

Приложение 1 к рабочей программе  
по дисциплине «Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах»  
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  
2022 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

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) – 2022

Екатеринбург 2022

**Приложение 1 к рабочей программе**  
**по дисциплине «Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах»**  
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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

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) – 2022

Екатеринбург 2022

# 1. Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Этап	Предшествующие этапы (с указанием дисциплин)
<p><b>ПК-1</b> Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных</p>	<p><b>ПК-1.1 Знает:</b> способы и методы эксплуатации ТКС, правила использования измерительного оборудования, знает, как обнаружить и устранить неисправности в ТКС</p> <p><b>ПК-1.2 Умеет:</b> эксплуатировать ТКС, работать с измерительным оборудованием, умеет обнаруживать и устранять неисправности в ТКС</p> <p><b>ПК-1.3 Владеет:</b> навыками технической эксплуатации ТКС, навыками работы с измерительным оборудованием, владеет навыками анализа полученных результатов измерения, навыками поиска и устранения неисправности в ТКС</p>	5	<p>Основы теории цепей (1 сем., 1 этап)</p> <p>Основы теории электромагнитных полей и волн (3 сем., 2 этап)</p> <p>Введение во операционную систему UNIX волн (3 сем., 2 этап)</p> <p>Пакеты прикладных программ волн (3 сем., 2 этап)</p> <p>Языки программирования волн (3 сем., 2 этап)</p> <p>Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей волн (3 сем., 2 этап)</p> <p>Теория связи волн (4 сем., 3 этап)</p> <p>Основы оптической связи (4 сем., 3 этап)</p> <p>Схемотехника телекоммуникационных устройств (4 сем., 3 этап)</p> <p>Вычислительная техника и информационные технологии (4 сем., 3 этап)</p> <p>Микропроцессорная техника в системах связи (4 сем., 3 этап)</p> <p>Оптоэлектроника и нанофотоника (5 сем., 4 этап)</p> <p>Направляющие системы электросвязи (5 сем., 4 этап)</p> <p>Сети связи и системы коммутации (5 сем., 4 этап)</p>
<p><b>ПК-8</b> Способен производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию новых фрагментов</p>	<p><b>ПК-8.1 Знает:</b> как производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, как выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, как проверять функционирование сети</p>	1	<p>Основы проектирования, строительства и монтажа линейных сооружений связи (6 сем., 1 этап)</p>

<p>магистральной сети и выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию</p>	<p>после восстановления и ввода в эксплуатацию, знает, что такое рефлектограмма</p> <p><b>ПК-8.2 Умеет:</b> производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, знает, умеет читать и анализировать рефлектограмма, умеет заполнять протокол измерений.</p> <p><b>ПК-8.3 Владеет:</b> навыками и умениями производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, владеет навыками проводить измерительные и настроечные работы на кабельной сети, владеет навыками чтения и анализа рефлектограмм, владеет навыками заполнять протокол измерений.</p>		
---	---	--	--

Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен.

## 2. Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

2.1 Показателем оценивания компетенций на этапе их формирования при изучении дисциплины является уровень их освоения.

Шкала оценивания	Результаты обучения	Дескрипторы уровней освоения компетенций
<b>ПК-1</b> Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных		
Низкий (пороговый) уровень	<p><b>ПК-1.1 Знает:</b> способы и методы эксплуатации ТКС, правила использования измерительного оборудования, знает, как обнаружить и устранить неисправности в ТКС</p> <p><b>ПК-1.2 Умеет:</b> эксплуатировать ТКС, работать с измерительным оборудованием, умеет обнаруживать и устранять неисправности в ТКС</p> <p><b>ПК-1.3 Владеет:</b> навыками технической эксплуатации ТКС, навыками работы с измерительным оборудованием, владеет навыками анализа полученных результатов измерения, навыками поиска и устранения неисправности в ТКС</p>	<p>Слабо знает способы и методы эксплуатации ТКС. При помощи преподавателя, знает, как обнаружить и устранить неисправности в ТКС</p> <p>При помощи преподавателя умеет эксплуатировать ТКС, работать с измерительным оборудованием, обнаруживать и устранять неисправности в ТКС</p> <p>Слабо владеет навыками технической эксплуатации ТКС, навыками работы с измерительным оборудованием, слабо владеет навыками анализа полученных результатов измерения, навыками поиска и устранения неисправности в ТКС</p>
Средний уровень	<b>ПК-1.1 Знает:</b> способы и методы эксплуатации	Знает способы и методы эксплуатации ТКС. При помощи преподавателя, знает,

	<p>ТКС, правила использования измерительного оборудования, знает, как обнаружить и устранить неисправности в ТКС</p> <p><b>ПК-1.2 Умеет:</b> эксплуатировать ТКС, работать с измерительным оборудованием, умеет обнаруживать и устранять неисправности в ТКС</p> <p><b>ПК-1.3 Владеет:</b> навыками технической эксплуатации ТКС, навыками работы с измерительным оборудованием, владеет навыками анализа полученных результатов измерения, навыками поиска и устранения неисправности в ТКС</p>	<p>как обнаружить и устранить неисправности в ТКС</p> <p>При помощи преподавателя умеет эксплуатировать ТКС, обнаруживать и устранять неисправности в ТКС. Самостоятельно умеет работать с измерительным оборудованием.</p> <p>Слабо владеет навыками технической эксплуатации ТКС, навыками работы с измерительным оборудованием. В достаточной мере владеет навыками анализа полученных результатов измерения, навыками поиска и устранения неисправности в ТКС</p>
<p>Высокий уровень</p>	<p><b>ПК-1.1 Знает:</b> способы и методы эксплуатации ТКС, правила использования измерительного оборудования, знает, как обнаружить и устранить неисправности в ТКС</p> <p><b>ПК-1.2 Умеет:</b> эксплуатировать ТКС, работать с измерительным оборудованием, умеет обнаруживать и устранять неисправности в ТКС</p> <p><b>ПК-1.3 Владеет:</b> навыками технической эксплуатации ТКС, навыками работы с измерительным оборудованием, владеет навыками анализа полученных результатов измерения, навыками поиска и устранения неисправности в ТКС</p>	<p>Знает способы и методы эксплуатации ТКС, правила использования измерительного оборудования, знает, как обнаружить и устранить неисправности в ТКС</p> <p>Самостоятельно, без помощи преподавателя умеет эксплуатировать ТКС, работать с измерительным оборудованием, умеет обнаруживать и устранять неисправности в ТКС. Умеет подготавливать отчеты по лабораторной работе, самостоятельно разрабатывать таблицы для измерений, схемы лабораторной установки (например, схема измерения оптических потерь аттенюатора) для проведения измерений</p> <p>Владеет навыками технической эксплуатации ТКС, навыками работы с измерительным оборудованием, владеет навыками анализа полученных результатов измерения, навыками поиска и устранения неисправности в ТКС.</p>
<p><b>ПК-8</b> 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</p>		
<p>Низкий (пороговый) уровень</p>	<p><b>ПК-8.1 Знает:</b> как производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, как выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, как проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, знает, что такое рефлектограмма</p> <p><b>ПК-8.2 Умеет:</b></p>	<p>Слабо знает, как производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, как выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, как проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, но знает, что такое рефлектограмма, может изобразить типовую рефлектограмму без пояснений</p> <p>Слабо умеет производить</p>

	<p>производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, знает, умеет читать и анализировать рефлектограмма, умеет заполнять протокол измерений.</p> <p><b>ПК-8.3 Владеет:</b> навыками и умениями производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, владеет навыками проводить измерительные и настроечные работы на кабельной сети, владеет навыками чтения и анализа рефлектограмм, владеет навыками заполнять протокол измерений.</p>	<p>паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, слабо знает и умеет читать и анализировать рефлектограмма, не умеет заполнять протокол измерений.</p> <p>Владеет слабыми навыками и умениями производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, владеет слабыми навыками проводить измерительные и настроечные работы на кабельной сети, владеет слабыми навыками чтения рефлектограмм, не владеет навыками анализа рефлектограмм, не владеет навыками заполнять протокол измерений.</p>
Средний уровень	<p><b>ПК-8.1 Знает:</b> как производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, как выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, как проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, знает, что такое рефлектограмма</p> <p><b>ПК-8.2 Умеет:</b> производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, знает, умеет читать и анализировать рефлектограмма, умеет заполнять протокол измерений.</p> <p><b>ПК-8.3 Владеет:</b> навыками и умениями производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, владеет навыками проводить измерительные и настроечные работы на кабельной сети, владеет навыками чтения и анализа рефлектограмм, владеет навыками заполнять протокол измерений.</p>	<p>Слабо знает, как производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, как выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети. С помощью преподавателя знает как проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию. Знает, что такое рефлектограмма, может изобразить типовую рефлектограмму с пояснениями событий</p> <p>Слабо умеет производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, знает и умеет читать без последующего анализа рефлектограмм, самостоятельно умеет заполнять протокол измерений.</p> <p>Владеет слабыми навыками и умениями производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, владеет слабыми навыками проводить измерительные и настроечные работы на кабельной сети, владеет слабыми навыками чтения рефлектограмм, анализа рефлектограмм, заполнения протокола измерений (при помощи преподавателя).</p>



<p>Высокий уровень</p>	<p><b>ПК-8.1 Знает:</b> как производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, как выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, как проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, знает, что такое рефлектограмма</p>	<p>Знает, как производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, как выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети. Знает, как проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию. Знает, что такое рефлектограмма, может изобразить типовую рефлектограмму с пояснениями и комментариями к событиям на рефлектограмме</p>
	<p><b>ПК-8.2 Умеет:</b> производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, знает, умеет читать и анализировать рефлектограмма, умеет заполнять протокол измерений.</p>	<p>Умеет самостоятельно производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, выполнять измерительные и настроечные работы на кабельной сети, проверять функционирование сети после восстановления и ввода в эксплуатацию, знает и умеет читать и анализировать рефлектограмма, умеет заполнять протокол измерений.</p>
	<p><b>ПК-8.3 Владеет:</b> навыками и умениями производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, владеет навыками проводить измерительные и настроечные работы на кабельной сети, владеет навыками чтения и анализа рефлектограмм, владеет навыками заполнять протокол измерений.</p>	<p>Владеет навыками и умениями производить паспортизацию кабельных сетей при вводе в эксплуатацию, владеет навыками проводить измерительные и настроечные работы на кабельной сети, владеет навыками чтения рефлектограмм, владеет навыками анализа рефлектограмм, владеет навыками заполнять протокол измерений.</p>

2.2 Таблица соответствия результатов промежуточной аттестации по дисциплине уровню этапа формирования компетенций

Форма контроля	Шкала оценивания	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения компетенции
Экзамен	удовлетворительно	ПК-1.1	низкий
		ПК-1.2	низкий
		ПК-1.3	низкий
		ПК-8.1	низкий
		ПК-8.2	низкий
		ПК-8.3	низкий
	хорошо	ПК-1.1	средний
		ПК-1.2	средний
		ПК-1.3	низкий
		ПК-8.1	средний
		ПК-8.2	средний
		ПК-8.3	низкий
	отлично	ПК-1.1	высокий
		ПК-1.2	высокий
		ПК-1.3	средний
		ПК-8.1	высокий
		ПК-8.2	высокий
		ПК-8.3	низкий



### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Процесс оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлен в таблицах по формам обучения:

Тип занятия	Тема (раздел)	Оценочные средства
<b>ПК-1</b> Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных		
Лекция	Все разделы дисциплины	Экзамен
Лабораторная работа	Измерение параметров КТЧ Измерения на волоконно-оптических линиях передачи с помощью оптического тестера Рефлектометрия ВОЛС. Чтение и анализ рефлектограмм Измерение параметров ВОЛС методом обратного Рэлеевского рассеяния сигнала	Лабораторная работа. Защита лабораторной работы
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Лабораторная работа, экзамен, ДКР
<b>ПК-8</b> 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		
Лекция	Все разделы дисциплины	Экзамен
Лабораторная работа	Измерение параметров КТЧ Измерения на волоконно-оптических линиях передачи с помощью оптического тестера Рефлектометрия ВОЛС. Чтение и анализ рефлектограмм Измерение параметров ВОЛС методом обратного Рэлеевского рассеяния сигнала	Лабораторная работа. Защита лабораторной работы
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Лабораторная работа, экзамен, ДКР

#### 4. Типовые контрольные задания

Представить один пример задания по каждому типу оценочных средств для каждой компетенции, формируемой данной дисциплиной.

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

#### Конспект лекции на тему «Идентификация глаз-диаграммы»

Глаз-диаграммы применяются для оценки параметров цифровых сигналов как при проведении лабораторных (системных) измерений, так и эксплуатационных. По своей структуре глаз-диаграммы являются модификацией осциллограмм, и отличаются от последних тем, что используют периодическую структуру цифрового сигнала.

Для построения двухуровневой глаз-диаграммы битовый поток подается на осциллограф, в то время как синхронизация внешней развертки производится от битового потока с частотой  $f_b$ . В случае построения многоуровневых диаграмм сигнал должен проходить через многоуровневый конвертер, а синхронизация производится от символьного потока с частотой  $f_s$ . Для калибровки глаз-диаграммы сигнал подают непосредственно на вход осциллографа. В этом случае глаз-диаграмма имеет вид прямоугольника. Фильтр (тестируемая система), ограничивающий полосу передаваемого сигнала, вносит существенные изменения в форму импульса, в результате диаграмма приобретает форму «глаза».

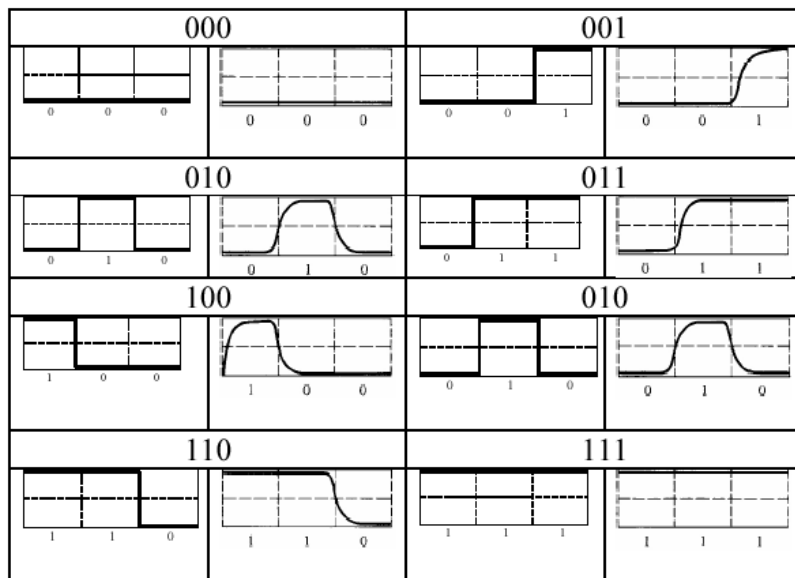
Глаз-диаграммы используют периодическую структуру цифрового сигнала. За счет внешней синхронизации развертки, получаемые осциллограммы волнового фронта накладываются друг на друга с периодом одного отсчета. В результате проведения измерений с накопителем получается глаз-диаграмма, при этом по оси ординат откладываются амплитуда сигналов, по оси абсцисс – время.



Рисунок 1 – Построение глаз-диаграммы

Пример формирования глаз-диаграммы непосредственно на выходе источника и на выходе тестируемой системы представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Формирования глаз-диаграммы



Реальная осциллограмма сигнала «разрезается» посимвольно в соответствии с тактовыми импульсами синхронизирующего генератора, а затем глаз-диаграмма «складывается» из полученных кусков. В идеальном случае при отсутствии цепей фильтрации в результате такого сложения получится квадрат («квадратный глаз»). Однако глаз-диаграмма реального сигнала будет значительно отличаться от квадрата, поскольку будет содержать в себе составляющие нарастания фронта сигнала спада фронта, прямоугольный импульс будет иметь форму колокола, в результате получится диаграмма более похожая на глаз.

Исследование глаз-диаграмм позволяет провести детальный анализ цифрового сигнала по параметрам, непосредственно связанным с формой волнового фронта: параметра межсимвольной интерференции (ISI), джиттера передачи данных, джиттера синхронизации и других характеристик.

Таким образом, глаз-диаграмма представляет собой результат многократного наложения битовых последовательностей с выхода генератора ПСП, отображаемый на экране осциллографа в виде диаграммы распределения амплитуды сигнала по времени. Пример глаз-диаграммы с указанием основных параметров представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Идентификация глаз-диаграммы

Расстановка маркеров при измерение энергетических характеристик сигнала по глаз-диаграмме в точках  $\varphi=\pi$ ,  $\varphi=0$  и  $\varphi=2\pi$  представлена на рисунке 3.

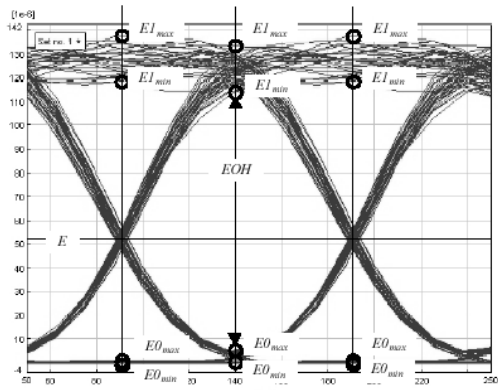


Рисунок 3 – Измерение энергетических параметров

Эффекты уширения импульса, а также фазовое дрожание сигнала вызывают появление взаимных искажений между символами, что приводит к пересечению глаз-диаграммы с временной осью в разные промежутки времени. Максимальная ширина области пересечения с временной осью определяется как пиковое фазовое дрожание или джиттер передачи данных  $T_j$ . Джиттер измеряется обычно в единицах времени или как отношение к интервалу передачи символа  $T_j/T_s$ .

Расстановка маркеров при измерении параметров сигнала во временной области по глаз-диаграмме представлена на рисунке 4.

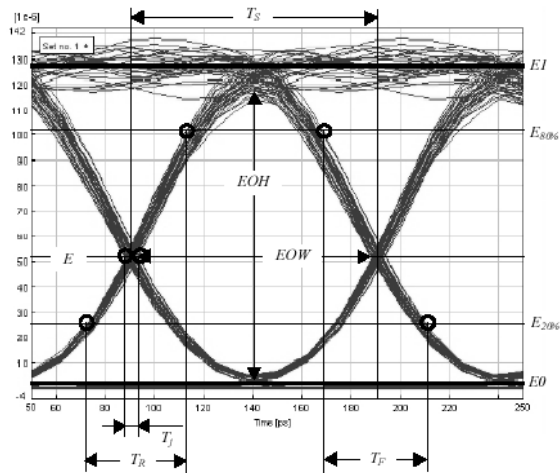


Рисунок 4 – Измерение параметров во временной области

**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

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

## Рефлектометрия ВОЛС. Чтение и анализ рефлектограмм

### 1. Цель работы:

- 1.1 Изучить теоретические основы метода обратного рассеяния;
- 1.2 Получение практических навыков чтения и анализа рефлектограмм реальных ВОЛС.

### 2. Основное оборудование:

- 2.1 Презентационная программа OTDR Viewer.
- 2.2 Персональный компьютер.

### 3. Подготовка к работе:

- 3.1 Изучить вопросы измерений на ВОЛП методом обратного рассеяния по конспекту лекций и литературе.
- 4.2 Изучить импульсные методы проведения измерений и оценки погрешности полученных результатов по конспекту лекций и литературе.
- 4.3 Ответить на контрольные вопросы к лабораторной работе.
- 4.4 Подготовить бланк отчета.

### 4. Задание к лабораторной работе:

- 4.1 Решить измерительные задачи в соответствии со своим вариантом, который выбирается по номеру в журнале группы.

Кроме того, ниже в таблицах исходных данных к упражнениям используются следующие обозначения:

A/B (B/A) – направление, в котором выполнено измерение;

$N_{LA}$  ( $N_{LB}$ ) – порядковый номер строительной длины линии, считая со стороны A(B);

$N_{SA}$  ( $N_{SB}$ ) – порядковый номер стыка ОВ, считая со стороны A(B);

$L_A$  ( $L_B$ ) – расстояние до неоднородности, считая со стороны A(B);

$C_y$  – цена деления по оси ординат, дБм/дел;

$C_x$  – цена деления по оси абсцисс, м/дел.

$P_0$  – мощность оптического излучения, дБм;

$\Delta t_0$  – длительность зондирующего импульса, нс;

$l$  – длина зондируемой линии, км.

#### 4.1.1 Задача 1.

По кривой обратного рассеяния, представленной на рисунке 3.1, и по исходным данным, представленным в таблице 3.1, определить длину, общие и километрические потери зондируемого оптического волокна.

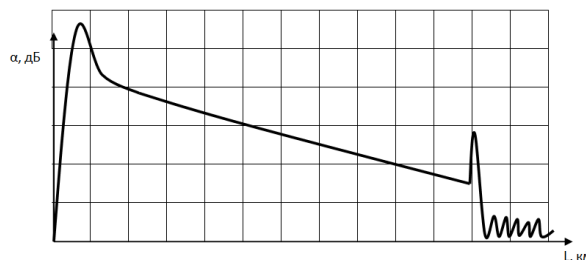


Рисунок 3.1 – Кривая обратного рассеяния

Таблица 3.1 – Исходные данные к задачам 1 и 2

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$C_x$	5,0	10,0	15,0	10,0	5,0	10,0	15,0	10,0	5,0	10,0
$C_y$	2,0	11	1,5	1,0	2,0	10	12	3,5	1,2	8
N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$C_x$	6,0	8,5	11,0	17,0	8,5	9,0	10,0	13,0	9,0	6,0
$C_y$	13	4,5	8	1,4	10,5	7,5	4	1,8	2,5	7,5

#### 4.1.2 Задача 2.

По кривой обратного рассеяния, представленной на рисунке 3.1, и по исходным данным, представленным в таблице 3.1, определить динамический диапазон.

#### 4.1.3 Задача 3.

По кривой обратного рассеяния, представленной на рисунке 3.2, и по исходным данным, представленным в таблице 3.1, определить потери на сварном соединении (или изгибе) оптического волокна.

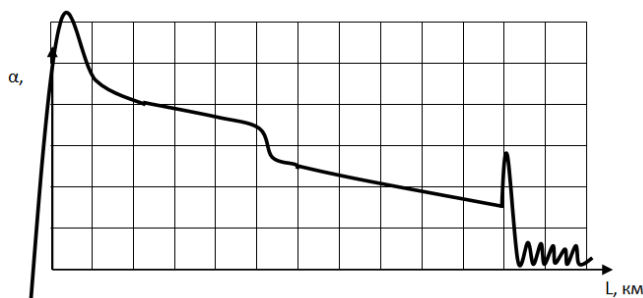


Рисунок 3.2 – Кривая обратного рассеяния

#### 4.1.4 Задача 4.

По рефлектограмме, представленной на рисунке 3.3, и по исходным данным, представленным в таблице 3.2, определить потери из-за Френелевских отражений, уровень отраженного сигнала и мертвую зону заданной неоднородности (коннекторе) для оптических потоков в направлении А/В.

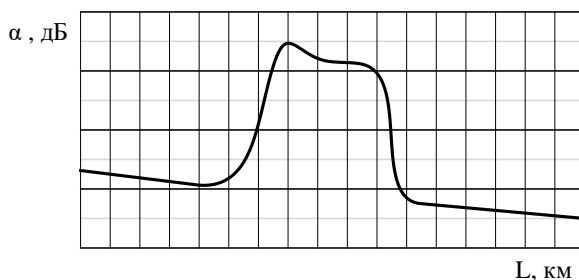


Рисунок 3.3 – Отображение коннектора на рефлектограмме

Таблица 3.2 – Исходные данные к задаче № 4

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C <sub>x</sub>	0,1	0,2	1,0	0,25	0,5	1,0	0,1	0,25	0,5	0,2
C <sub>y</sub>	10	15	18	11	10	8	15	20	20	18
N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C <sub>x</sub>	0,15	0,7	0,4	0,3	0,25	1,0	0,55	0,25	0,45	0,15
C <sub>y</sub>	18	10	13	15	17	16	13	12	21	19

#### 4.1.5 Задача 5.

При измерении с концов А и В строительной длины кабеля были получены оценки коэффициента затухания ОВ  $\alpha_A$  и  $\alpha_B$ , соответственно. По исходным данным таблицы 3.3 определить коэффициент затухания исследуемого ОВ.

Таблица 3.3 – Исходные данные к задаче 5

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\alpha_A$	0,68	0,50	0,92	0,19	0,40	0,18	0,35	1,35	1,10	0,60
$\alpha_B$	0,69	0,44	0,99	0,22	0,38	0,19	0,33	1,41	0,91	0,66
M	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$\alpha_A$	0,23	0,36	0,36	0,11	0,39	0,40	0,40	0,52	0,50	0,18
$\alpha_B$	0,22	0,34	0,37	0,10	0,34	0,42	0,38	0,48	0,47	0,20

4.1.6 Ответы на измерительные задачи записать в сводной таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Ответы по задачам

Параметр	Значение
Длина оптического волокна, км	
Общие потери, дБ	
Километрические потери, дБ	
Динамический диапазон, дБ	
«Мертвая» зона, м	
Потери на сварном соединении, дБ	
Потери на коннекторе, дБ	
Коэффициент затухания при измерении ОВ, дБ/км	

4.2 По программному эмулятору оптического рефлектометра AQ-7210, AQ-7920 или EXFO OTDR Viewer (указывается преподавателем) определить длину ОВ, общие потери и коэффициент затухания волокна, потери в сварных соединениях, потери на коннекторе (разъеме), расстояние до коннектора (разъема), расстояние между микротрещинами, «мертвую» зону, динамический диапазон, уровень отраженного сигнала на коннекторе, трещине или соединителя Fibrlok; изучить интерфейс и назначение основных органов управления.

Результаты измерений отобразить в виде протокола измерений. В отчете отобразить рефлектограмму оптической трассы.

Протокол измерений параметров ВОЛС

ФИО \_\_\_\_\_

Дата снятия рефлектограммы \_\_\_\_\_

Параметры		Значения			
Длина линии связи, км					
Полные оптические потери, дБ					
Количество оптических разъемов					
Количество неразъемных соединений					
Количество механических соединителей типа Fibrlok					
		Длина волны, нм			
Потери в оптическом разъеме, дБ	№	850	1310	1550	1625
	1				
	2				
	n				
		Длина волны, нм			
Уровень отраженного сигнала на коннекторе, дБ	№	850	1310	1550	1625
	1				
	2				
	n				
		Длина волны, нм			
Потери в неразъемном соединении, дБ	№	850	1310	1550	1625
	1				
	2				
	n				



		Длина волны, нм			
Потери на линейном участке, дБ	№	850	1310	1550	1625
	1				
	2				
	n				
		Длина волны, нм			
Километрические потери линейного участка, дБ	№	850	1310	1550	1625
	1				
	2				
	n				

4.6 Методические указания к выполнению лабораторной работы приведены в Приложении 3.

### 5. Содержание отчета:

- 5.1 Цель работы.
- 5.2 Результаты решения задач.
- 5.3 Таблица с результатами исследований.
- 5.4 Ответы на контрольные вопросы.
- 5.5 Выводы по работе.

### 6. Контрольные вопросы:

1. На чем основан принцип измерения методом обратного рассеяния?
2. Как идентифицировать начало и конец линии?
3. Как определить участок, соответствующий «мертвой зоне»?
4. Как идентифицировать по рефлектограмме место сварки, механический срасток, микротрещину и прочие дефекты в оптическом волокне?
5. Как измерить расстояние до некоторой неоднородности в оптическом волокне?
6. Как увеличить точность измерения расстояния?
7. Как оценивается погрешность измерения расстояний до неоднородностей?
8. Какой вид имеет рефлектограмма ОВ в точке с локальной неоднородностью (механический срасток, микротрещина, пузырьки воздуха и т.п.)?
9. На чем основан принцип измерения затухания методом обратного рассеяния?
10. Почему рекомендуется при входном контроле измерить ОВ с двух сторон?

## Пример экзаменационного билета

Федеральное агентство связи Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики" в г. Екатеринбурге (УрТИСИ СибГУТИ)	<b>Экзаменационный билет</b> № <u>16</u>  по дисциплине <u>Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах</u>	УТВЕРЖДАЮ: Зав. кафедрой МЭС <hr/> « <u>27</u> » декабря 20 <u>  </u> г.
--	---	--

Направление 11.03.02 Профиль Транспортные сети и системы связи Уровень Бакалавриат  
Факультет ИИиУ курс 3 семестр 6

- 1) Параметры канала связи. Коэффициент ошибок. Нормы коэффициента ошибок
- 2) Рефлектометрия ВОЛС. Что такое рефлектограмма. Достоинства и недостатки метода обратного Рэлеевского рассеяния сигнала.

**5. Банк контрольных заданий и иных материалов, используемых в процессе процедур текущего контроля и промежуточной аттестации**

Представлен в электронной информационно-образовательной среде по URI:  
<http://www.aup.uisi.ru>.

Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры МЭС

31.05.2022 г.      Протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)

  
\_\_\_\_\_

Е.И. Гниломёдов  
\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

31.05.2022 г.

Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры [МЭС]

31.05.2022 г.      Протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)

\_\_\_\_\_  
подпись

Е.И. Гниломёдов  
инициалы, фамилия

31.05.2022 г.