

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах»**

для основной профессиональной образовательной программы по направлению

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

направленность (профиль) – Технологии и системы оптической связи

квалификация – бакалавр

форма обучения – очная

год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю
Директор УрТИСИ СибГУТИ

Е.А. Минина

« _____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах»**

для основной профессиональной образовательной программы по направлению

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

направленность (профиль) – Технологии и системы оптической связи

квалификация – бакалавр

форма обучения – очная

год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана. Шифр дисциплины в учебном плане – *Б1.В.ДВ.02.02*.

<i>ПК-1 Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	<i>Основы теории цепей Основы теории электромагнитных полей и волн, Введение во операционную систему UNIX, Пакеты прикладных программ, Языки программирования, Элементная база телекоммуникационных систем, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей Теория связи, Физические основы квантовой оптики, Схемотехника телекоммуникационных устройств, Вычислительная техника и информационные технологии, Перспективные технологии в области инфокоммуникаций, Сети связи и системы коммутации, Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства</i>
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	<i>Основы нелинейной оптики, Активные оптические компоненты, Электропитание устройств и систем телекоммуникаций, Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных, Измерения в оптических сетях</i>
Последующие дисциплины и практики	<i>Транспортные сети и системы с волновым мультиплексированием, Управление сетями связи, Оптические мультисервисные сети, Экономика отрасли инфокоммуникаций</i>
<i>ПК-10 Способен к эксплуатации, монтажу, тестированию и проверки качества работы оборудования оптической связи, в том числе на участках высокой сложности</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	-
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	<i>Основы проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС, Измерения в оптических сетях</i>
Последующие дисциплины и практики	<i>Сети и системы оптического доступа, Структурированные кабельные системы, Транспортные сети и системы с волновым мультиплексированием, Техническая эксплуатация оптических систем передачи</i>

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать освоение следующих компетенций по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим разделам дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

ПК-1 Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных:

Знать

- *принципы метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации;*
- *способы и приёмы наладки, настройки, регулировки и испытания оборудования, тестирования, настройки и обслуживания аппаратно-программных средств;*
- *методы и способы проведения всех видов измерений параметров оборудования и сквозных каналов и трактов (настроечных, приёмодаточных, эксплуатационных и аварийных);*
- *принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации телекоммуникаций.*

Уметь

–применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;

– организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса оборудования; применять современные методы их обслуживания и ремонта;

Владеть

–основными приёмами технической эксплуатации и метрологического обеспечения аппаратуры и систем телекоммуникаций.

ПК-10 Способен к эксплуатации, монтажу, тестированию и проверки качества работы оборудования оптической связи, в том числе на участках высокой сложности

Знать

–методы и способы измерения оптических параметров на ВОЛС;

–способы подключения измерительного оборудования к линии связи и телекоммуникационной аппаратуре.

Уметь

–читать рефлектограмму;

–применять метод обратного Рэлеевского рассеяния, метод светопропускания для оценки и измерения параметров ВОЛС

–оперировать с величинами мощности и уровня сигнала;

–подключать измерительное оборудование к ВОЛС;

–пользоваться измерительным оборудованием;

–проводить аналитические расчеты в рамках оптических потерь в ВОЛС;

–заполнять протокол измерений ВОЛС.

Владеть

–методами и способами измерения оптических параметров на ВОЛС;

–навыками работы с измерительным оборудованием;

–навыками заполнения протокола измерения ВОЛС;

–навыками подключения измерительного оборудования к ВОЛС или аппаратуре связи.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Очная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 3 курсе, составляет 5 зачетные единицы.

По дисциплине предусмотрен экзамен.

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр	
		5	6
Аудиторная работа (всего)	44/1,22	-	44
В том числе в интерактивной форме	6/0,16	-	6
Лекции (ЛК)	18/0,50	-	18
Лабораторные работы (ЛР)	24/0,66	-	24
Практические занятия (ПЗ)	2/0,05	-	2
Самостоятельная работа студентов (всего)	102/2,66	-	102
Проработка лекций	18/0,50	-	18
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	-	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	62/1,72	-	62
Выполнение курсовой работы	-	-	-
Подготовка и сдача экзамена	22/0,61	-	22
Контроль	34/0,94	-	34
Общая трудоемкость дисциплины, часов	180/5	-	180

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

4.1 Содержание лекционных занятий

№ раздела дисциплины	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Объем в часах
		О
1	<p>Классификация измерений в ТКС. Эволюция измерительных технологий на современном этапе развития телекоммуникационных услуг. Современная концепция нормирования и контроля качества телекоммуникационных услуг. Цели и задачи измерений в ТКС. Классификация измерений в ТКС по поставленной задаче, объекту измерения, измеряемым параметрам, схеме организации (с закрытием и без закрытия связи). Особенности организации измерений в ТКС. Понятие защищенной системы передачи. Основные параметры. Особенности тестирования защищенных систем.</p>	1
2	<p>Измерение параметров канала ТЧ. Нормируемые параметры канала ТЧ – определения, расчетные формулы, единицы измерений, необходимость контроля данных параметров, порядок нормирования. Организация контроля состояния канала ТЧ. Понятие диаграммы уровней, необходимость измерения. Методы измерения диаграммы уровней. Оценка результатов измерения. Понятие остаточного затухания и АЧХ канала передачи. Необходимость измерения и порядок нормирования. Методы измерения остаточного затухания и АЧХ в канале ТЧ, требования к используемым ИГ и ИУ. Определение, классификация шумов, причины появления. Методология измерения шумов в канале ТЧ. Измерение псофометрического шума. Оценка качества каналов методом шумовой загрузки. Оценка помехозащищенности канала. Оценка точности измерений.</p>	2
3	<p>Измерение параметров цифровых каналов и трактов систем передачи. Основные параметры бинарного цифрового канала – определения, расчетные формулы, единицы измерений. Параметры качества цифрового канала. Назначение, требования, предъявляемые к генераторам тестовых сигналов ТКС. Генераторы цифровых измерительных сигналов: псевдослучайной последовательности, тестовых комбинаций. Технические и метрологические характеристики ИГ. Методология измерения показателей ошибок. Принцип построения анализатора ошибок. Нормирование параметров ошибок, обработка результатов измерений. Понятие и причины появления фазового дрожания. Основные параметры, характеризующие фазовое дрожание, единицы измерения. Необходимость контроля, порядок нормирования. Принцип построения анализатора фазового дрожания. Процесс измерения параметров джиттера и вандера в каналах и трактах ТКС, оценка результатов. Причины появления шумов в цифровых каналах. Понятие шумов квантования. Порядок измерения шумов в цифровых каналах. Система контроля качества связи. Анализаторы каналов и потоков.</p>	6
4	<p>Измерение параметров линий передачи. Нормируемые параметры электрических кабелей. Методы измерения основных параметров, обработка результатов измерения. Нормируемые параметры волоконно-оптических линий передачи. Измерения в оптических направляющих средах. Рефлектометрия ВОЛС. Метод обратного Рэлеевского рассеяния сигнала. Метод светопропускания. Чтение рефлектограмм. Обзор оптических рефлектометров и оптических тестеров.</p>	9

№ раздела дисциплины	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Объем в часах
		О
	Измерения параметров излучающих и приемных устройств. Строительно-монтажные и эксплуатационные измерения ВОЛП. Особенности измерение ВОЛП-WDM. Системы мониторинга ВОСП. Основные нормируемые параметры радиолиний передачи. Измерения параметров радиопередающих и радиоприемных устройств. Строительно-монтажные и эксплуатационные измерения радиолиний. Оценка качества связи в радиосистемах передачи.	
ВСЕГО		18

4.2 Содержание практических занятий

Учебным планом не предусмотрено

4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах
			О
1	2	Измерение параметров КТЧ	4
2	4	Измерения на волоконно-оптических линиях передачи с помощью оптического тестера	6
3	4	Рефлектометрия ВОЛС. Чтение и анализ рефлектограмм	6
4	4	Измерение параметров ВОЛС методом обратного Рэлеевского рассеяния сигнала	8
ВСЕГО			24

5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ¹

Преподавание дисциплины базируется на результатах научных исследований, проводимых УрТИСИ СибГУТИ, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

№ п/п	Тема	Объем в часах*		Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы занятий
		О	З		
1	Измерение параметров цифровых каналов и трактов систем передачи.	2		лекция	Интерактивная лекция
2	Измерение параметров ВОЛС методом обратного Рэлеевского рассеяния сигнала	4		лабораторная работа	Лабораторная работа «мозговой штурм»
ВСЕГО		6			

* Не меньше интерактивных часов

¹ Учеть развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей).

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Список основной литературы

1. Субботин Е.А. Методы и средства измерения параметров оптических телекоммуникационных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Субботин Е.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2013.— 224 с.
2. Хамадулин Э. Ф. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах : учеб. пособие / Э. Ф. Хамадулин. - М.: Высшее образование: Юрайт-Издат, 2009
3. Горлов Н. И. Методы и средства измерений параметров электрических кабелей связи : учеб. пособие [для вузов] / Н. М. Горлов, Ж. А. Михайловская, Л. В. Первушина. - Новосибирск: Изд-во ГОУ ВПО "СибГУТИ", 2009

6.2 Список дополнительной литературы

1. . . . — 2012 . — 228 .
2. . . . [. . .]: / . . . — . . . , 2012.— 120 с
3. Субботин Е. А. Измерения передаточных параметров волоконно-оптических линий передачи / Е. А. Субботин, Е. А. Минина, Н. И. Горлов. - Екатеринбург: Изд-во УрТИСИ ГОУ ВПО "СибГУТИ", 2007
4. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учеб. пособие для вузов / С. И. Боридько, Н. В. Дементьев, Б. Н. Тихонов, И. А. Ходжаев; под общ. ред. Б. Н. Тихонова. - М. : Горячая линия - Телеком, 2007

6.3 Информационное обеспечение (в т.ч. интернет- ресурсы).

1. Полнотекстовая база данных учебных и методических пособий СибГУТИ. http://elib.sibsutis.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?Z21ID=GUEST&C21COM=F&I21DBN=AUTHOR&P21DBN=IRBIS&Z21FLAGID=1. Доступ по логину-паролю.
2. Научная электронная библиотека (НЭБ) elibrary <http://www.elibrary.ru> ООО «Научная Электронная библиотека» г. Москва. Лицензионное соглашение №6527 от 27.09.2010 свободный доступ (необходимо пройти регистрацию).
3. Электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>. Свободный доступ.
4. Сектор стандартизации электросвязи (МСЭ-Т), <http://www.itu.int/rec/T-REC-G>. Свободный доступ.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционная аудитория №101 УК№3	Лекционные занятия	Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) используется лекционная аудитория №101 УК№3 для проведения лекционных занятий на 25 посадочных мест, оснащённая проекционным оборудованием и персональным компьютером, работающим под управлением операционной системы Windows 7, офисной мебелью, доской магнитно-маркерной
Лаборатория №301, УК№3	Лабораторная работа	Для проведения лабораторных работ используется лаборатория №301, оснащённая: офисная мебель, компьютер Celeron D430, монитор 17" Samsung 720N (VKS) TFT 8ms – 16 рабочих мест.
Лаборатория №101, 317 УК№3	Лабораторная работа	Для проведения лабораторных работ используется лаборатория №101 оснащённая: Ноутбук Acer ExtensaEX4230-90 1g 16Mi(WXGA) (2 шт.) Доска интерактивная IQBord, проектор BenQ MS504. Лабораторное оборудование: - кросс оптический настенный Maxi на 32 порта (2шт) - кросс оптический стоечный 24 порта; - натурная модель сети PON. и №317 оснащённая 27 – посадочными местами. Оптический измеритель мощности KIWI – 2 шт. Оптический измеритель мощности ТАПАЗ – 1 шт. Оптический рефлектометр FTB-100 – 1 шт. Оптический рефлектометр ANDO AQ-7220 – 1 шт.
Лаборатория №203 УК№3	Лабораторная работа	Для проведения лабораторных работ используется лаборатория №203 оснащённая: проектором, ноутбуком, натурная модель ВОЛС, линейный трак системы передачи PDH ИКМ-30/4 (комплекты ОЛТ, АЦО-11, ОСА-13). Осциллограф С1-93 (1шт.), Прибор ГЗ-112 (1 шт.) Оптический измеритель мощности KIWI – 2 шт. Оптический измеритель мощности ТАПАЗ – 1 шт. Оптический рефлектометр FTB-100 – 1 шт. Оптический рефлектометр ANDO AQ-7220 – 1 шт.
Лаборатория для самостоятельной работы студентов №310 УК№3	Самостоятельная работа	Для самостоятельной работы студентов используется лаборатория для самостоятельной работы студентов №310 УК№3, оснащённая офисной мебелью, рабочими местами с персональными компьютерами, работающими под управлением операционной системы Windows 7, 10 – рабочими местами, 14 – посадочными местами, принтером Samsung ML-2241; аудитория используется для проведения самостоятельной работы студентов кафедры многоканальной электрической связи. Имеется предоставление удалённого доступа к единой научной образовательной электронной среде.

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ²

8.1 Подготовка к лекционным, практическим и лабораторным занятиям

8.1.1 Подготовка к лекциям

На лекциях необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание научных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Конспектирование лекций – сложный вид аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Целесообразно сначала понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно оставлять поля, на которых при самостоятельной работе с конспектом можно сделать дополнительные записи и отметить непонятные вопросы.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты в соответствии с вопросами плана лекции, предложенными преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Во время лекции можно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью освоения теоретических положений, разрешения спорных вопросов.

8.1.2 Подготовка к лабораторным работам

Подготовку к лабораторной работе необходимо начать с ознакомления плана и подбора рекомендуемой литературы.

Целью лабораторных работ является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В рамках этих занятий студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

8.2 Самостоятельная работа студентов

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы.

Подготовка к лекционным занятиям включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т. е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Все задания к лабораторным работам, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к получению новых знаний и овладению навыками.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время состоит из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к лабораторным работам;
- изучения учебно-методической и научной литературы;
- изучения нормативно-правовых актов;
- решения задач, выданных на лабораторных работах;
- подготовки к тестированию, экзамену;
- подготовки рефератов по заданию преподавателя;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

² Целью методических указаний является обеспечение обучающимся оптимальной организации процесса изучения дисциплины.

Важной частью для студентов ЗФО является самостоятельное написание домашней контрольной работы.

8.3 Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендуемую литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Освоение дисциплины предусматривает посещение лекционных занятий, выполнение и защиту лабораторных работ, самостоятельной работы.

Текущий контроль достижения результатов обучения по дисциплине включает следующие процедуры:

- контрольные работы для полусеместровой аттестации (для ОФО);
- контроль самостоятельной работы, осуществляемый на каждом лабораторном занятии;
- защита лабораторных работ;

Промежуточный контроль достижения результатов обучения по дисциплине проводится в следующих формах:

- экзамен;

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации используются оценочные средства, описание которых представлено в Приложении 1 и на сайте (<http://www.aup.uisi.ru>).