

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

Факультет технологии, транспорта и связи

Кафедра Физики и техники связи

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Лесков А.В.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ОД.12.Метрология в оптических телекоммуникационных системах

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

для направления подготовки (специальности) 11.03.02 – Инфокоммуникационные
технологии и системы связи

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

Профиль – Оптические системы и сети связи (для набора 2015)

Форма обучения очная, заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Целью преподавания 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:

Основные задачи дисциплины заключаются 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.ОД.12.

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
	7 семестр	
Общая трудоемкость		108
Аудиторные занятия, в т.ч.	36	36
лекционные (ЛК)	18	18
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
лабораторные (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	36

Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		
--	--	--

Заочная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	Всего часов
	8 семестр	
Общая трудоемкость		108
Аудиторные занятия, в т.ч.	14	14
лекционные (ЛК)	6	6
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
лабораторные (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа студентов (СРС)	94	94
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК 5	Способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем, связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)
ОПК 6	Способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи
ПК 15	Умение разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
Знать	Пороговый: 1) Знать место и роль метрологии в современных оптических инфокоммуникационных системах; 2) принципы построения и функционирования аналоговых и цифровых измерительных приборов; 3) оптические компоненты в телекоммуникационных системах 3) выбор способов обеспечения требуемой точности измерений;
	Стандартный: 1) методы измерений основных параметров оптических телекоммуникационных систем и их отдельных элементов; 2) использования специализированных программ по расчету и моделированию оптических инфокоммуникационных систем;
	Эталонный: 1) принципы действия основных СИ оптического диапазона; 2) методы оценки и измерения показателей ошибок ВОСП 3) проведение мониторинга показателей ошибок в реальных системах;
Уметь	Пороговый: 1) выбирать необходимые СИ для решения конкретных измерительных задач; 2) самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, моделировать на компьютере устройства, системы и процессы с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ
	Стандартный: 1) использования аппаратуры для измерения параметров телекоммуникационных систем 2) применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области оптических технологий и систем связи 3) принципы построения и функционирования аналоговых и цифровых измерительных приборов;

	Эталонный: 1) выполнять аналитические расчеты, компьютерное моделирование, экспериментальные измерения и испытания элементов, узлов и модулей оптических инфокоммуникационных систем для различных технических задач; 2) использовать современные информационные и компьютерные технологии, способствующие повышению эффективности научной деятельности; 3) осуществлять работы по методам компьютерного моделирования оптических инфокоммуникационных систем;
Владеть	Пороговый: 1) получить практические навыки в проведении измерений в оптическом диапазоне. 2) основными приёмами технической эксплуатации и метрологического обеспечения аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций 3) методы, обеспечивающие безопасность эксплуатации оптических линий связи
	Стандартный: 1) тенденциями и перспективами развития метрологии в оптических инфокоммуникационных системах, включая смежные области науки, техники и промышленного производства. 2) выбор способов обеспечения требуемой точности измерений;
	Эталонный: 1) осуществлять контроль параметров и характеристик оптических инфокоммуникационных систем при различных воздействиях; 2) прогнозировать и анализировать экономические и экологические последствия новых технических решений. 3) использовать современные информационные и компьютерные технологии, способствующие повышению эффективности научной деятельности;

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Параметры, измеряемые в оптических телекоммуникационных системах.	11	2	-	-	9

	2	Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем	11	2	-	-	9
2	3	Особенности измерений в оптическом диапазоне	15	2	-	4	9
	4	Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров	17	4	-	4	9
3	5	Измерение затухания сигнала Измерение дисперсии	15	2	-	4	9
	6	Методы измерений параметров опто-электронных модулей	15	2	-	4	9
4	7	Основные методы измерений параметров цифровых трактов	11	2	-		9
	8	Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона	13	2	-	2	9
Итого			108	18	0	18	72

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Параметры, измеряемые в оптических телекоммуникационных системах.	12	2			10
	2	Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем	18	2			16
2	3	Особенности измерений в оптическом диапазоне	12	2			10
	4	Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров	10				10
3	5	Измерение затухания сигнала Измерение дисперсии	14				14
	6	Методы измерений параметров опто-электронных модулей	14			4	10
4	7	Основные методы измерений параметров цифровых трактов	18			4	14
	8	Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона	10				10
Итого			108	6	0	8	94

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
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	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.
2	3	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.
	4	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.

3	5	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
	6	Анализ оптического спектра. Интерферометр Фабри – Перо 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. Основные технические и метрологические характеристики анализаторов оптического спектра на основе дифракционных решеток. Методы калибровки анализаторов оптического спектра по длине волны.
4	7	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. 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. Измерение фазового дрожания фазовым детектором. Измерения фазового дрожания по критерию увеличения коэффициента ошибок.
	8	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.

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
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	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.
2	3	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.
	4	
3	5	

3.3. Практические (семинарские) занятия

3.4. Лабораторные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лабораторных занятий
2	3	Особенности измерений в оптическом диапазоне
	4	Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров

3	5	Измерение затухания сигнала Измерение дисперсии
	6	Методы измерений параметров оптико-электронных модулей
4	7	Основные методы измерений параметров цифровых трактов
	8	Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лабораторных занятий
--------	---------------	---------------------------------

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Параметры, измеряемые в оптических телекоммуникационных системах.	контрольная работа, кейс - задача
1	2	Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем.	собеседование, коллоквиум
2	3	Особенности измерений в оптическом диапазоне. Оптические ваттметры. Оптические тестеры. Генераторы оптических сигналов.	собеседование, контрольная работа
2	4	Виды и методы измерений с помощью оптических рефлектометров.	коллоквиум, лабораторная работа
3	5	Измерение затухания сигнала, Измерение дисперсии.	собеседование, лабораторная работа
3	6	Методы измерений параметров оптико-электронных модулей.	собеседование, лабораторная работа
4	7	Основные методы измерений параметров цифровых трактов	собеседование, лабораторная работа

4	8	Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона. Методика поверки оптических генераторов. Методика поверки измерителей мощности. Методика поверки оптических рефлектометров	Собеседование, контрольная работа
---	---	--	-----------------------------------

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Параметры, измеряемые в оптических телекоммуникационных системах.	контрольная работа, кейс - задача
1	2	Измерительные задачи, решаемые в процессе производства, строительства и эксплуатации оптических телекоммуникационных систем.	собеседование, коллоквиум
2	3	Особенности измерений в оптическом диапазоне. Оптические ваттметры. Оптические тестеры. Генераторы оптических сигналов.	собеседование, контрольная работа
2	4	коллоквиум, лабораторная работа	коллоквиум, практическая работа
3	5	Измерение затухания сигнала, Измерение дисперсии.	собеседование, практическая работа
3	6	Методы измерений параметров оптико-электронных модулей.	собеседование, практическая работа
4	7	Основные методы измерений параметров цифровых трактов	собеседование, практическая работа
4	8	Общие принципы поверки средств измерений оптического диапазона. Методика поверки оптических генераторов. Методика поверки измерителей мощности. Методика поверки оптических рефлектометров	собеседование, практическая работа, контрольная работа

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1-4	1-4	ЛК	лекции с использованием презентаций разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи) конференции;	18

2-4	2-4	ЛБ	Ситуационные задачи Технологии учебно-исследовательской деятельности (проведение, презентация и обсуждение микроисследований) Мастер-классы на базе предприятий связи	18
-----	-----	----	--	----

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

Фонд оценочных средств

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. 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, Сергей Иванович.
Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учеб. пособие / Бори́дько Сергей Иванович, Дементьев Николай Васильевич, Тихонов Борис Николаевич 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

6.1.2. 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.; Тихонов 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>

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. 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.

6.2.2. 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>

6.3. 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.)

7. 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:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672000, г. Чита, ул. Кастринская-1, ауд. 08-11

Лаборатория радиосвязи, оптической связи и телевидения. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Комплект специальной учебной мебели. Доска аудиторная меловая.

Лаборатория технических измерений, лаборатория стандартизации и сертификации (индикатор мощности оптического излучения Алмаз-33, персональная ЭВМ, источники оптических сигналов).

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Индикатор мощности оптического излучения Алмаз-33, пассивные компоненты ВОЛС, источники оптических сигналов. Персональная ЭВМ.

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Лекции являются основным источником теоретического материала по дисциплине . Посещение и конспектирование лекций является обязательной составляющей успешного освоения дисциплины обучающимися.

Для эффективного освоения материала дисциплины необходимо выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных и практических занятий, способствующее

системному овладению материалом курса;

- обязательное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;
- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении.

На практических занятиях обобщаются и систематизируются знания, полученные на лекционных занятиях и формируются умения решать типовые задачи. При решении студент должен уметь:

- выделять описываемое явление (объект), анализировать условие задачи;
- выполнять построение модели явления;
- формулировать выводы из модели.

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Разработчик/группа разработчиков: Ковалевская Л.В., ст. преп.

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 01.09.2017 г. № 1)**