

Федеральное агентство связи  
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 измерений в телекоммуникационных системах»**  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Транспортные сети и системы связи  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – очная, заочная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2020

Екатеринбург 2020

Федеральное агентство связи  
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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **«Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах»**  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Транспортные сети и системы связи  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – очная, заочная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2020

Екатеринбург 2020



Рабочая программа дисциплины «Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и Положением об организации и осуществления в СибГУТИ образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

Программу составил:

<u>старший преподаватель</u> должность	_____	<u>/И.И. Шестаков</u> инициалы, фамилия
/	_____	/
_____	подпись	_____
должность		инициалы, фамилия

Утверждена на заседании кафедры МЭС от 29.05.2020 протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)	_____	<u>/Е.А. Субботин/</u> инициалы, фамилия
<u>29.05.2020</u> г.	подпись	_____

Заведующий кафедрой (выпускающей)	_____	<u>/Е.А. Субботин/</u> инициалы, фамилия
<u>29.05.2020</u> г.	подпись	_____

Согласовано Ответственный по ОПОП (руководитель ОПОП)	_____	<u>/Е.И. Гниломёдов/</u> инициалы, фамилия
<u>29.05.2020</u> г.	подпись	_____

Основная и дополнительная литература, указанная в рабочей программе, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Зав. библиотекой	_____	<u>/С.Г. Горбенко</u> инициалы, фамилия
	подпись	_____

# 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана. Шифр дисциплины в учебном плане – *Б1.В.ДВ.02.01*.

<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, Основы оптической связи, Схемотехника телекоммуникационных устройств, Вычислительная техника и информационные технологии Обработка экспериментальных данных, Оптоэлектроника и нанофотоника, Направляющие системы электросвязи, Сети связи и системы коммутации</i>
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	<i>Многоканальные телекоммуникационные системы, Технологии цифрового телерадиовещания, Электропитание устройств и систем телекоммуникаций, Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных, Измерения в оптических сетях</i>
Последующие дисциплины и практики	<i>Протоколы и интерфейсы телекоммуникационных систем, Волоконно-оптические системы передачи, Транспортные сети связи, Технологии широкополосного доступа Техника мультисервисных сетей, Системы подвижной связи, Экономика отрасли инфокоммуникаций, Техническая эксплуатация телекоммуникационных систем, Преддипломная практика</i>
<i>ПК-8 Способен производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию новых фрагментов магистральной сети и выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	-
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	<i>Основы проектирования, строительства и монтажа линейных сооружений связи</i>
Последующие дисциплины и практики	<i>Техническая эксплуатация телекоммуникационных систем Выполнение и защита выпускной квалификационной работы</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, приёмосдаточных, 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-8 Способен производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию новых фрагментов магистральной сети и выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию*

### **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
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>50/1,38</b>	-	<b>50</b>
В том числе в интерактивной форме	6/0,16	-	6
Лекции (ЛК)	24/0,66	-	24
Лабораторные работы (ЛР)	24/0,66	-	24
Практические занятия (ПЗ)	2/0,05	-	2
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>	<b>96/2,66</b>	-	<b>96</b>
Проработка лекций	24/0,66	-	24
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	10/0,27	-	10
<b>Контроль</b>	<b>34/0,94</b>	-	<b>34</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины, часов</b>	<b>180/5</b>	-	<b>180</b>

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

### 3.2 Заочная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 3 и 4 курсе, составляет 5 зачетные единицы. По дисциплине предусмотрена *домашняя контрольная работа и экзамен*.

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курс	
		3	4
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>16/0,44</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
В том числе в интерактивной форме	2/0,05	2	-
Лекции (ЛК)	8/0,22	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	8/0,22	-	8
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>	<b>155/4,31</b>	<b>68</b>	<b>87</b>
Проработка лекций	36/1	12	24
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	-	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	51/1,42	-	51
Выполнение курсовой работы	-	-	-
Выполнение реферата, ДКР	68/1,88	56	12
Подготовка и сдача экзамена	-	-	-
<b>Контроль</b>	<b>9/0,25</b>	<b>-</b>	<b>9</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины, часов</b>	<b>180/5</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

### 3.3 Заочная форма обучения с применением дистанционных технологий

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в \_\_ семестре составляет \_\_ зачетные единицы. По дисциплине предусмотрена *расчетно-графическая работа и экзамен*.

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		2
<b>Контактная работа (всего)</b>	-	-
Вебинары	-	-
Контроль самостоятельной работы* (КСР)	-	-
Консультации**	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>	-	-
Изучение теоретического материала	-	-
Выполнение контрольной работы	-	-
Выполнение лабораторно-практических заданий и оформление отчетов	-	-
Выполнение курсовой работы	-	-
Подготовка и сдача зачета, экзамена***	-	-
<b>Общая трудоемкость дисциплины, часов</b>	-	-

\* - Контроль выполнения контрольных и курсовых работ (проектов), защита КР (КП)

\*\* - Консультации проводятся по скайпу или электронной почте

\*\*\* Оставить нужное



## 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	З	Зд
1	<b>Классификация измерений в ТКС.</b> 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.	1	-	-
2	<b>Измерение параметров канала ТЧ.</b> 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.	4	1	-
3	<b>Измерение параметров цифровых каналов и трактов систем передачи.</b> 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.	8	1	-
4	<b>Измерение параметров линий передачи.</b> Нормируемые параметры электрических кабелей. Методы измерения	11	6	-

№ раздела дисциплины	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Объем в часах		
		О	З	Зд
	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. 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.			
<b>ВСЕГО</b>		<b>24</b>	<b>8</b>	<b>-</b>

#### 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	З	Зд
1	2	Измерение параметров КТЧ	4	-	-
2	4	Измерения на волоконно-оптических линиях передачи с помощью оптического тестера	6	2	-
3	4	Рефлектометрия ВОЛС. Чтение и анализ рефлектограмм	6	2	-
4	4	Измерение параметров ВОЛС методом обратного Рэлеевского рассеяния сигнала	8	4	-
<b>ВСЕГО</b>			<b>24</b>	<b>8</b>	<b>-</b>

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ<sup>1</sup>

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	2	лекция	Интерактивная лекция
2	Измерение параметров ВОЛС методом обратного Рэлеевского рассеяния сигнала	4	-	лабораторная работа	Лабораторная работа «мозговой штурм»
<b>ВСЕГО</b>		<b>6</b>	<b>2</b>		

\* Не меньше интерактивных часов

---

<sup>1</sup> 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).



## 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 ТАПА3 – 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). Оциллограф С1-93 (1шт.), Прибор ГЗ-112 (1 шт.) Оптический измеритель мощности KIWI – 2 шт. Оптический измеритель мощности ТАПА3 – 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 ДИСЦИПЛИНЫ<sup>2</sup>**

### **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.

---

<sup>2</sup> 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;
- домашняя контрольная работа (для ЗФО);

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>).