

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра Физики и техники связи

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Батухтин А.Г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.05.02.Метрология в оптических телекоммуникационных системах

на 108 часа(ов), 3 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 10.05.02 – Информационная безопасность  
телекоммуникационных систем

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Специализация – Защита информации в системах связи и управления (для набора 2020)

Форма обучения очная

## 1. Организационно-методический раздел

### 1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

«Метрология в оптических телекоммуникационных системах» является подготовка будущего специалиста в области инфокоммуникационных технологий и систем связи к практической деятельности в области обеспечения качества услуг оптических телекоммуникаций за счет организации эффективного метрологического обеспечения опирающегося на достижения передовой науки и практики. Данная цель реализуется за счет изучения общих принципов организации метрологического обеспечения оптических телекоммуникационных систем, изучения методов и технических средств, обеспечивающих измерение основных оптических параметров и характеристик, изучения методов и средств обработки результатов измерений, изучения методов и средств тестирования.

Задачи изучения дисциплины:

закключаются в изучении методов измерений основных параметров оптических телекоммуникационных систем, их отдельных элементов и способов обеспечения требуемой точности измерений. Способность осуществлять монтаж, наладку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи Умение разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию.

### 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Учебная дисциплина «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» является обязательной, входит в блок Б1.В.ДВ.05.02.

### 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часов.

#### Очная форма

| Виды занятий                               | Распределение по семестрам | Всего часов |
|--------------------------------------------|----------------------------|-------------|
| Общая трудоемкость                         | 108                        |             |
| Аудиторные занятия, в т.ч.                 | 0                          |             |
| лекционные (ЛК)                            | 0                          |             |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)        | 0                          |             |
| лабораторные (ЛР)                          | 0                          |             |
| Самостоятельная работа студентов (СРС)     | 0                          |             |
| Форма промежуточной аттестации в семестре  |                            | 0           |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) |                            |             |

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

| Планируемые результаты освоения образовательной программы                                                                                                                          |                                                                                                                                            | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                     | Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины                                                                         | Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ОПК-15. Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации | ОПК-15.1. фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации; | Знать: как принципы действия основных СИ оптического диапазона;<br>Уметь: использовать методы оценки и измерения показателей ошибок ВОСП<br>Владеть: стандартами связи, протоколы, современных методов управления потоками трафика в инфокоммуникационных системах и сетях и методы проведения испытаний;                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                    | ОПК-15.2. применять физические законы и математически методы для решения задач теоретического и прикладного характера;                     | Знать: аналитические расчеты, компьютерное моделирование, экспериментальные измерения и испытания элементов, узлов и модулей оптических инфокоммуникационных систем для различных технических задач;<br>Уметь: использовать современные информационные и компьютерные технологии, способствующие повышению эффективности научной деятельности;<br>Владеть: осуществлением работы по методам компьютерного моделирования оптических инфокоммуникационных систем; |

|                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                 | ОПК-15.3. навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.                                  | Знать: методы контроля параметров и характеристик оптических инфокоммуникационных систем при различных воздействиях;<br>Уметь: прогнозировать и анализировать экономические и экологические последствия новых технических решений.<br>Владеть: использованием современных информационных и компьютерных технологий, способствующих повышению эффективности научной деятельности;                           |
| ПК-13. Способен выполнять монтажные работы, настройку, регулировку и испытания, тестирование отработка режимов работы, контроль проектных параметров работы оборудования связи (телекоммуникаций), линейно-кабельных сооружений | ПК-13.1. Знать общие технологии выполнения работ по настройке, регулировке и испытанию оборудования связи (телекоммуникаций) | Знать: Порядок, методы и последовательность проведения работ по проведению измерений в волоконно-оптических системах передачи.<br>Уметь: применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения;<br>Владеть: современными отечественными и зарубежными измерительными приборами по измерению параметров в волоконно-оптических линиях связи. |
|                                                                                                                                                                                                                                 | ПК-13.2. производить мониторинг работы оборудования связи (телекоммуникаций), линейно-кабельных сооружений                   | Знать: Порядок, методы и последовательность проведения работ по проведению измерений в волоконно-оптических системах передачи.<br>Уметь: применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения;<br>Владеть: современными отечественными и зарубежными измерительными приборами по измерению параметров в волоконно-оптических линиях связи. |

|  |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>ПК-13.3. навыками проведения ремонтно-восстановительных работ и планово-профилактические работы.</p>                    | <p>Знать: Порядок, методы и последовательность проведения работ по проведению измерений в волоконно-оптических системах передачи.<br/>         Уметь: применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения;<br/>         Владеть: современными отечественными и зарубежными измерительными приборами по измерению параметров в волоконно-оптических линиях связи.</p>                                                                                                                                                                   |
|  | <p>ПК-14.1. методики проведения измерений параметров и проверки качества работы оборудования связи (телекоммуникаций).</p> | <p>Знать: В совершенстве методики проведения проверки технического состояния измерительного оборудования, действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам измерительного оборудования.<br/>         Уметь: вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи.<br/>         Владеть: навыками тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования; навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования.</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ПК-14. Способен проводить мониторинг состояния оборудования, учет отказов оборудования, ведения документации, проведение ремонтно- восстановительных работ и планово- профилактических работ, проведение ремонтно-восстановительных работ</p> | <p>ПК-14.2. проводить планово- профилактические и ремонтно-восстановительные работы оборудования связи (телекоммуникаций), линейно-кабельных сооружений.</p> | <p>Знать: В совершенстве методики проведения проверки технического состояния измерительного оборудования, действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам измерительного оборудования.</p> <p>Уметь: вести техническую, оперативно- техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи.</p> <p>Владеть: навыками тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования; навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования.</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>ПК-14.3. навыками по учету и отказов оборудования и ведения документации</p>                                                                              | <p>Знать: В совершенстве методики проведения проверки технического состояния измерительного оборудования, действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам измерительного оборудования.</p> <p>Уметь: вести техническую, оперативно- техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи.</p> <p>Владеть: навыками тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования; навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования.</p> |

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

#### 3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

| Модуль | Номер раздела | Наименование раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Темы раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Всего часов | Аудиторные занятия |         |    | СРС |
|--------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|---------|----|-----|
|        |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             | ЛК                 | ПЗ (СЗ) | ЛР |     |
| 1      | 1             | Параметры, измеряемые в оптических телекоммуникационных системах. Особенности и роль метрологии в современных оптических телекоммуникационных системах. Измерительные задачи в оптических телекоммуникационных системах. Основные понятия и определения системы метрологического обеспечения в оптических телекоммуникациях. | Параметры, измеряемые в оптических телекоммуникационных системах. Особенности и роль метрологии в современных оптических телекоммуникационных системах. Измерительные задачи в оптических телекоммуникационных системах. Основные понятия и определения системы метрологического обеспечения в оптических телекоммуникациях. | 10          | 2                  | 2       | -- | 6   |
|        | 2             | Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем.                                                                                                                                                                                                 | Понятия контроля, тестирования, анализа протоколов. Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем. Виды измерений систем передачи: настроечные, приемосдаточные, эксплуатационные плановые и эксплуатационные внеплановые.                     | 12          | 2                  | 2       | 2  | 6   |

|   |   |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |   |   |    |   |
|---|---|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|----|---|
| 2 | 3 | Особенности измерений в оптическом диапазоне                | Основные измеряемые параметры оптических многомодовых и одномодовых волокон. Основные измеряемые параметры и характеристики оптических излучателей и фотоприемных устройств. Основные измеряемые параметры каналов и трактов оптических телекоммуникационных систем. Основные измерения в многоволновых системах передачи. Измеряемые параметры оптических усилителей.                                                                                                    | 12 | 2 | 2 | -- | 8 |
|   | 4 | Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров | Рефлектометрические измерения параметров оптических систем передачи. Оптические рефлектометры. Основные принципы построения и устройство рефлектометров. Технические и метрологические характеристики рефлектометров. Мини-рефлектометры. Рефлектометр как многофункциональное средство измерений в оптических системах передач. Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров. Измерение затухания, определение места повреждения кабеля, контроль стыков. | 16 | 2 | 2 | 4  | 8 |

|   |   |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |   |   |   |   |
|---|---|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|---|
| 3 | 5 | Измерение затухания сигнала. Измерение дисперсии | <p>Методы измерения затухания оптических волокон: метод обламывания; метод вносимых потерь. Источники погрешностей при измерении затухания. Способы достижения равновесного распределения мод в многомодовых оптических волокнах. Оптические тестеры. Основные технические и метрологические характеристики оптических тестеров. Виды дисперсии оптических волокон: межмодовая, хроматическая, поляризационная модовая. Методы измерения межмодовой дисперсии во временной и частотной области. Методы измерения хроматической дисперсии: метод сдвига фаз, метод дифференциального сдвига фаз. Факторы, влияющие на точность измерения хроматической дисперсии. Измерение поляризационной модовой дисперсии методом сканирования длины волны</p> | 14 | 2 | 2 | 2 | 8 |
|---|---|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|---|

|  |   |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |   |   |   |   |
|--|---|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|---|
|  | 6 | Методы измерений параметров оптико - электронных модулей | <p>Анализ оптического спектра.</p> <p>Интерферометр Фабри – Перо</p> <p>Анализаторы оптического спектра на основе интерферометра Фабри – Перо. Их технические и метрологические характеристики.</p> <p>Дифракционная решетка как оптический фильтр. Конструкции анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток: однопроходный монохроматор, двухпроходный монохроматор, монохроматор Литтмана. Основные технические и метрологические характеристики анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток. Методы калибровки анализаторов оптического спектра по длине волны.</p> | 14 | 2 | 2 | 2 | 8 |
|--|---|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|---|

|   |   |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |   |   |   |   |
|---|---|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|---|
| 4 | 7 | Основные методы измерений параметров цифровых трактов | <p>Основные методы и средства измерений параметров трактов цифровых телекоммуникационных систем Нормы на параметры ошибок цифровых систем передачи. Критерии оценки качества передачи в высокоскоростных сетях связи.</p> <p>Измерители коэффициентов ошибок. Особенности измерителей коэффициентов ошибок в системах оптического диапазона.</p> <p>Измерение коэффициентов ошибок с помощью псевдослучайной последовательности.</p> <p>Методы, основанные на анализе цифрового сигнала. Примеры измерений с использованием анализатора коэффициента ошибок: измерение энергетического потенциала линии связи, измерение чувствительности приемного устройства, измерение запаса мощности, обусловленной дисперсией волокна.</p> <p>Дрейф и дрожание фазы. Нормы на максимальное значение дрейфа и дрожания фазы для иерархических стыков цифровых систем передачи. Измерение фазового дрожания цифровым осциллографом.</p> <p>Измерение фазового дрожания фазовым детектором. Измерения фазового дрожания по критерию увеличения коэффициента ошибок</p> | 14 | 2 | 2 | 2 | 8 |
|---|---|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|---|

|       |   |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |    |    |    |    |
|-------|---|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|----|
|       | 8 | Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона | Контроль волоконно-оптических линий связи<br>Системы удаленного контроля оптических кабелей. Организация измерений с закрытием и без закрытия связи. Основные направления автоматизации контроля волоконно-оптических линий связи. Поверка средств измерений оптического диапазона<br>Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона. Рабочие эталоны, используемые при поверке СИ оптического диапазона. Погрешности рабочих эталонов. | 16  | 2  | 2  | 4  | 8  |
| Итого |   |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 108 | 16 | 16 | 16 | 60 |

### 3.4. Содержание разделов дисциплины

#### 3.4.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

| Модуль | Номер раздела | Тема                                                                                                                                                    | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Трудоемкость (в часах) |
|--------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|        |               |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ОФО                    |
| 1      | 1             | Параметры, измеряемые в оптических телекоммуникационных системах. Особенности и роль метрологии в современных оптических телекоммуникационных системах. | Измерительные задачи в оптических телекоммуникационных системах. Основные понятия и определения системы метрологического обеспечения в оптических телекоммуникациях.                                                                                                                                      | 2                      |
|        | 2             | Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем.                            | Понятия контроля, тестирования, анализа протоколов. Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем. Виды измерений систем передачи: настроечные, приемо-сдаточные, эксплуатационные плановые и эксплуатационные внеплановые. | 2                      |

|   |   |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |
|---|---|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 2 | 3 | Особенности измерений в оптическом диапазоне                | Рефлектометрические измерения параметров оптических систем передачи. Оптические рефлектометры. Основные принципы построения и устройство рефлектометров. Технические и метрологические характеристики рефлектометров. Мини-рефлектометры. Рефлектометр как многофункциональное средство измерений в оптических системах передач. Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров. Измерение затухания, определение места повреждения кабеля, контроль стыков.                                                                                                                    | 2 |
|   | 4 | Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров | Рефлектометрические измерения параметров оптических систем передачи. Оптические рефлектометры. Основные принципы построения и устройство рефлектометров. Технические и метрологические характеристики рефлектометров. Мини-рефлектометры. Рефлектометр как многофункциональное средство измерений в оптических системах передач. Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров. Измерение затухания, определение места повреждения кабеля, контроль стыков.                                                                                                                    | 2 |
| 3 | 5 | Измерение затухания сигнала. Измерение дисперсии            | Методы измерения затухания оптических волокон: метод обламывания; метод вносимых потерь. Источники погрешностей при измерении затухания. Способы достижения равновесного распределения мод в многомодовых оптических волокнах. Оптические тестеры. Основные технические и метрологические характеристики оптических тестеров. Виды дисперсии оптических волокон: межмодовая, хроматическая, поляризационная модовая. Методы измерения межмодовой дисперсии во временной и частотной области. Методы измерения хроматической дисперсии: метод сдвига фаз, метод дифференциального сдвига фаз. | 2 |

|   |   |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |
|---|---|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 4 | 6 | Методы измерений параметров оптико - электронных модулей | <p>Анализ оптического спектра. Интерферометр Фабри – Перо</p> <p>Анализаторы оптического спектра на основе интерферометра Фабри – Перо. Их технические и метрологические характеристики. Дифракционная решетка как оптический фильтр. Конструкции анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток: однопроходный монохроматор, двухпроходный монохроматор, монохроматор Литтмана.</p> <p>Основные технические и метрологические характеристики анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 |
|   | 7 | Основные методы измерений параметров цифровых трактов    | <p>Основные методы и средства измерений параметров трактов цифровых телекоммуникационных систем</p> <p>Нормы на параметры ошибок цифровых систем передачи. Критерии оценки качества передачи в высокоскоростных сетях связи. Измерители коэффициентов ошибок. Особенности измерителей коэффициентов ошибок в системах оптического диапазона. Измерение коэффициентов ошибок с помощью псевдослучайной последовательности. Методы, основанные на анализе цифрового сигнала. Примеры измерений с использованием анализатора коэффициента ошибок: измерение энергетического потенциала линии связи, измерение чувствительности приемного устройства, измерение запаса мощности, обусловленной дисперсией волокна. Дрейф и дрожание фазы. Нормы на максимальное значение дрейфа и дрожания фазы для иерархических стыков цифровых систем передачи. Измерение фазового дрожания цифровым осциллографом</p> | 2 |

|  |   |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |
|--|---|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|  | 8 | Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона | Контроль волоконно- оптических линий связи Системы удаленного контроля оптических кабелей. Организация измерений с закрытием и без закрытия связи. Основные направления автоматизации контроля волоконно- оптических линий связи. Поверка средств измерений оптического диапазона Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона. Рабочие эталоны, используемые при поверке СИ оптического диапазона. Погрешности рабочих эталонов. | 2 |
|--|---|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

### 3.4.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

| Модуль | Номер раздела | Тема                                                                                                                                                    | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                           | Трудоемкость (в часах) |
|--------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|        |               |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | ОФО                    |
| 1      | 1             | Параметры, измеряемые в оптических телекоммуникационных системах. Особенности и роль метрологии в современных оптических телекоммуникационных системах. | Основные понятия и определения системы метрологического обеспечения в оптических телекоммуникациях.                                                                                                                                                                  | 2                      |
|        | 2             | Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем.                            | Понятия контроля, тестирования, анализа протоколов. Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем.                                                                                     | 2                      |
| 2      | 3             | Особенности измерений в оптическом диапазоне                                                                                                            | Основные измеряемые параметры оптических многомодовых и одномодовых волокон. Основные измеряемые параметры и характеристики оптических излучателей и фотоприемных устройств. Основные измеряемые параметры каналов и трактов оптических телекоммуникационных систем. | 2                      |
|        |               |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                        |

|   |   |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                      |   |
|---|---|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   | 4 | Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров    | Технические и метрологические характеристики рефлектометров. Мини-рефлектометры. Рефлектометр как многофункциональное средство измерений в оптических системах передач. Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров. | 2 |
| 3 | 5 | Измерение затухания сигнала. Измерение дисперсии               | Методы измерения затухания оптических волокон: метод обламывания; метод вносимых потерь. Источники погрешностей при измерении затухания. Способы достижения равновесного распределения мод в многомодовых оптических волокнах.       | 2 |
|   | 6 | Методы измерений параметров оптико - электронных модулей       | Основные технические и метрологические характеристики анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток. Методы калибровки анализаторов оптического спектра по длине волны.                                           | 2 |
| 4 | 7 | Основные методы измерений параметров цифровых трактов          | Критерии оценки качества передачи в высокоскоростных сетях связи. Измерители коэффициентов ошибок. Особенности измерителей коэффициентов ошибок в системах оптического диапазона.                                                    | 2 |
|   | 8 | Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона | Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона. Рабочие эталоны, используемые при поверке СИ оптического диапазона. Погрешности рабочих эталонов.                                                                    | 2 |

#### 3.4.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

| Модуль | Номер раздела | Тема                                         | Содержание                                                                                                                   | Трудоемкость (в часах) |
|--------|---------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|        |               |                                              |                                                                                                                              | ОФО                    |
| 1      | 2             | Особенности измерений в оптическом диапазоне | Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем. | 2                      |

|   |   |                                                                |                                                                                                                                                                                                                       |   |
|---|---|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 2 | 4 | Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров    | Рефлектометрические измерения параметров оптических систем передачи. Оптические рефлектометры. Основные принципы построения и устройство рефлектометров. Технические и метрологические характеристики рефлектометров. | 4 |
| 3 | 5 | Измерение затухания сигнала<br>Измерение дисперсии             | Методы измерения затухания оптических волокон: метод обламывания; метод вносимых потерь. Способы достижения равновесного распределения мод в многомодовых оптических волокнах.                                        | 2 |
|   | 6 | Методы измерений параметров оптико-электронных модулей         | Анализ оптического спектра. Интерферометр Фабри – Перо<br>Анализаторы оптического спектра на основе интерферометра Фабри – Перо.                                                                                      | 2 |
| 4 | 7 | Основные методы измерений параметров цифровых трактов          | Основные методы и средства измерений параметров трактов цифровых телекоммуникационных систем.                                                                                                                         | 2 |
|   | 8 | Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона | Контроль волоконно- оптических линий связи Системы удаленного контроля оптических кабелей. Организация измерений с закрытием и без закрытия связи.                                                                    | 4 |

### 3.6. Самостоятельная работа студентов

| Модуль | Номер раздела | Содержание материала, выносимого на самостоятельное изучение                                                                 | Виды самостоятельной работы                                                                                                         | Трудоемкость (в часах) |
|--------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|        |               |                                                                                                                              |                                                                                                                                     | ОФО                    |
| 1      | 1             | Параметры, измеряемые в оптических телекоммуникационных системах.                                                            | Подготовка сообщений и докладов работа с электронными образовательными ресурсами                                                    | 6                      |
| 1      | 2             | Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем. | анализ нормативных документов работа с электронными образовательными ресурсами подготовка к собеседованию, коллоквиуму, конференции | 6                      |

|   |   |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                       |   |
|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 2 | 3 | Особенности измерений в оптическом диапазоне. Оптические ваттметры. Оптические тестеры. Генераторы оптических сигналов.                                                                    | работа с электронными образовательными ресурсами работа с компьютерными моделями подготовка к собеседованию, коллоквиуму, конференции | 8 |
| 2 | 4 | Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров.                                                                                                                               | работа с электронными образовательными ресурсами работа с компьютерными моделями                                                      | 8 |
| 3 | 5 | Измерение затухания сигнала, Измерение дисперсии.                                                                                                                                          | работа с электронными образовательными ресурсами подготовка к собеседованию, коллоквиуму, конференции                                 | 8 |
| 3 | 6 | Методы измерений параметров оптико-электронных модулей.                                                                                                                                    | работа с электронными образовательными ресурсами подготовка к собеседованию, коллоквиуму, конференции                                 | 8 |
| 4 | 7 | Основные методы измерений параметров цифровых трактов                                                                                                                                      | работа с электронными образовательными ресурсами подготовка к собеседованию, коллоквиуму, конференции                                 | 8 |
| 4 | 8 | Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона. Методика поверки оптических генераторов. Методика поверки измерителей мощности. Методика поверки оптических рефлектометров | анализ нормативных документов работа с электронными образовательными ресурсами составление конспекта-плана                            | 8 |

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1. Основная литература**

###### **5.1.1. Печатные издания**

1. Бакланов, Игорь Геннадиевич. Тестирование и диагностика систем связи / Бакланов Игорь Геннадиевич. - Москва : Эко-Трендз, 2001. - 364с. : ил. - ISBN 5-88405-031-3 : 110-00.

9 2. Бори́дько, Серге́й Ива́нович. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учеб. пособие / Бори́дько Серге́й Ива́нович, Дементьев Никола́й Васи́льевич, Тихо́нов Бори́с Никола́евич и др. - Москва : Горячая линия-телеком, 2007. - 374 с. : ил. - (Учебное пособие). - ISBN 5- 93517-338-7 : 385-00. 21 3. Свешников, И.В. Технологии современных оптических сетей связи : учеб. пособие / И. В. Свешников, Л. В. Ковалевская. - Чита : ЗабГУ, 2014. - 130 с. : ил. - ISBN 978-5-9293-1245-8: 130-00. 5+е

### **5.1.2. Издания из ЭБС**

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : Допущено УМО по образованию в области информационной безопасности в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Информационная безопасность телекоммуникационных систем" / С. И. Бори́дько [и др.]; Бори́дько С.И.; Дементьев Н.В.; Тихо́нов Б.Н.; Ходжаев И.А. - Moscow : Горячая линия - Телеком, 2012. - . - Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Под общей редакцией Б.Н. Тихонова. - 2-е изд., стереотип. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202459.html> . - ISBN 978-5-9912-0245-9. 2. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Под общей редакцией Б.Н. Тихонова. - 2-е изд., стереотип. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202459.html> 3. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : Учеб. для вузов / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов. - М. : Абрис, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200643.html>

## **5.2. Дополнительная литература**

### **5.2.1. Печатные издания**

1. Резникова, Наталья Петровна. Маркетинг в телекоммуникациях / Резникова Наталья Петровна. - 2-е изд, доп. и перераб. - Москва : Эко- Трендз, 2002. - 336с. : ил. - (Технологии электронных коммуникаций). - ISBN 5-88405-024-0 : 160-00. 2. Пескова, С.А. Сети и телекоммуникации : учеб. пособие / С. А. Пескова, А. В. Кузин, А. Н. Волков. - Москва : Академия, 2006. - 352с. - ISBN 5-7695-1695-X : 335-00.

### **5.2.2. Издания из ЭБС**

1. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей : учеб. пособие/ Алексеев Е. Б. [и др.]; под ред. В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкого. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2008. - 392 с.: ил. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202543.html>

## **5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

MS Office Standart 2013: Word 2003, Excel 2003, Power Point 2003 (договор № 223-798 от 30.12.2014 г., срок действия - бессрочно; договор № 223-799 от 30.12.2014г., срок действия - бессрочно) Mozilla Firefox Право использования программного обеспечения предоставляется по MPL лицензии (<https://www.mozilla.org/ru/firefox/>) (срок действия - право использования программного обеспечения действует до изменения политики правообладателя) АИБС «МегаПро» (договор № 13215/223П/15-569 от 18.12.2015 г.) MS Office Standart 2013: Word 2003, Excel 2003, Power Point 2003 (договор № 223-798 от 30.12.2014 г., срок действия - бессрочно; договор № 223-799 от 30.12.2014г., срок действия - бессрочно) Mozilla Firefox Право использования программного обеспечения предоставляется по MPL лицензии (<https://www.mozilla.org/ru/firefox/>) (срок действия - право использования программного обеспечения действует до изменения политики правообладателя) АИБС «МегаПро» (договор № 13215/223П/15-569 от 18.12.2015 г.)

## **6. Перечень программного обеспечения**

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

#### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

|                                                                                                |                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|

#### **8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Разработчик/группа разработчиков: Виблый Сергей Григорьевич старший преподаватель

**Рассмотрена на заседании кафедры  
(протокол от 20.05.2021 г. № 9)**

**Согласована с выпускающей кафедрой**

Заведующий кафедрой

---

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.