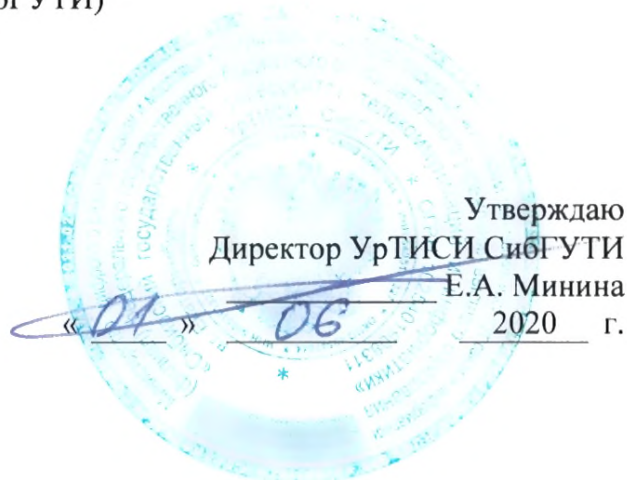


Федеральное агентство связи

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.

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

по дисциплине «Измерения в оптических сетях»

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

Приложение 1 к рабочей программе

по дисциплине «Измерения в оптических сетях»

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.

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

по дисциплине «Измерения в оптических сетях»

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

# 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	<p><b>ПК-1.1 Знает:</b> способы и методы эксплуатации</p>	<p>Знает способы и методы эксплуатации ТКС. При помощи преподавателя,</p>

	<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>знает, 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>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</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>пояснений</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, 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</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</p>

	заполнять протокол измерений.	рефлектограмм, заполнения протокола измерений (при помощи преподавателя).
Высокий уровень	<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	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
	<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.	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.
	<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.	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.

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	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	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».

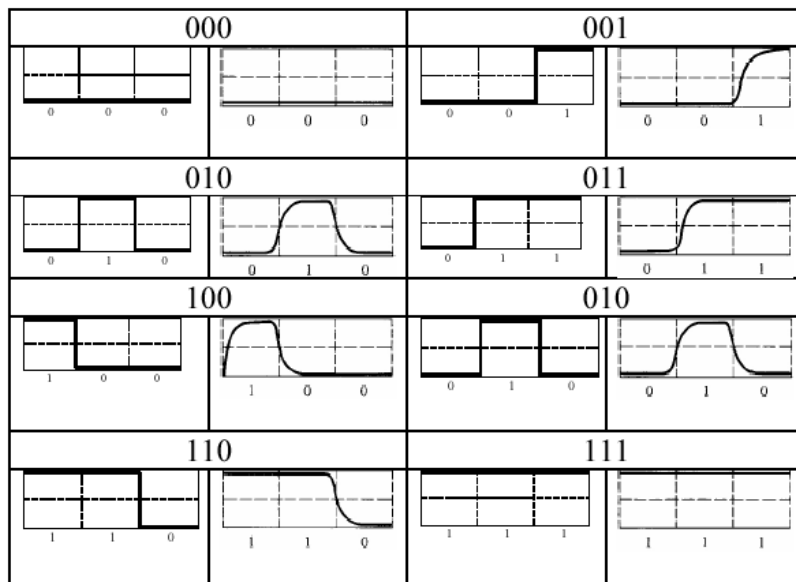
Глаз-диаграммы используют периодическую структуру цифрового сигнала. За счет внешней синхронизации развертки, получаемые осциллограммы волнового фронта накладываются друг на друга с периодом одного отсчета. В результате проведения измерений с накопителем получается глаз-диаграмма, при этом по оси ординат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

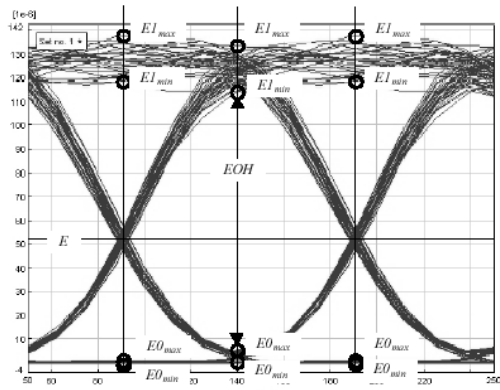


Рисунок 3 – Измерение энергетических параметров

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.

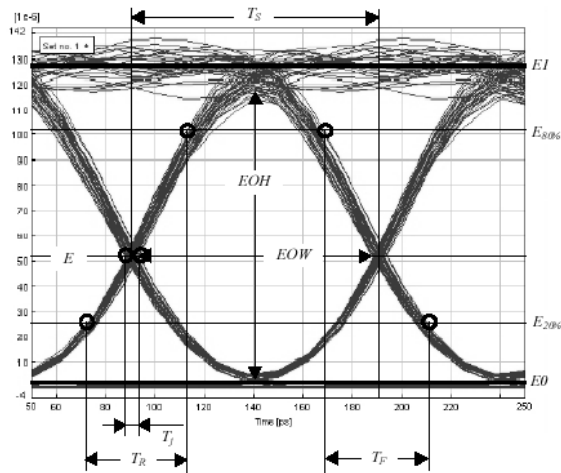


Рисунок 4 – Измерение параметров во временной области

**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.

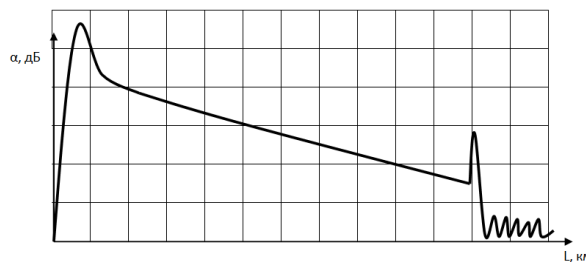


Рисунок 3.1 – Кривая обратного рассеяния

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.

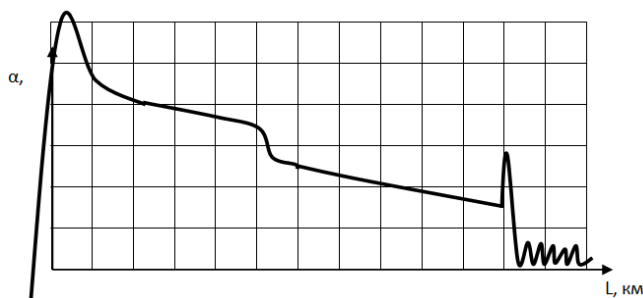


Рисунок 3.2 – Кривая обратного рассеяния

#### 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.

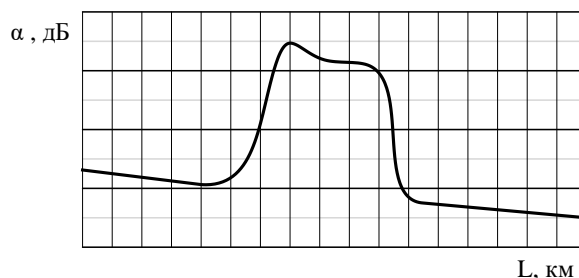


Рисунок 3.3 – Отображение коннектора на рефлектограмме

Таблица 3.2 – Исходные данные к задаче № 4

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$C_x$	0,1	0,2	1,0	0,25	0,5	1,0	0,1	0,25	0,5	0,2
$C_y$	10	15	18	11	10	8	15	20	20	18
N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$C_x$	0,15	0,7	0,4	0,3	0,25	1,0	0,55	0,25	0,45	0,15
$C_y$	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)	Экзаменационный билет № <u>16</u>  по дисциплине <u>Измерения в оптических сетях</u>	УТВЕРЖДАЮ: Зав. кафедрой МЭС <hr/> <u>« 27 » декабря 20</u> г.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

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

- 1) Назначение и виды измерений в волоконно-оптических линиях передачи
- 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

29.05.2020 г.      Протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)

  
\_\_\_\_\_

подпись

Е.А. Субботин  
\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

29.05.2020 г.

Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры [МЭС]

29.05.2020 г.      Протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)

\_\_\_\_\_  
подпись

Е.А. Субботин  
инициалы, фамилия

29.05.2020 г.