = 1.44$ .

#### *Краткие методические указания*

Промежуточный тест проводится в электронной форме во время последнего в учебном периоде практического занятия. Тест состоит из 10-30 тестовых заданий. На выполнение теста отводится 10-30 минут. Во время проведения теста использование литературы и других информационных ресурсов допускается только по предварительному согласованию с преподавателем.

#### *Шкала оценки*

| № | Баллы | Описание                                  |
|---|-------|-------------------------------------------|
| 5 | 19–20 | Процент правильных ответов от 95% до 100% |
| 4 | 16–18 | Процент правильных ответов от 80 до 94%   |
| 3 | 13–15 | Процент правильных ответов от 65 до 79%   |
| 2 | 9–12  | Процент правильных ответов от 45 до 64%   |
| 1 | 0–8   | Процент правильных ответов менее 45%      |