

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 03.09.2018 18:53:59

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5b426d59e5f1c11e5bb73e943d1fa4851f8a8da089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи



ПРИТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г.Локтионова

02 2018 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНОГО ТРАКТА НА ПЕРЕДАЧУ ИМПУЛЬСНОГО СИГНАЛА

Методические указания для проведения лабораторной работы
для студентов направления подготовки 11.03.02

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
по дисциплине «Многоканальные системы передачи»

УДК 621.391

Составители: И.Г.Бабанин, Д.С.Коптев

Рецензент

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры

А.А. Гуламов

Исследование влияния параметров линейного тракта на передачу импульсного сигнала: методические указания для проведения лабораторной работы для студентов направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. И.Г.Бабанин, Д.С.Коптев.- Курск, 2018.- 17 с.

Содержат краткие сведения о лабораторной установке и порядке проведения исследования влияния полосы пропускания линии связи на форму импульсного сигнала, о спектре периодической последовательности прямоугольных импульсов, о механизмах межсимвольных искажений, а также требования к оформлению отчета.

Методические указания соответствуют учебному плану и рабочей программы дисциплины «Многоканальные системы передачи» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Предназначены для студентов направления подготовки 11.03.02 очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.02.18 . Формат 60×84 1/16.
Усл.печ.л. 1,04. Уч.-изд.л. 0,95. Тираж 100 экз. Заказ 976 . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

1	Цель работы.....	4
2	Содержание работы.....	4
3	Основные понятия и термины	6
4	Порядок проведения исследований.....	12
4.1	Определение основных параметров импульсных сигналов	12
4.2	Исследование прохождения импульсов через линию связи с разными полосами пропускания	13
5	Содержание отчета	15
6	Контрольные вопросы	16
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	17

1 Цель работы

Определение основных параметров импульсных сигналов. Исследование изменения формы импульсного сигнала при передаче его по каналам связи с различной полосой пропускания. Ознакомление с механизмами межсимвольных искажений.

2 Содержание работы

При подготовке к выполнению работы необходимо самостоятельно с использованием рекомендованной литературы повторить (освежить в памяти):

а) спектральное представление последовательности прямоугольных импульсов, связь особых точек этого представления с параметрами импульсного сигнала;

б) характер искажений импульсного сигнала фильтрами низких и высоких частот;

в) методику измерений с помощью аналогового или цифрового осциллографа параметров импульсной последовательности, ознакомиться с механизмами межсимвольных искажений первого и второго рода.

В процессе выполнения лабораторной работы студенту необходимо:

а) выполнить, используя осциллограф, измерения следующих параметров тестовых сигналов F_1 , F_2 , F_3 :

- длительность импульса;
- период следования импульсов;
- амплитуда импульса.

Используя результаты этих измерений найти частоту следования импульсов и скважность.

б) отобразить осциллограммы тестовых сигналов с указанием их основных параметров (амплитуда, длительность импульса);

в) выполнить расчет характерных точек (постоянная составляющая; частоты, на которых огибающая спектра равна 0; значения локальных экстремумов огибающей спектра; частоты первых 3-х со-

ставляющих спектра) спектров тестовых сигналов и изобразить на рисунках примерный вид этих спектров;

г) определить эффективную ширину спектра тестовых сигналов;

г) привести, используя двухлучевой осциллограф, осциллограммы сигналов на входе (верхний луч) и на выходе (нижний луч) линии связи для 3-х положений переключателя «полоса пропускания» (для тестовых сигналов F1, F2 и F3);

д) выполнить измерения параметров импульсов (время установления t_y , время запаздывания t_z , величину выброса δ , длительность импульса $\tau_{пол}$) на выходе канала связи с разной полосой пропускания (1, 2, и 3) для тестового сигнала F2 и оценкой полосы пропускания канала связи;

е) сформулировать по полученным результатам исследований выводы о связи формы импульса и его параметров на выходе линии связи с шириной спектра передаваемых прямоугольных импульсов и с величиной полосы пропускания линии связи.

3 Основные понятия и термины

Периодическим сигналом (током или напряжением) называют такой вид воздействия, когда форма сигнала повторяется через некоторый интервал времени T , который называется периодом. Простейшей формой периодического сигнала является гармонический сигнал или синусоида, которая характеризуется амплитудой, периодом и начальной фазой. Все остальные сигналы будут негармоническими или несинусоидальными.

Спектр сигнала — это результат разложения сигнала на более простые в базисе ортогональных функций. В качестве разложения обычно используются преобразование Фурье, разложение по функциям Уолша, вейвлет-преобразование и др.

Чаще всего используется разложение сигналов в ряд Фурье. Это разложение основана на том, что всегда можно подобрать ряд гармонических (т.е. синусоидальных) сигналов с такими амплитудами, частотами и начальными фазами, алгебраическая сумма ординат которых в любой момент времени равна ординате исследуемого несинусоидального сигнала.

Таким образом, любую периодическую функцию $S(t)$ можно представить в виде суммы слагаемых, каждое из которых является синусоидальным колебанием с амплитудой A_k и начальной фазой φ_k .

$$S(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(k\omega t - \varphi_k)$$

Совокупность амплитуд гармонических составляющих, представленная как функция частоты называется **амплитудным спектром сигнала** (спектром амплитуд). Аналогично, совокупность значений φ_k гармоник сигнала, представленная на интервале 0-360 град., называется **спектром фаз** или фазовым спектром.

Алгоритм приближённого построения спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов следующий:

а) определяется постоянная составляющая:

$$U_0 = \frac{U_m}{q}$$

б) находятся частоты, на которых огибающая спектра равна 0:

$$\frac{1}{\tau}, \quad \frac{2}{\tau}, \quad \frac{3}{\tau} \dots$$

в) находятся значения локальных экстремумов огибающей спектра:

$$S_0 = \frac{2U_m}{q} S_1 \approx \frac{S_0}{5} S_2 \approx \frac{S_0}{8}$$

г) определяются частоты составляющих спектра:

$$F_1 = \frac{1}{T}, \quad F_2 = \frac{2}{T}, \quad F_3 = \frac{3}{T} \dots$$

д) строится спектр (см. рисунок 1).

На практике под шириной спектра обычно понимают ту область частот, в которой сосредоточена основная энергия сигнала. Эффективной шириной спектра считают ту полосу частот, в которой сосредоточено около 90% энергии сигнала. Для периодической последовательности прямоугольных импульсов эта область частот находится в диапазоне от 0 до $1/T$.

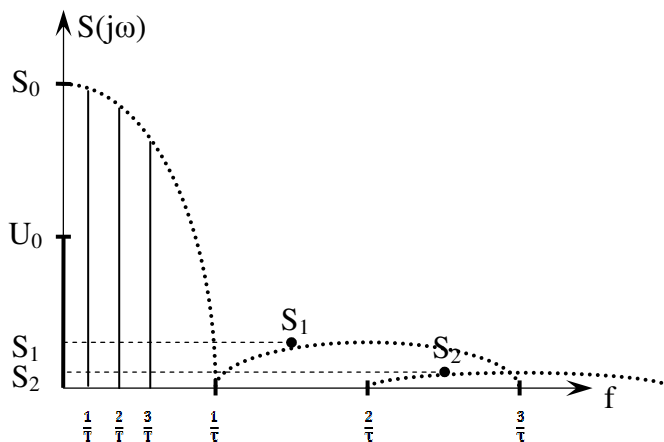


Рисунок 3.1 - Примерный вид спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов

При такой полосе обычно обеспечивается и достаточно удовлетворительное воспроизведение формы сигнала, хотя в некоторых случаях требования к качеству передачи заставляют сохранять спектр более высоких частот, чем это диктуется энергетическими соотношениями.

При передаче сигналов по каналам связи различают две составляющие искажений – детерминированную и случайную. Детерминированные искажения сигналов определяются свойствами канала

связи и сводятся к изменению масштаба (усилению или ослаблению), задержке (смещению во времени) и искажению формы сигнала. Случайные искажения формы сигналов обусловлены помехами.

Детерминированные искажения, обусловленные ограничением полосы частот и неравномерностью амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) канала связи, приводят к тому, что соотношение между амплитудами различных частотных составляющих спектра сигнала на выходе канала связи изменяется по сравнению с аналогичным соотношением на входе канала, то есть возникают амплитудные искажения. Кроме того, возникают и фазовые искажения из-за неодинаковой скорости распространения спектральных составляющих по линии. Поэтому в конце линии связи результат суммирования всех частотных составляющих спектра сигнала приобретает форму, отличную от формы сигнала в начале линии связи (см. рисунок 2).

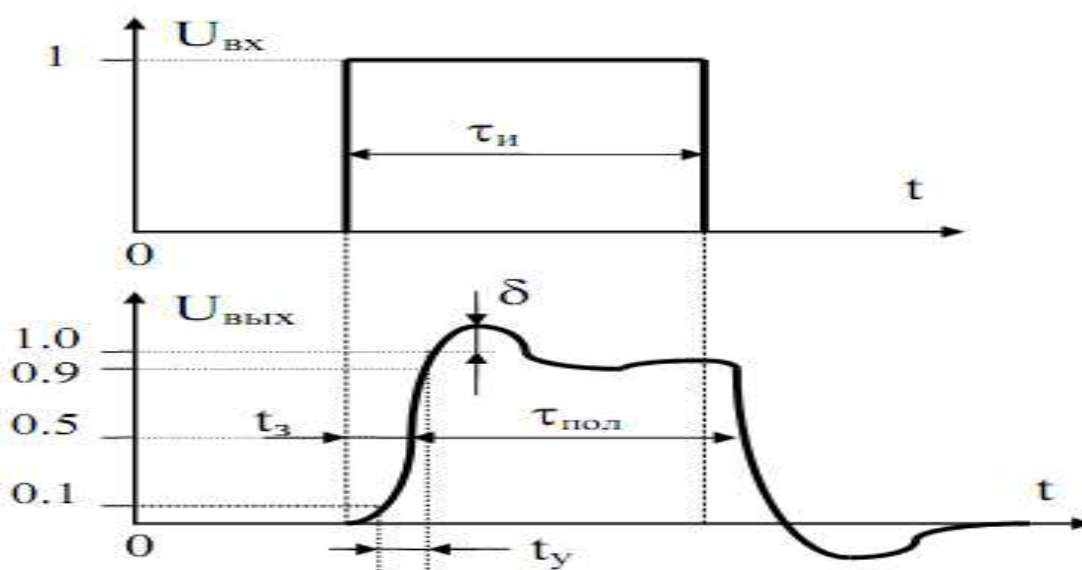


Рисунок 3.2 – Возможные искажения формы сигнала на выходе канала связи

Для количественной оценки искажений различных частей импульса вводят параметры, характеризующие эти искажения. Длительность нарастания фронта импульса характеризуется временем установления t_y , отсчитываемым как интервал между точками, в которых напряжение на выходе достигает величин 0,1 и 0,9 от установившегося значения. Выбросы δ характеризуются превышением текущего значения вершины импульса над установившимся значени-

ем. Время запаздывания t_3 отсчитывается на уровне 0,5 от установившегося значения.

При поступлении на вход канала связи прямоугольного импульса существует эмпирическое выражение $t_y \approx (0,35-1,0)/\Delta f$, связывающее время установления импульса на выходе канала и ширину полосы пропускания канала связи.

Передача прямоугольных импульсов через канал связи как полосовую систему неизбежно связана с "растягиванием" (рассредоточением) энергии импульсов во времени. При этом величина переходных процессов обратно пропорциональна ширине полосы пропускания канала связи (Δf). При длительности прямоугольных импульсов соизмеримой с длительностью переходных процессов происходит наложение энергий смежных импульсов сигнала, т.е. появляются межсимвольные искажения первого рода, которые называют межсимвольной интерференцией (МСИ).

Таким образом, ограниченная полоса пропускания непрерывных каналов даже при идеальных их частотных характеристиках (АЧХ - равномерна и фазо-частотная характеристика - линейна) ведет к нежелательному искажению формы сигнала данных и как следствие к МСИ.

Наряду с межсимвольными искажениями первого рода, обусловленные искажениями спектра сигнала в области высоких частот, в каналах связи могут присутствовать и межсимвольные искажения второго рода. Эти искажения обусловлены наличием в линейном тракте элементов, ограничивающими спектр сигнала снизу (образующими фильтр верхних частот).

В линиях связи на кабелях с металлическими парами такими элементами являются, прежде всего, линейные трансформаторы. В волоконно-оптических системах передачи аналогичную роль играют разделительные конденсаторы электрической части трактов.

Если в линейном тракте присутствует разделительный конденсатор или линейный трансформатор с индуктивностью первичной обмотки, равной L_1 , то форма импульсного сигнала на выходе такой цепи будет отличаться от прямоугольной (см. рисунок 3.3, в).

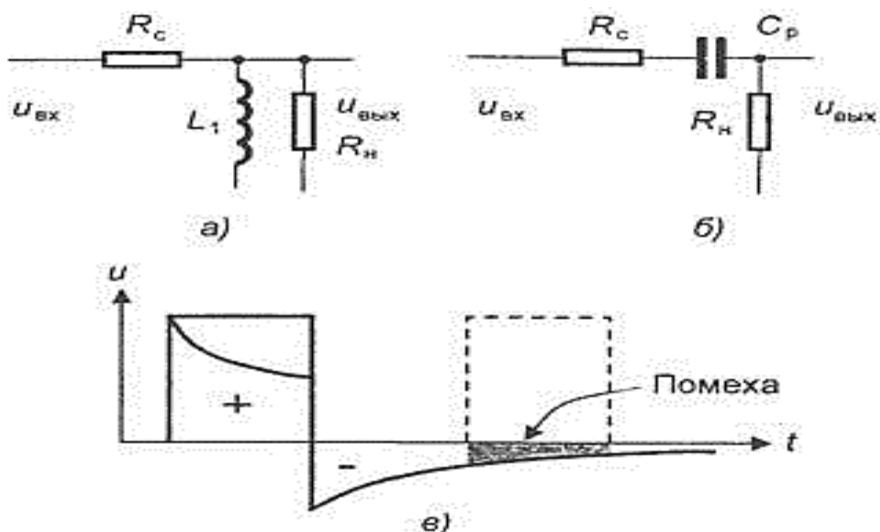


Рисунок 3.3 – Форма импульса при прохождении через фильтр верхних частот

Межсимвольные искажения второго рода гораздо опаснее, поскольку их влияние распространяется на многие последующие такты. Эти искажения особенно велики в том случае, когда в спектре импульсной последовательности имеется постоянная составляющая, как, например, при передаче однополярных импульсов.

На рисунке 3.4 показано влияние межсимвольных искажений второго рода на сигналы с высокой (рисунок 3.4, а) и низкой плотностью единиц (рисунок 3.4, б) единиц. Видно, что при высокой плотности единиц происходит смещение импульсной последовательности вниз (постоянная составляющая сигнала подавляется).

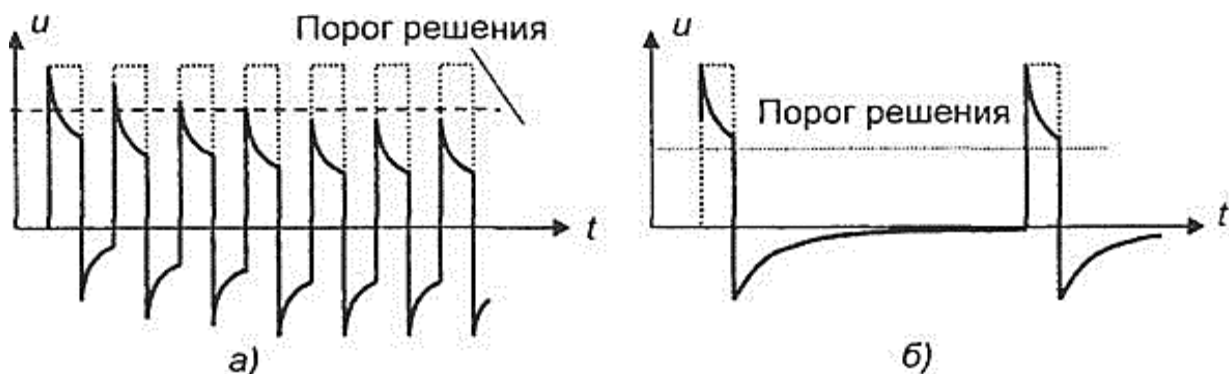


Рисунок 3.4 – Межсимвольные искажения второго рода при высокой (а) и низкой плотности единиц (б)

Вершины импульсов приближаются к порогу решения и их обнаружение становится затруднительной. Если же плотность единиц в

сигнале невелика, то постоянная составляющая будет также мала и ее подавление не приведет к заметным искажениям.

Для уменьшения влияния межсимвольных искажений импульсов выполняется линейное кодирование, т.е. соответствующим образом формируется цифровой линейный сигнал на передаче, и корректируется амплитудно-частотная характеристика линейного тракта.

4 Порядок проведения исследований

4.1 Определение основных параметров импульсных сигналов

При определении основных параметров импульсных сигналов используется формирователь тестовых импульсов, расположенный на левой панели лабораторной установки «Линейный тракт цифровой системы передачи» (см. Рисунок 4.1), двухлучевой (двухканальный) осциллограф с возможностью внешней синхронизации.



Рисунок 4.1 - Внешний вид лабораторной установки

Схема соединений изображена на рисунке 4.2.

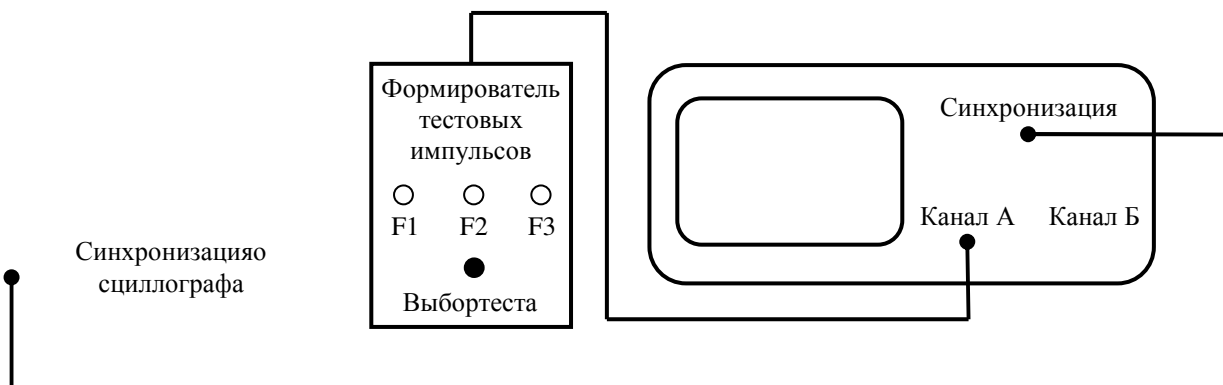


Рисунок 4.2 -Схема соединений при проведении исследований

Рекомендуемая последовательность исследования

Формирователь вырабатывает три тестовых сигнала F1, F2 и F3. Вы должны определить основные параметры тестовых сигналов:

- период;
- частоту;
- длительность импульса;
- скважность;

- амплитуду.

Последовательность подключения:

- подключите выход формирователя тестовых импульсов к входу канала А осциллографа;
- подключите выход «синхронизации осциллографа», расположенный на левой панели установки, к входу внешней синхронизации осциллографа.

Последовательность исследования:

- подайте тестовый сигнал F1 на вход осциллографа;
- выполните синхронизацию осциллографа и установите необходимое усиление вертикального канала и скорость развертки таким, чтобы на его экране был виден тестовый сигнал;
- зарисуйте осциллограмму импульса;
- по осциллограмме определите основные параметры: период (T), длительность (τ) и амплитуду (U_m);
- рассчитайте: частоту (f), скважность (q) и эффективную ширину спектра.

Все измеренные параметры занесите в таблицу 1 и повторите измерения для тестовых сигналов F2 и F3.

4.2 Исследование прохождения импульсов через линию связи с разными полосами пропускания

При исследовании прохождения импульсов через линию связи с разными полосами пропускания применяются:

- формирователь тестовых импульсов и линия связи, расположенные на левой и средней панелях лабораторной установки «Линейный тракт цифровой системы передачи» (см. Рисунок 4.1);
- двухлучевой (двухканальный) осциллограф с возможностью внешней синхронизации.

Схема соединений, используемая для этого исследования, представлена на рисунке 4.3.

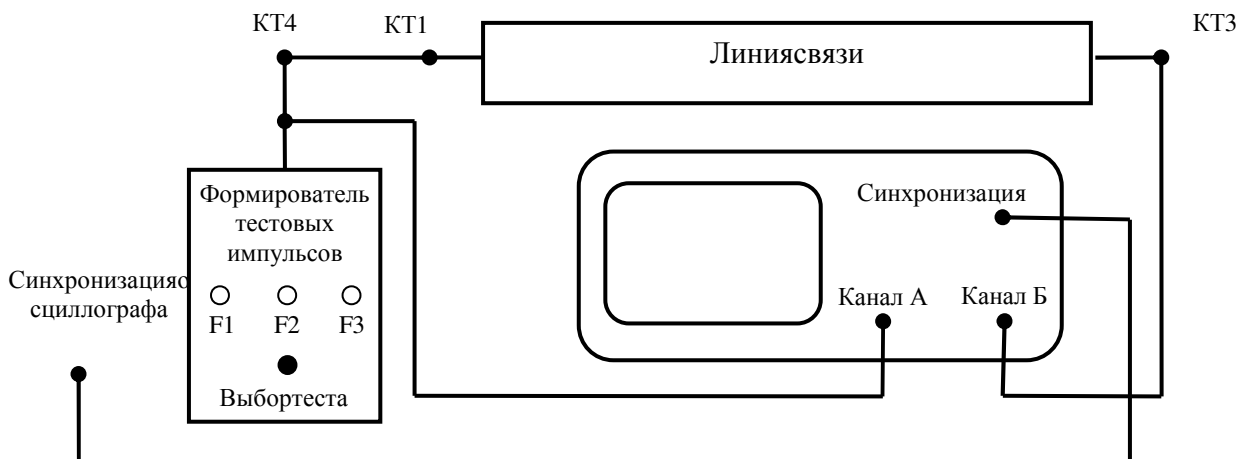


Рисунок 4.3 - Схема соединений при проведении исследований

Рекомендуемая последовательность исследования:

- выполните необходимые для исследования соединения;
- установите переключатель «полоса пропускания» в положение 1;
- подключите тестовый сигнал F1, выполните синхронизацию осциллографа и установите необходимое усиление вертикального канала и скорость развертки осциллографа таким, чтобы на его экране устойчиво наблюдался тестовый сигнал;
- зарисуйте осциллограмму на выходе линии связи (КТ3 средней панели);
- зарисуйте осциллограммы для положений переключателя «полоса пропускания» 2 и 3.
- повторите измерения для тестовых сигналов F2 и F3;
- по осциллограммам определите основные параметры импульсов (время установления t_y , время запаздывания t_z , величину выброса δ , длительность импульса $\tau_{пол}$) на выходе канала связи с разной полосой пропускания (1, 2, и 3) для тестового сигнала F2 и оцените величину полосы пропускания Δf канала связи. Результаты поместите в таблицу.

Обратите внимание на характер изменения амплитуды и формы импульсного сигнала.

5 Содержание отчета

- а) цели и задачи исследования;
- б) осциллограммы тестовых сигналов;
- в) таблица 1 с параметрами тестовых сигналов;

Таблица 1

Тестовый сигнал	F1	F2	F3
Период следования T			
Длительность τ			
Амплитуда U_m			
Частота следования f			
Сквозность q			
Эффективная ширина спектра			

г) результаты расчёта особых точек спектров тестовых сигналов и схематическое изображение их спектров;

д) осциллограммы сигналов на выходе линии связи для 3-х положений переключателя «полоса пропускания» (для всех 3-х тестовых сигналов F1, F2 и F3);

е) таблица с результатами измерений параметров импульсов: время установления t_y , время запаздывания t_z , величина выброса δ , длительность импульса $\tau_{пол}$ на выходе канала связи с разной полосой пропускания (1, 2, и 3) для тестового сигнала F2 и оценка ширины полосы пропускания Δf каналов связи 1, 2, 3;

е) выводы о связи формы импульса на выходе линии от спектра передаваемых импульсов и полосы пропускания.

6 Контрольные вопросы

1. Какими параметрами можно однозначно описать периодическую последовательность прямоугольных импульсов?
2. Опишите характер искажения сигналов в каналах связи, параметры искажений.
3. Спектральное представление периодической последовательности прямоугольных импульсов.
4. Чем отличается спектр одиночного импульса от спектра периодической последовательности этих импульсов?
5. Понятие эффективной ширины спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов.
6. Причины появления межсимвольных искажений первого рода.
7. Причины появления межсимвольных искажений второго рода.
8. Какие действия предпринимаются для уменьшения влияния межсимвольных искажений?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордиенко В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы [Текст] : учебник / В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий. - М. : Горячая линия - Телеком, 2007. - 416 с. : ил. - ISBN 5-93517-219-4, Гриф:Допущено Министерством РФ по связи и информатизации.