

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «05» июня 2018 г. №7
Зав. кафедрой _____ /Салихов Р.Б.

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института
_____ /Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Метрология в оптических телекоммуникационных системах

Б1.В.1.ДВ.08.01; дисциплина по выбору

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

программа бакалавриата

Направление подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль) подготовки

Оптические системы и сети связи

Квалификация

бакалавр

Разработчик (составитель)
_____ *доцент, к.ф.м.н.*

_____ /Тавлыкаев Р.Ф.

Для приема: 2018 г.

Уфа - 2018 г.

Составитель: доцент, к.ф.м.н. Тавлыкаев Р.Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники, протокол от «05» июня 2018 г. №7

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	5
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	8
4.3. Рейтинг-план дисциплины	9
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	13
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины.....	13
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14

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:

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

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

способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов (ПК-18).

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	основные нормативные и правовые документы в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)	ОПК-5	
	основные параметры и характеристики как компонентов волоконно-оптических систем передачи так и систем в целом; приборы для измерения данных параметров и характеристик	ОПК-6	
	знание принципов и методик проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПК-18	
Умения	использовать основные нормативные и правовые документы в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи) в части определения требований к метрологическому обеспечению проектирования и эксплуатации ВОЛП	ОПК-5	
	определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи	ОПК-6	
	умение проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПК-18	

Владения (навыки / опыт деятельности)	обеспечивать метрологическое обеспечение проектирования и эксплуатации ВОЛП в полном соответствии с нормативными и правовыми документами в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)	ОПК-5	
	определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи, других компонентов ВОЛП, систем в целом	ОПК-6	
	организация и проведение испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПК-18	

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 вариативной части образовательной программы.

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

Экзамен:

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

Первый этап (уровень)	основные нормативные и правовые документы в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)	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
Второй этап (уровень)	использовать основные нормативные и правовые документы в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи) в части определения требований к метрологическому обеспечению проектирования и эксплуатации ВОЛП	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (уровень)	обеспечивать метрологическое обеспечение проектирования и эксплуатации ВОЛП в полном соответствии с нормативными и правовыми документами в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

Код и формулировка компетенции: способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (ОПК-6);

Экзамен:

Этап освоения компетенции (уровень)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	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

Второй этап (уровень)	определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (уровень)	определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи, других компонентов ВОЛП, систем в целом	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

Код и формулировка компетенции: способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов (ПК-18).

Экзамен:

Этап освоения компетенции (уровень)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	знание принципов и методик проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	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
Второй этап (уровень)	умение проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (уровень)	организация и проведение испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

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

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	основные нормативные и правовые документы в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)	ОПК-5	лабораторные работы; письменный опрос
	основные параметры и характеристики как компонентов волоконно-оптических систем передачи так и систем в целом; приборы для измерения данных параметров и характеристик	ОПК-6	лабораторные работы; письменный опрос
	знание принципов и методик проведения испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПК-18	лабораторные работы; письменный опрос
2-й этап Умения	использовать основные нормативные и правовые документы в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи) в части определения требований к метрологическому обеспечению проектирования и эксплуатации ВОЛП	ОПК-5	лабораторные работы; письменный опрос
	определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи	ОПК-6	лабораторные работы; письменный опрос
	умение проводить испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных	ПК-18	лабораторные работы; письменный опрос

	документов		
3-й этап Владеть навыками	обеспечивать метрологическое обеспечение проектирования и эксплуатации ВОЛП в полном соответствии с нормативными и правовыми документами в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)	ОПК-5	лабораторные работы; письменный опрос
	определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи, других компонентов ВОЛП, систем в целом	ОПК-6	лабораторные работы; письменный опрос
	организация и проведение испытаний с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПК-18	лабораторные работы; письменный опрос

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 эксплуатационные 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.
2. Рекомендации Международного союза электросвязи – ИТУ-Т – 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.
3. Рекомендации Европейского института стандартизации телекоммуникаций - ETSI - European Telecommunications Standards Institute - www.etsi.org.
4. Документы инженерной рабочей группы Интернет – RFC IETF – Request For Comment - Internet Engineering Task Force - rfc.com.ru.

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

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
Аудитория (к.323)	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска.
Лаборатория (к.210)	Лабораторные работы	Учебная мебель, доска аудиторная, моноблок ThinkCentre (12 шт) 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.
Лаборатория (к.325)	Лабораторные работы	Учебная мебель, доска аудиторная, компьютер 2 штуки, лабораторный комплекс – 10 штук.
Читальный зал № 2 (физико-математический корпус)	Самостоятельная работа	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт., принтер – 1 шт., сканер- 1 шт.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Метрология в оптических телекоммуникационных системах на 8 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	7/252
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	20
практических/ семинарских	-
лабораторных	30
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	67
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

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	-	4	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	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	-		6	[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	-	-	6	[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	-	-	8	[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	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
	Всего часов:	20		30	67			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)	7/252		
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

2 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. Атенюаторы 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
	Всего часов:	6		6	60			

3 сессия 5 курса

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
	Всего часов:	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
Модуль 1				
Текущий контроль				
Выполнение лабораторных работ, защита отчетов	8	3	0	24
Рубежный контроль				
Письменный опрос	3	5	0	15
Модуль 2				
Текущий контроль				
Выполнение лабораторных работ, защита отчетов	8	2	0	16
Рубежный контроль				
Письменный опрос	3	5	0	15
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада			0	5
2. Публикация статей			0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
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. Общие принципы построения коммутационных схем. Однозвенная и трехзвенная коммутационная схема.
2. Структура протокола ОКС №7. Функции МТР, подсистем пользователей.

Заведующий кафедрой _____ Салихов Р.Б.