

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 4\_ от 12.01.2022

Согласовано:  
Председатель УМК физико-  
технического института

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Салихов Р.Б.

\_\_\_\_\_/ Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина МЕТРОЛОГИЯ В ОПТИЧЕСКИХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Дисциплина по выбору

*(указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений))*

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

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

Направленность (профиль) подготовки

Оптические системы и сети связи

*(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

Бакалавр

*(указывается квалификация)*

Разработчик (составитель)

Доцент, к.ф.-м.н.

*(должность, ученая степень, ученое звание)*



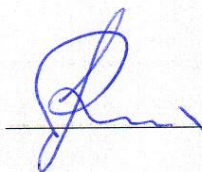
/Вальшин А.М.

Для приема 2022 г.  
Уфа - 2022г.

Составитель / составители: Доцент кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники к.ф.-м.н. Вальшин А.М.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники протокол № 4\_ от\_ 12.01.2022

Заведующий кафедрой



/ Салихов Р.Б./

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине .....	5
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	5
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций .....	7
4.3 Рейтинг-план дисциплины .....	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	11
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины.....	11
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1. Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытание и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования	<p>ПК-1.1. Знать основные параметры и характеристики как компонентов волоконно-оптических систем передачи так и систем в целом; приборы для измерения данных параметров и характеристик</p> <p>ПК-1.2. умение проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p> <p>ПК-1.3. определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи, других компонентов ВОЛП, систем в целом</p>	<p>Знать основные параметры и характеристики как компонентов волоконно-оптических систем передачи так и систем в целом; приборы для измерения данных параметров и характеристик</p> <p>умение проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p> <p>определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи, других компонентов ВОЛП, систем в целом</p>
	ПК-4. Способен осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов телекоммуникационного оборудования, сетевых устройств программного обеспечения инфокоммуникаций	<p>ПК-4.1. знание принципов и методик проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p> <p>ПК-4.2. Уметь проводить расчеты основных параметров и характеристик ВОЛП и проверку их соответствия техническому заданию. Уметь пользоваться средствами автоматизации проектирования.</p> <p>ПК-4.3. Владеть навыками расчета и проектирование ВОЛП в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>знание принципов и методик проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p> <p>Уметь проводить расчеты основных параметров и характеристик ВОЛП и проверку их соответствия техническому заданию. Уметь пользоваться средствами автоматизации проектирования.</p> <p>Владеть навыками расчета и проектирование ВОЛП в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>

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

Целью и задачами учебной дисциплины «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» является подготовка студентов к практической деятельности в области оптических

телекоммуникаций и изучение общих вопросов в области метрологии в оптических телекоммуникационных системах, ознакомление с методиками тестовых и измерительных испытаний, обзор средств измерений, разбор способов обработки и представление результатов измерений, рассмотрение вопросов автоматизации измерений. Данный курс позволяет студентам стать высококвалифицированными специалистами в отрасли связи и позволяет использовать полученные ими навыки в дальнейшей эксплуатации волоконно-оптических линий.

Дисциплина «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» относится к дисциплине по выбору.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

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

**ПК-1.** Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытание и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования

**ПК-4.** Способен осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов телекоммуникационного оборудования, сетевых устройств программного обеспечения инфокоммуникаций

Экзамен:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК 1.1 Знать основные параметры и характеристики как компонентов волоконно-оптических систем передачи так и систем в целом; приборы для измерения данных параметров и характеристик	Знать основные параметры и характеристики как компонентов волоконно-оптических систем передачи так и систем в целом; приборы для измерения данных параметров и характеристик	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах.	Знает всё, всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы
ПК 1.2 умение проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных	умение проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве

нормативных документов	нормативных документов				
ПК 1.3 провести анализ работы устройств, устранения повреждений аппаратуры	провести анализ работы устройств, устранения повреждений аппаратуры	Не способен самостоятельно провести анализ работы устройств, устранения повреждений аппаратуры,	Владеет недостаточно навыками самостоятельно провести анализ работы устройств, устранения повреждений аппаратуры,	Владеет навыками самостоятельно провести анализ работы устройств, устранения повреждений аппаратуры,	Владеет навыками самостоятельно провести анализ работы устройств, устранения повреждений аппаратуры
ПК 4.1 знание принципов и методик проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	знание принципов и методик проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	Не знает	Имеет фрагментарные знания по методике проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов	Имеет достаточно полные знания по методике проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов	Имеет достаточно полные знания по методике проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы
ПК 4.2 Уметь проводить расчеты основных параметров и характеристик ВОЛП и проверку их соответствия техническому заданию. Уметь пользоваться средствами автоматизации проектирования.	Уметь проводить расчеты основных параметров и характеристик ВОЛП и проверку их соответствия техническому заданию. Уметь пользоваться средствами автоматизации проектирования.	Не умеет	Умеет проводить расчеты основных параметров и характеристик ВОЛП и проверку их соответствия техническому заданию	Уверенно может анализировать расчеты основных параметров и характеристик ВОЛП и проверку их соответствия техническому заданию	Уверенно может анализировать расчеты основных параметров и характеристик ВОЛП и проверку их соответствия техническому заданию, всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы
ПК 4.3 Владеть навыками расчета и проектирование ВОЛП в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Владеть навыками расчета и проектирование ВОЛП в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Не владеет навыками	Неуверенно владеет навыками расчета и проектирование ВОЛП в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Владеет навыками расчета и проектирование ВОЛП в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Владеет навыками расчета и проектирование ВОЛП в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, готов к участию в дискуссии на профессиональные темы

Показатели сформированности компетенции:.

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

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ПК-1.1. Знать основные параметры и характеристики как компонентов волоконно-оптических систем передачи так и систем в целом; приборы для измерения данных параметров и характеристик</p> <p>ПК-1.2. умение проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p> <p>ПК-1.3. определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи, других компонентов ВОЛП, систем в целом .</p>	<p>Знать основные параметры и характеристики как компонентов волоконно-оптических систем передачи так и систем в целом; приборы для измерения данных параметров и характеристик</p> <p>уметь проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p> <p>определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи, других компонентов ВОЛП, систем в целом .</p>	<p>Тесты, семинарские занятия; экзамен.</p>
<p>ПК-4.1. знание принципов и методик проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p> <p>ПК-4.2. Уметь проводить расчеты основных параметров и характеристик ВОЛП</p>	<p>знание принципов и методик проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p> <p>Уметь проводить расчеты основных параметров и характеристик ВОЛП и проверку их соответствия техническому заданию. Уметь пользоваться средствами</p>	<p>тесты; семинарские занятия; экзамен.</p>



<p>и проверку их соответствия техническому заданию. Уметь пользоваться средствами автоматизации проектирования. ПК-4.3. Владеть навыками расчета и проектирование ВОЛП в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования стандартов и иных нормативных документов</p>	<p>автоматизации проектирования.</p> <p>Владеть навыками расчета и проектирование ВОЛП в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования стандартов и иных нормативных документов</p>
---	---

### 4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### Экзаменационные билеты

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов из разных модулей дисциплины.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Основные понятия метрологии: измерение, контроль и тестирование.
2. Классификация измерений: по цели, по месту т.д. Системные и экс-плуатационные измерения
3. Источники для измерений: светоизлучающие диоды и лазеры. Особенности ввода/вывода измерительного сигнала.
4. Зависимость уровня вводимой оптической мощности от параметров источника и оптического волокна (ОВ). Равновесное распределение мощности измерительного сигнала по модам (РММ) и способы его достижения.
5. Фильтры и смесители мод. Атенюаторы для ИОС
6. Измерение оптической мощности. Измерения оптической мощности на термофотодиодах (ТФД).
7. Измерение оптической мощности Измерения оптической мощности на фотодиодах (ФД). Сравнительные характеристики ТФД и ФД. ...

Образец экзаменационного билета приведен в приложении 3.

#### **Критерии оценки (в баллах):**

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

Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

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

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

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

**Критерии оценки (для заочной формы обучения):**

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

- **«хорошо»** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

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

До экзамена допускаются студенты заочной формы обучения, выполнившие все лабораторные работы в текущей сессии.

**Примеры вопросов для письменного опроса (рубежный контроль)**

1. Оптический рефлектометр и принцип его работы.
2. Измерение общего затухания, потерь на стыках и возвратных потерь с помощью рефлектометра. Различные способы поиска мест повреждений ОВ на трассе и компонентах ВОЛС.
3. Основные геометрические параметры ОВ. Теневой метод.
4. Основные геометрические параметры ОВ. Метод измерения картины рассеяния вперед.
5. Методы измерения числовой апертуры и эффективной числовой апертуры.
6. Измерение длины волны отсечки.
7. Показатель профиля показателя преломления и его влияние на пропускную способность и другие характеристики ОВ.

**Критерии оценки (в баллах):**

*Развернутость и полнота ответов на вопросы определяется в соответствии с критериями из п.4.1*

*За правильный развернутый полный ответ - 5 баллов*

*За правильный, но неполный ответ – 3 балла*

*За ошибочный ответ или отсутствие ответа – 0 баллов*

**Лабораторные работы (текущий контроль)**

Порядок выполнения лабораторных работ приведен в «Описании лабораторных работ по дисциплине «Метрология в оптических телекоммуникационных системах», имеющихся в специализированных лабораториях (ауд. 210 и 325 физ.-мат. корп. БашГУ).

Перечень и тематика лабораторных работ:

1. Работа с программным обеспечением рефлектометра Hewlett Packard.
2. Исследование рефлектограмм
3. Определение места обрыва оптического кабеля при помощи рефлектометра.
4. Измерения оптическим тестером затухания и вносимых потерь компонентов ВОЛС
5. Исследование при помощи рефлектометра дополнительных потерь на изгибе волокна.

### Критерии оценки (в баллах)

<i>Работа выполнена, к отчету нет существенных замечаний</i>	<i>8 балл</i>
<i>Работа выполнена, но в отчете имеются один или несколько недостатков</i>	<i>4 балла</i>
<i>Работа не выполнена</i>	<i>0 баллов</i>

### Контрольная работа (для заочного отделения)

Учебным планом по дисциплине «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» для проверки уровня усвоения необходимых компетенций предусмотрена контрольная работа, которая имеет статус итоговой, зачетной контрольной работы по теоретическому материалу (лекционным занятиям). Выполнение этой контрольной работы является обязательным условием допуска к экзамену.

Примерные задания для контрольной работы:

Для одной из предложенных величин, характеризующих оборудование и компоненты оптических телекоммуникационных систем, описать: а) физический смысл, принцип и методы измерения; б) оборудование, используемое для измерений, принцип его работы и основные характеристики.

Величины:

- Оптическая мощность
- Затухание в оптическом волокне
- Длина волны отсечки
- Числовая апертура
- Хроматическая дисперсия оптического волокна
- Коэффициент ошибок (BER)
- Спектральные характеристики источников излучения
- Джиттер (дрожание фазы)
- Поляризационная модовая дисперсия
- Обрывы, потери в волокне (рефлектометрия)

### Критерии оценки контрольной работы (для заочной формы обучения):

- **зачтено** выставляется студенту, если раскрыта суть рассматриваемого явления и причина его рассмотрения; описание существующих для данного явления проблем и предлагаемые пути их решения; имеется графический материал (графики, схемы, фотографии); соблюден регламент при представлении доклада; представление, а не чтение материала; использованы нормативные, монографические и периодические источники литературы; четкость дикции; правильность и своевременность ответов на вопросы; оформление доклада в соответствии с требованиями сдачи его преподавателю;

- **незачтено** выставляется студенту, если не выполнены любые шесть из указанных условий

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Субботин, Е.А. Методы и средства измерения параметров оптических телекоммуникационных систем : учебное пособие для вузов / Е.А. Субботин. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2013. - 224 с. : ил. - Библиогр.: с. 210-211 - ISBN 978-5-9912-0304-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253616> (27.02.2018)..
2. Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. -М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 1999.-671 с.: ил.
3. Мандель, А.Е. Метрология в оптических телекоммуникационных системах : учебное пособие / А.Е. Мандель ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР), Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. - 139 с. : схем., табл. - Библиогр. вкн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480513> (27.02.2019)..

Дополнительная литература:

4. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С.И. Боридько, Н.В. Дементьев, Б.Н. Тихонов, И.А. Ходжаев ; под общ. ред. Б.Н. Тихонова. - 2-е изд., стер. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. - 360 с. : ил. - ISBN 978-5-9912-0245-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253089> (27.02.2019).
5. Портнов, Э.Л. Оптические кабели связи их монтаж и измерение : учебное пособие для вузов / Э.Л. Портнов. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. - 448 с. : ил. - Библиогр.: с. 385-388 - ISBN 978-5-9912-0219-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253587> (27.02.2019)..

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

1. Нормативно – правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации – [www.minsvyaz.ru](http://www.minsvyaz.ru).
2. Рекомендации Международного союза электросвязи – ITU-T – International Telecommunication Union – Telecommunication standardization sector – Сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи –МСЭ-Т - [http://www.rfcmd.ru/sphider/docs/ITU-T/ITU-T\\_Rec\\_List\\_A-Z\\_ANO\\_E.htm](http://www.rfcmd.ru/sphider/docs/ITU-T/ITU-T_Rec_List_A-Z_ANO_E.htm).
3. Рекомендации Европейского института стандартизации телекоммуникаций - ETSI - European Telecommunications Standards Institute - [www.etsi.org](http://www.etsi.org).
4. Документы инженерной рабочей группы Интернет – RFC IETF – Request For Comment - Internet Engineering Task Force - [rfc.com.ru](http://rfc.com.ru).

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

Наименование дисциплины (модуля), практики в соответствии с учебным планом	Наименование учебных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения (позволяющего проводить компьютерное тестирование, онлайн-курсы).
<p>Метрология в оптических телекоммуникационных системах</p>	<p><b>1.Учебные аудитории для проведения учебных занятий:</b> Аудитория № 324 Аудитория № 325 Аудитория № 210,</p> <p><b>2.Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации:</b> Читальный зал №2</p>	<p align="center"><b>Аудитория №324</b> Оборудование: доска аудиторная Парты ученические, 3- местные 50 шт.</p> <p align="center"><b>Аудитория №325</b> Оборудование: волоконно-оптические кабели, разветвители – 5 шт., оптические тестеры - 2 шт., телекамера – 1 шт., мониторы -3 шт., осциллографы – 3 шт., источники излучения -5 шт., микроскоп – 4 шт., волоконно-оптический интерферометр – 1шт., макет ВОЛС – 5 шт., волоконно-оптический телефон – 1 шт., сварочная установка для сварки оптического кабеля – 1 шт., рефлектометр ОР-5 – 1 шт., определитель места обрыва ОВ – 1 шт., макет цифровой системы передачи – 1 шт., генератор импульсов – 1 шт., частотомер ЧЗ-34А – 1 шт.</p> <p align="center"><b>Аудитория №210</b> Оборудование: учебная мебель, доска аудиторная, монитор 17 “LGFlatron1717S-SN TCO”99 -12 шт.; системный блок БК ПЭВМ «Банкос» IntelCeleron 2,5ГГц-12 шт.; мультимедиа «ПолиКом-200»-2 шт.; пульт «Морион-Е1» з/н 000497; коммутатор ComrexDX2716.</p> <p align="center"><b>Читальный зал № 2</b> Оборудование: учебный и научный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; ПК (моноблок) - 8 шт.; количество посадочных мест – 80</p>	<p><b>Лицензионное программное обеспечение:</b> 1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p><b>Лицензионное программное обеспечение, позволяющее проводить компьютерное тестирование:</b> 1. Moodle «Официальный оригинальный английский текст лицензии для системы Moodle - <a href="http://www.gnu.org/licenses/gpl.html">http://www.gnu.org/licenses/gpl.html</a> Перевод лицензии для системы Moodle - <a href="http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf">http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf</a></p>

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Метрология в оптических телекоммуникационных системах на 8 семестр

(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	20
практических/ семинарских	-
лабораторных	40
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	55,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма(ы) контроля:

экзамен 8 семестр

*8 семестр*

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
	Модуль 1							
1.	Основные понятия метрологии: измерение, контроль и тестирование. Виды и формы представления физических величин. Особенности измерений в оптическом диапазоне. Классификация измерений: по цели, по месту т.д. Системные и эксплуатационные измерения	2	-	-	6	[1]: гл.2 [2]: гл.4	[4] [5], гл.1	письменный опрос
2	Источники для измерений: светоизлучающие диоды и лазеры. Особенности ввода/вывода измерительного сигнала. Зависимость уровня вводимой оптической мощности от параметров источника и оптического волокна (ОВ). Равновесное распределение мощности измерительного сигнала по модам (РММ) и способы его достижения. Фильтры и смесители мод. Атенюаторы для ИОС	2	-	-	6	[1]: гл.1 [2]: гл.6 [3]: гл.1	[4]	письменный опрос
3	Измерение оптической мощности. Измерения оптической мощности на термофотодиодах	2	-	9	8	[1]: гл.5 [2]: гл.6	[4]	Лабораторные работы,



	(ТФД). Измерения оптической мощности на фотодиодах (ФД). Сравнительные характеристики ТФД и ФД. Принципы построения измерителей оптической мощности: схемотехника, основные характеристики. Измерение абсолютной оптической мощности					[3]: гл.2		письменный опрос
4	Причины, приводящие к затуханию сигнала в оптической связи. Измерения затухания ОВ и общие требования при проведении данных измерений. Метод обрыва. Метод вносимых потерь. Измерение вносимых потерь компонентов ВОЛС. Измерение переходного затухания.	2	-	8	8	[1]: гл.3 [2]: гл.6 [3]: гл.2	[4] [5]: гл.3	Лабораторные работы, письменный опрос
5	Оптический рефлектометр и принцип его работы. Уровень сигнала рассеянного в обратном направлении. Принципы построения, основные характеристики рефлектометров. Измерение общего затухания, потерь на стыках и возвратных потерь с помощью рефлектометра. Различные способы поиска мест повреждений ОВ на трассе и компонентах ВОЛС.	2	-	8	5,8	[1]: гл.3 [2]: гл.9 [3]: гл.10	[4]	Лабораторные работы, письменный опрос
6	Основные геометрические параметры ОВ, которые необходимо контролировать. Теневой метод. Метод измерения картины рассеяния вперед. Методы измерения числовой апертуры и эффективной числовой апертуры. Измерение длины волны отсечки	2	-		3	[1]: гл.3 [3]: гл.5	[4] [5]: гл.2,10	Лабораторные работы, письменный опрос
	Модуль 2							

7.	Показатель профиля преломления (ППП) и его влияние на пропускную способность и другие характеристики ОВ. Различные способы измерения ППП: метод ближнего поля; метод рефракции в ближней зоне; метод интерферометрии среза волокна	2	-	-	3	[1]: гл.3	[4] [5]: гл.2,10	письменный опрос
8	Основные виды дисперсии в ОВ: межмодовая, внутримодовая и дисперсия материала. Широкополосность ОВ. Методы измерения: измерение формы импульсов, частотный (гармонический) метод, метод челночных импульсов. Измерение хроматической дисперсии: счета фотонов, OTDR, дифференциального сдвига фаз	2	-	-	5	[1]: гл.3 [3]: гл.7	[4] [5]: гл.3	письменный опрос
9	Причины появления ошибок при цифровой передаче сигнала. Выражение для BER при гауссовском распределении вероятности, связь с коэффициентом шумов. Измерение коэффициента ошибок. Измерители коэффициента ошибок и их характеристики. Измерение энергетического потенциала и чувствительности приемного оптического модуля	2	-	15	6	[2]: гл.8 [3]: гл.8	[4] [5]: гл.11,12	Лабораторные работы, письменный опрос
10	Влияние внешних воздействий на ОК. Механические и атмосферно-климатические воздействия. Усталостное разрушение ОВ. Бриллюэновский рефлектометр.	2	-	-	5	[1]: гл.4	[4] [5]: гл.11,12	письменный опрос
	<b>Всего часов:</b>	20		40	55, 8			экзамен

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Метрология в оптических телекоммуникационных системах на 2,3 сессию

5 курса

(наименование дисциплины)

заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины		
	2 сессия 5 курса	3 сессия 5 курса	Всего
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144		
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:			
лекций	6	4	10
практических/ семинарских	-	-	-
лабораторных	6	4	10
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	-	1,7	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	60	54,5	114,5
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-	7,8	7,8

Форма(ы) контроля:

контрольная работа 3 сессия 5 курса

экзамен 3 сессия 5 курса

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
	Модуль 1							
1.	Основные понятия метрологии: измерение, контроль и тестирование. Виды и формы представления физических величин. Особенности измерений в оптическом диапазоне. Классификация измерений: по цели, по месту т.д. Системные и эксплуатационные измерения	1	-	-	8	[1]: гл.2 [2]: гл.4	[4] [5], гл.1	письменный опрос
2	Источники для измерений: светоизлучающие диоды и лазеры. Особенности ввода/вывода измерительного сигнала. Зависимость уровня вводимой оптической мощности от параметров источника и оптического волокна (ОВ). Равновесное распределение мощности измерительного сигнала по модам (РММ) и способы его достижения. Фильтры и смесители мод. Атенуаторы для ИОС	1	-	-	8	[1]: гл.1 [2]: гл.6 [3]: гл.1	[4]	письменный опрос
3	Измерение оптической мощности. Измерения оптической мощности на термофотодиодах	1	-	2	12	[1]: гл.5 [2]: гл.6	[4]	Лабораторные работы,

	(ТФД). Измерения оптической мощности на фотодиодах (ФД). Сравнительные характеристики ТФД и ФД. Принципы построения измерителей оптической мощности: схемотехника, основные характеристики. Измерение абсолютной оптической мощности					[3]: гл.2		письменный опрос
4	Причины, приводящие к затуханию сигнала в оптической связи. Измерения затухания ОВ и общие требования при проведении данных измерений. Метод обрыва. Метод вносимых потерь. Измерение вносимых потерь компонентов ВОЛС. Измерение переходного затухания.	1	-	2	12	[1]: гл.3 [2]: гл.6 [3]: гл.2	[4] [5]: гл.3	Лабораторные работы, письменный опрос
5	Оптический рефлектометр и принцип его работы. Уровень сигнала рассеянного в обратном направлении. Принципы построения, основные характеристики рефлектометров. Измерение общего затухания, потерь на стыках и возвратных потерь с помощью рефлектометра. Различные способы поиска мест повреждений ОВ на трассе и компонентах ВОЛС.	1	-	2	12	[1]: гл.3 [2]: гл.9 [3]: гл.10	[4]	Лабораторные работы, письменный опрос
6	Основные геометрические параметры ОВ, которые необходимо контролировать. Теневой метод. Метод измерения картины рассеяния вперед. Методы измерения числовой апертуры и эффективной числовой апертуры. Измерение длины волны отсечки	1	-		8	[1]: гл.3 [3]: гл.5	[4] [5]: гл.2,10	Лабораторные работы, письменный опрос
	<b>Всего часов:</b>	6		6	60			

7.	Показатель профиля преломления (ППП) и его влияние на пропускную способность и другие характеристики ОВ. Различные способы измерения ППП: метод ближнего поля; метод рефракции в ближней зоне; метод интерферометрии среза волокна	2	-	-	12	[1]: гл.3	[4] [5]: гл.2,10	письменный опрос
8	Основные виды дисперсии в ОВ: межмодовая, внутримодовая и дисперсия материала. Широкополосность ОВ. Методы измерения: измерение формы импульсов, частотный (гармонический) метод, метод челночных импульсов. Измерение хроматической дисперсии: счета фотонов, OTDR, дифференциального сдвига фаз	2	-	-	16	[1]: гл.3 [3]: гл.7	[4] [5]: гл.3	письменный опрос
9	Причины появления ошибок при цифровой передаче сигнала. Выражение для BER при гауссовском распределении вероятности, связь с коэффициентом шумов. Измерение коэффициента ошибок. Измерители коэффициента ошибок и их характеристики. Измерение энергетического потенциала и чувствительности приемного оптического модуля	2	-	10	16	[2]: гл.8 [3]: гл.8	[4] [5]: гл.11,12	Лабораторные работы, письменный опрос
10	Влияние внешних воздействий на ОК. Механические и атмосферно-климатические воздействия. Усталостное разрушение ОВ. Бриллюэновский рефлектометр.	2	-	-	10,5	[1]: гл.4	[4] [5]: гл.11,12	письменный опрос
	<b>Всего часов:</b>	4		4	54,5			экзамен

## Рейтинг – план дисциплины

*Метрология в оптических телекоммуникационных системах*направление *Инфокоммуникационные технологии и системы связи*курс 4, семестр 8 .

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Выполнение лабораторных работ, защита отчетов	8	3	0	24
<b>Рубежный контроль</b>				
Письменный опрос	3	5	0	15
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Выполнение лабораторных работ, защита отчетов	8	2	0	16
<b>Рубежный контроль</b>				
Письменный опрос	3	5	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада			0	5
2. Публикация статей			0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен			0	30

## Форма экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине Метрология в оптических телекоммуникационных системах  
Направление 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
Профиль Оптические системы и сети связи

1. Основные понятия метрологии: измерение, контроль и тестирование..
2. Измерение оптической мощности. Измерения оптической мощности на термофотодиодах (ТФД)..

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Салихов Р.Б.