

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА**

Р.И. Виноградов

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ
СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

**200900,201000,220200
220400,550400,071700**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2004**

Виноградов Р.И. Исследование характеристик элементов систем передачи данных: методические указания к контрольным работам (спец. 200900, 201000, 220200, 220400, 550400, 071700) / СПбГУТ, СПб, 2004.

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом университета.

Приводятся порядок выполнения работ, содержание отчетов, контрольные вопросы и необходимая литература.

© Р.И. Виноградов, 2004

© Санкт-петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2004

Редактор *Л.А. Медведева*

Подписано к печати 25.06.2004

Объем 1,25 печ. л. Тираж 350 экз. Зак. 25

РИО СПбГУТ. 191186 СПб, наб. р. Мойки, 61
ООО «Делфи». 193232 СПб, пр. Большевиков, 22

1. ИССЛЕДОВАНИЕ КРАЕВЫХ ИСКАЖЕНИЙ ЕДИНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОДОВЫХ КОМБИНАЦИЙ

Цель работы. Исследование причин, вызывающих краевые искажения единичных элементов кодовых комбинаций и их характеристики.

Задание

1. Изучить теорию возникновения различных видов краевых искажений единичных элементов кодовых комбинаций [1 - 3].
2. Ознакомиться с лабораторной установкой и методическими указаниями.
3. Измерить характеристические искажения для различных длин линий и скоростей передачи, краевые искажения от преобладаний, а также искажения, возникающие при наличии помех.

Общие сведения о краевых искажениях

Качество передачи дискретных сообщений в значительной мере зависит от характеристик канала связи. Возникающие искажения сигналов передаваемых по каналам связи определяются комплексом различных факторов, оказывающих на них влияние. Это наличие отклонений от идеальных характеристик АЧХ и ФЧХ, задаваемых неравномерностью группового времени запаздывания, а также интенсивностью аддитивных и мультипликативных помех.

Искажения сигналов сопровождаются изменением длины передаваемых единичных элементов, что связано с перемещением их значащих моментов относительно идеальных. Смещение значащих моментов называют краевыми искажениями, которые подразделяются на характеристические, преобладания (регулярные) и случайные.

Характеристические искажения возникают в результате межсимвольных искажений, когда переходные процессы в канале связи, обусловленные передачей различных сочетаний единичных элементов, не успевают установиться. Величина характеристического искажения зависит от кодового рисунка, скорости передачи и параметров канала связи.

Как видно, при передаче кодовых комбинаций 1:1 краевые искажения отсутствуют (рис. 1.в) благодаря одинаковому времени нарастания и спада тока в канале связи. При передаче кодовых комбинаций 3:1 ток нарастания успевает достичь установившегося значения I_0 , а ток спада не успевает, что приводит к появлению краевых искажений. Экспоненциальный характер нарастания и спада тока в цепи объясняется наличием реактивных составляющих в канале связи. Наблюдается появление некоторой постоянной составляющей изменяющей свое значение на периоде длительности кодовой комбинации.

При передаче текста сочетания длительностей единичных элементов являются случайными, а функция распределения величин возникающих характеристических искажений будет описываться равномерным законом, если считать, что появление различных сочетаний единичных элементов равномерно.

Краевые искажения типа преобладаний появляются в результате возникновения асимметрии передаваемых сигналов, вследствие нарушения характеристик передающих и приемных устройств или появления постоянной составляющей в канале связи. Нарушение симметрии амплитуд единичных элементов приводит к появлению постоянных преобладаний.

Принцип образования искажений преобладаний в результате наложения на сигнал постоянной составляющей (рис. 1.2) приводит к увеличению длительности положительных единичных элементов и соответствующему уменьшению отрицательных, при этом относительная величина краевых искажений от преобладаний:

$$d_{\text{пр}} = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{t_0} \cdot 100\%$$

Случайные искажения сигналов $\delta_{\text{сл}}$ вызываются воздействием случайных импульсных и флуктуационных помех, кратковременных занижений уровня, а также сосредоточенных по спектру помех.

Как правило, в канале связи образуются искажения всех трех видов, т.е.

$$\delta_{\text{общ}} = \delta_{\text{сл}} + \delta_{\text{пр}} + \delta_{\text{хар}}$$

и в общем случае величина краевых искажений будет случайной, а ее характеристикой является закон ее распределения. Как показали многочисленные исследования, функция распределения вероятностей смещения значащих моментов единичных элементов относительно идеальных под влиянием случайных факторов, близка к закону Гаусса.

Порядок выполнения

Ознакомиться с инструкцией работы на ПК. Включить ПК, запустить программу kraisk с диска C (C:\LABRAB\PDS\kraisk.exe).

С помощью программы kraisk реализован ввод параметров канала (скорость передачи, длина канала), выбор одного из трех видов краевых искажений (характеристический, преобладание, случайный), а также вывод графиков входного и выходного сигналов. Величина краевых искажений отображается в нижней части окон.

Работа с программой осуществляется с помощью клавиатуры.

Меню программы состоит из следующих пунктов:

- выбор режима (характеристический, преобладание, случайный),
- выбор параметров (скорость передачи, длина канала, виды сигнала).

При вызове пунктов меню ввод данных производится путем выбора пользователя одного из предложенных вариантов. После ввода всех данных пользователь может просмотреть графики входного и выходного сигналов. Для этого ему необходимо нажать кнопку ENTER. Полученные величины краевых искажений записываются в таблицу.

Работа с меню осуществляется при помощи клавиши F10, для выбора нужного пункта используйте TAB или стрелки. Выбранный пункт светится зеленым цветом. Выбрав нужный пункт, нажмите ENTER.

На графиках жирные голубые линии - это сигналы, причем верхний - это передаваемый, а нижний - принятый, средний график - это сигнал на выходе канала связи.

Характеристические искажения должны быть исследованы на зависимость от трех параметров.

1. Скорости передачи длины в канале связи. Студенту предлагается исследование на двух скоростях: 600 и 1200 Бод, значение которых выбирается в графе «Скорость передачи».

2. Длины линии связи. Вводятся значения 0, 4 и 8 км.

3. Кодового рисунка передаваемого сообщения. Предлагается исследование трех кодовых рисунков (1:1; 3:1; 7:1) - значение выбирается в графе «Вид сигнала».

Искажения преобладания должны быть исследованы на зависимость от двух параметров:

значения силы тока постоянной составляющей: 0; 7 и 12 мА;

кодового рисунка передаваемого сообщения. В работе предлагается исследование трех кодовых рисунков (1:1; 3:1; 7:1), значения которых выбираются в графе «Вид сигнала».

Случайные искажения исследуются также в зависимости от трех параметров: скорости передачи данных, длины линии связи и кодового рисунка.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- результаты экспериментальных исследований;
- выводы, оформленные в виде таблиц и графиков;
- рисунки искаженных сигналов.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под краевыми искажениями единичных элементов?
2. Причины возникновения характеристических краевых искажений?
3. Причины возникновения краевых искажений типа преобладаний?
4. Причины возникновения случайных краевых искажений?
5. Способы уменьшения характеристических краевых искажений?
6. Способы уменьшения краевых искажений типа преобладаний?
7. Способы уменьшения случайных краевых искажений?
8. Как влияет скорость передачи на величину краевых искажений?
9. Закон распределяется величина случайных краевых искажений.
10. Почему величина характеристических искажений увеличивается при увеличении длины канала связи?

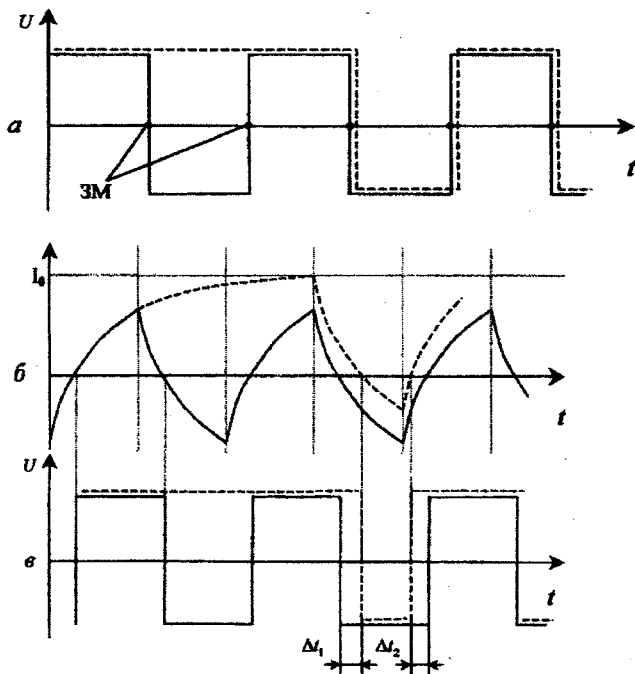


Рис.1.1. Принцип возникновения
характеристических краевых искажений сигнала 3:1:
сплошная (последовательность 1:1), пунктир (последовательность 3:1)

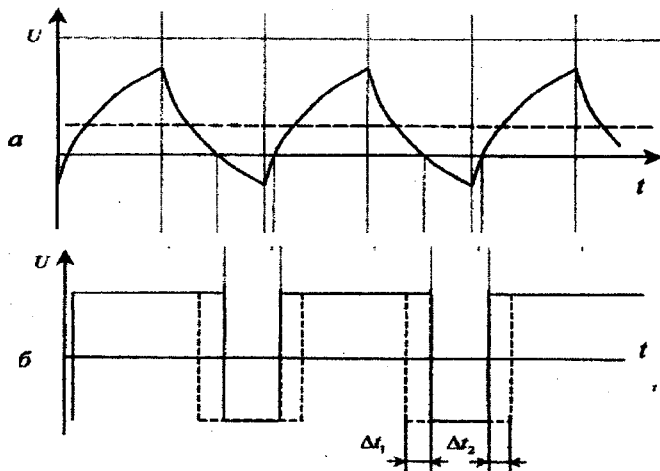


Рис. 1.2. Принцип возникновения краевых искажений типа преобладаний

Руководствуясь рядом теоретических и практических соображений, будем рассматривать максимальное отношение пиковой мощности шума $P_{ш}$ на входе приемного устройства к пиковой мощности сигнала с шумом $P_{сш}$ на этом же входе, при котором будет осуществляться безошибочный прием всех единичных элементов:

$$\mu_{мс} = (P_{ш} / P_{сш}) \times 100\%.$$

Зная состояние канала связи и исправляющую способность данного приемного устройства, можно оценить возможность его безошибочной передачи данных.

Порядок выполнения

Работа состоит из двух частей: определения исправляющей способности модулированных сигналов данных и немодулированных. При выполнении первой части используется программная реализация модели эффективного метода приема сигналов данных [1]. Для выполнения 1-й части необходимо включить компьютер и перейти в DOS, где на диске C:\, в папке: LABRAB\PDS\ISPSP\MODSIG запустить программу sigktf.exe, а для выполнения 2-й части перейти в WINDOWS и в папке: PDS\ISPRSP запустить программу sigkpt_w.exe, которая написана в Delphi версия 1.0.

В 1-й части экспериментальной работы определяется исправляющая способность эффективного метода приема сигналов данных, передаваемых по каналу ТЧ, в зависимости от метода модуляции и мощности шума на входе приемника. При этом имеется возможность исследовать такие методы модуляции, как амплитудная; частотная; фазовая; двукратная фазовая; многоуровневая амплитудная; амплитудно-фазовая; КАМ-16.

В качестве шума используется файл, где записан шум, создаваемый аппаратурой «Канал», мощность которого можно изменять.

В начале необходимо записать файл с сигналом данных, манипулированный заданным методом, а затем организовать его прием. При этом, изменяя мощность шума на входе приемника, определить исправляющую способность данного метода манипуляции.

Работа с программой начинается с *главного* меню- меню выбора модуляции. Здесь, как и в других аналогичных меню, выбор необходимого пункта осуществляется посредством передвижения маркера клавишами «↑» и «↓», с последующим нажатием клавиши ENTER.

В *главном* меню можно выбрать тип модуляции, с которым будет осуществляться работа.

Меню *Прием/Передача* состоит из трех пунктов:

- «Передача» - создание сигнала,
- «Прием» - просмотр последнего созданного сигнала,
- «Назад» - возврат в предыдущее меню.

Меню *Передача* позволяет выбрать скорость передачи сигналов данных из трех фиксированных вариантов: 500, 1000 и 1500 Бод, а также остальные параметры: амплитуду сигнала (1 - 9В); содержание блока данных.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРИЕМА СИГНАЛОВ ДАННЫХ

Цель работы. Экспериментальное исследование исправляющей способности различных методов приема сигналов данных в зависимости от степени их искажения и сравнительный анализ исследуемых методов.

Задание

1. Изучить методы приема сигналов данных [1] и причины возникновения искажений сигналов данных при передаче их по каналу связи.
2. Ознакомиться с правилами работы на персональном компьютере.
3. Получить задание на исследование методов приема сигналов данных у преподавателя. Провести исследование исправляющей способности методов приема модулированных и немодулированных сигналов данных (т.е. сигналов, передаваемых по телефонным каналам и по каналам постоянного тока) в зависимости от степени их искажения.

Общие сведения о методах приема сигналов данных

Под приемом сигналов данных понимается процесс выявления значащей позиции, основанной на анализе сигналов в пределах единичного интервала. Существующие методы модуляции сигналов связаны с изменением во времени одного или нескольких параметров электрического сигнала в соответствии с сигналами данных, подлежащих передаче.

Процесс демодуляции является обратным модуляции, при котором осуществляется восстановление сигналов данных, а под регистрацией сигналов данных понимают процесс опознавания и запоминания значащих позиций.

При этом оптимальным приемным устройством называется устройство регистрации сигналов данных, обеспечивающее минимальную вероятность ошибочного приема. Если процесс модуляции связан с изменением параметров несущей, то манипуляция - это цифровое представление модулированного сигнала, но без несущей, когда цифровые отсчеты модулированных сигналов данных хранятся в постоянном запоминающем устройстве и выдаются в канал с помощью цифроаналогового преобразователя.

Если сигналы данных поступают на вход приемного устройства из канала постоянного тока, где используются такие методы регистрации, как стробирование или интегральный, максимально допустимая величина искажений единичных элементов, при которой обеспечивается их достоверная регистрация, называется исправляющей способностью приемного устройства (измеряется в %). Исправляющая способность является одной из основных характеристик приемного устройства, определяющая степень его защищенности от искажений, но эту характеристику применяют при передаче данных по каналу постоянного тока, когда хотят оценить исправляющую способность приемного устройства при наличии краевых искажений или дроблений.

Данную характеристику можно применить и при приеме модулированных сигналов данных, передаваемых по телефонным каналам.

При этом для получения средней максимальной мощности сигналов, с учетом их кодирования на данной установке, рекомендуется использовать следующее содержание блоков: АМ-1111;ЧМ и ДМ-1010;ДФМ-10101010; АФМ - 11101110; МАМ-11111111;КАМ- 0000000000000000.

После заполнения всех полей, нажмите любую клавишу.

После этого программа позволит просмотреть все возможные комбинации передаваемых бит и отобразит на экране введенную последовательность, а также мощность сигнала в условных единицах. Здесь и в подпункте меню *Прием* смена экранов происходит посредством нажатия любой клавиши.

При выборе меню *Прием* программа сразу же загружает файл последнего сеанса передачи данных и выводит на экран сигнал.

На следующем экране отобразится шум, наложенный на сигнал, и программа предоставит следующую информацию:

- средняя мощность сигнала;
- средняя мощность шума;
- отношение сигнал / шум;
- исправляющая способность;
- вероятность ошибки.

Далее есть возможность увеличить мощность шума, для этого следует нажать клавишу «1», ввести коэффициент усиления и подтвердить его нажатием клавиши ENTER, или закончить работу и выйти в *главное* меню, посредством нажатия клавишей «2» и ENTER.

Полученные данные записать в табл.2.1.

Таблица 2

| № эксперимента | Тип манипуляции | Отношение $P_c/P_{ш}$ | Вероятность ошибки | Исправляющая способность $P_{ш}/P_{шн}$, % |
|----------------|-----------------|-----------------------|--------------------|---|
|----------------|-----------------|-----------------------|--------------------|---|

Во второй части работы определяется исправляющая способность таких методов приема сигналов данных, передаваемых по каналу постоянного тока, как стробирование и интегральный при наличии краевых искажений.

Кроме того, определяется эффективность этих методов при наличии дроблений сигналов данных.

Если запустить на исполнение файл программы sigkpt_w.exe в среде WINDOWS, то в появившемся диалоговом окне можно выбрать из предложенного списка вид искажения. После чего ввести в поле ввода процент искажения единичного элемента, значение которого не должно превышать 100 % для дроблений и односторонних краевых искажений и 50 % для двусторонних краевых искажений. В случае неправильного ввода пользователю будет выдано сообщение об ошибке и предложено ввести значение заново.

Далее выбрать из списка *Методы регистрации* нужный метод и нажать кнопку «Работать!». При этом на экран выводится графики полученных сигналов. При наведении указателя мыши на каждый график всплывает подсказка, какому сигналу этот график соответствует.

На экране монитора можно увидеть сигналы: переданный, на входе устройства регистрации, регистрирующий и принятый (на выходе устройства регистрации).

При желании можно повторить описанные выше действия, введя другие значения параметров системы регистрации, а для выхода из программы нажать кнопку «Выход».

Полученные данные записать в табл.2.2.

Таблица 2.2

| № эксперимента | Крайевые искажения, % | Дробление, % | Ошибка метода (есть или нет) | |
|----------------|-----------------------|--------------|------------------------------|---------------|
| | | | стробирования | интегрального |
| | | | | |

Проанализируйте полученные результаты и определите исправляющую способность исследованных методов приема сигналов данных.

В результате необходимо получить исправляющую способность при приеме сигналов данных с:

- амплитудной модуляцией $\mu_{ам}$;
- частотной модуляцией $\mu_{чм}$;
- фазовой модуляцией $\mu_{фм}$;
- двухкратной фазовой модуляцией $\mu_{дфм}$;
- многоуровневой амплитудной модуляцией $\mu_{мам}$;
- амплитудно-фазовой модуляцией $\mu_{афм}$;
- квадратурно-амплитудной модуляцией $\mu_{кам}$;

а также сигналов данных, принятых методами: стробирования и интегральным ($\mu_{кр}$)

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- структурные схемы устройств приема сигналов данных;
- изображения входных сигналов;
- таблицу с результатами экспериментальных исследований;
- величины исправляющих способностей исследованных методов приема сигналов данных;
- выводы и сравнительный анализ полученных результатов.

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются методы модуляции от манипуляции?
2. Как осуществляется модулирование сигналов данных?
3. Как демодулируются сигналы данных?
4. Что означает исправляющая способность приемного устройства сигналов данных?

5. Чем отличаются эффективный метод приема сигналов данных от оптимального корреляционного метода?
6. В чем заключается принцип работы приемного устройства, реализующий метод стробирования?
7. В чем заключается принцип работы приемного устройства, реализующий интегральный метод?
8. В чем отличия аналогового и дискретного интегральных методов?
9. Какие методы приема сигналов данных, когда и почему целесообразно применять?

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ФАЗОВОЙ АУТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ

Цель работы. Исследование зависимости основных выходных характеристик цифровых устройств фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) от их структуры и параметров отдельных узлов, а также овладением методикой их расчета.

Задание

1. Изучить принципы построения цифровых устройств фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и ознакомиться с его функциональным алгоритмом программной реализации [1, 6].
2. Получить зависимость времени синхронизации от шага коррекции, емкости усредняющего счетчика и коррекционного эффекта
3. Получить зависимости времени поддержания синхронизма от скорости модуляции и определить коэффициент нестабильности опорного генератора приемного устройства.
4. Данные исследования сравнить с расчетными, сделать выводы и оформить отчет.

Общие сведения об устройстве с фазовой автоподстройкой частоты

В системах передачи данных находят широкое применение устройства фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) с элементами дискретизации. Применение элементов дискретизации в устройствах ФАПЧ позволяет обеспечить высокую точность и надежность работы системы, упростить технологию изготовления и настройки, легко организовать запоминание информации, облегчить сопряжение с ЭВМ.

Кроме того, уменьшаются габариты, масса и стоимость устройств.

Если частоты эталонного и подстраиваемого генератора равны, а медленные изменения их частот практически полностью компенсируются действием устройства ФАПЧ, то такой режим называется режимом синхронизма (удержания).

Режим, при котором разность частот подстраиваемого и эталонного генераторов в среднем равна нулю, а разность фаз изменяется периодически, называется режимом *квазисинхронизма (квазизудержания)*.

Если среднее значение разности частот не равно нулю и наблюдается непрерывное возрастание среднего значения фаз, то такое состояние называется *асинхронным режимом (режимом биений)*.

Режим захвата (синхронизации) - состояние системы, при котором в течение определенного времени она переходит из асинхронного режима в режим удержания.

В реальных системах, как правило, существует противоречие между стремлением обеспечить высокую точность подстройки фазы и быстрым вхождением в синхронизм.

Устройства ФАПЧ, в которых производится дискретизация параметров (сигналов), а передача и обработка в контуре авторегулирования осуществляется только в цифровой форме, называются цифровыми (ЦФАПЧ).

На вход ЦФАПЧ (рис. 3) поступает сигнал данных, форма которого преобразуется с помощью формирующего устройства (ФУ) к виду, удобному для работы фазового дискриминатора (ФД), в котором сравниваются фазы входного сигнала и сигнала тактовой частоты подстраиваемого генератора и вырабатываются кодовые комбинации, соответствующие знаку и величине разности фаз в момент сравнения.

Существуют различные модификации цифровых устройств ФАПЧ. В данной лабораторной работе исследуется широко применяемое устройство с так называемым устройством добавления-вычитания (УДВ), которое за период коррекции добавляет или вычитает в импульсной последовательности, формируемой задающим генератором (ЗГ), один или несколько импульсов, в зависимости от выбранного режима работы. Добавление одного импульса равносильно увеличению фазы ЗГ, а вычитание - уменьшению. Делитель частоты (ДЧ) в совокупности с УДВ можно рассматривать как дискретный фазовращатель. При этом, чем больше коэффициент деления делителя m , тем точнее подстройка генератора и меньше скачки фазы, которые называются шагом коррекции $S=1/m$. Очевидно, что частота задающего генератора должна быть в m раз больше частоты входного сигнала.

Для уменьшения влияния краевых искажений, возникающих в результате воздействия помех на передаваемые по каналу единичные элементы, к выходу фазового дискриминатора часто подключают интегрирующий элемент - усредняющий реверсивный счетчик (РС). При выборе емкости счетчика M стремятся удовлетворить два противоречащих требования: хорошее усреднение величин рассогласования фаз на выходе ФД и быстрое установление синхронизации. Если первое требование выполняется за счет увеличения емкости РС, то для выполнения второго требования она должна быть минимальной. Такое противоречие можно устранить, если емкость РС будет изменяться автоматически при переходе из режима захвата в режим удержания.

С целью уменьшения времени вхождения в синхронизм вводят формирователь коррекционного эффекта (ФКЭ), обеспечивающий добавление и исклю-

чение импульсов пропорционально величине рассогласования фаз. Такие системы называются устройствами синхронизации с переменным коррекционным эффектом. Здесь шаг коррекции S равен J/m , где J - функция от величины рассогласования фаз на выходе фазового дискриминатора. В определенных случаях можно вводить и постоянный коррекционный эффект ($J = \text{const}$).

В условиях кратковременного прекращения связи из-за наличия нестабильности частот генераторов передатчика и приемника начинается увеличение рассогласования фаз.

Время, в течение которого фазовое рассогласование генераторов не превышает допустимого значения $E_{\text{доп}}$, называется временем поддержания синхронизма:

$$T_{\text{ис}} = E_{\text{доп}} / (200 \times k \times B),$$

где k - коэффициент нестабильности генераторов;

B - скорость передачи данных, в Бод.

Откуда, если известно время поддержания синхронизма, нетрудно определить коэффициент нестабильности генераторов.

Время синхронизации (захвата) можно определить, если известны такие данные, как величина начального рассогласования фаз $E_{\text{нач}}$, выраженное в процентах, емкость реверсивного счетчика M , вид передаваемых сигналов L (при передаче сигналов вида 1:1 $L=1$, а для текста $L=2$), шаг коррекции S , скорость передачи данных B и коррекционный эффект J :

$$T_{\text{с}} = (E_{\text{нач}} \times M \times L) / (100 \times S \times B \times J).$$

Порядок выполнения экспериментов

Включить компьютер и перейти в WINDOWS, где на диске C:\, в папке LABRAB\PDS\ запустить файл *farph_w.exe*. Переход от одного задания к другому осуществляется с помощью мышки, которой необходимо щелкнуть по закладке с соответствующим заданием. При переходе от одного задания к другому необходимо, чтобы на экране отображались сигналы. Не рекомендуется переключаться на следующее задание, не закончив предыдущее.

При необходимости выйти из программы и вернуться в DOS, щелкните мышью по закладке *Файл*, а затем «Выход Ctrl+E» или наберите на клавиатуре «Ctrl+E» (E - русское).

В лабораторной работе предусмотрено выполнение режима *Демо* и четырех заданий. Далее приведены описания, сопровождающие конкретные задания.

Режим Демо. Наблюдать процесс захвата и установления синхронизации в зависимости от частоты задающего генератора (ЗГ). Будут демонстрироваться 2 графика: входной сигнал - сверху, подстраиваемый - снизу.

Для начала необходимо прочитать инструкцию, а после ее закрытия ввести исходные данные:

$B = 50$ Бод - скорость поступления данных;

$F_{\text{ЗГ}} = 250$ Гц - частота задающего генератора;

$m=5(m=F_{зг}/B)$ - коэффициент деления частоты задающего генератора, который вводится программно;

$M=1$ - емкость усредняющего счетчика;

$J=1$ - коррекционный эффект.

Информация о данных также будет отображаться в статусной строке формы ввода данных. После ввода данных нажмите кнопку «Принять», после чего данные зафиксируются в памяти компьютера, и начнется выполнение режима Демо. Если что-то непонятно, нажмите кнопку «Что делать» и эта инструкция отобразится на экране.

Наблюдать процесс установления синхронизации можно, нажав кнопку «Вкл. синхронизацию». После просмотра графиков, меняя частоту задающего генератора в форме ввода данных, можно наблюдать процесс установления синхронизации при других значениях шага коррекции.

Пройдя этот этап, можете приступать к следующей части работы, выбирая закладки с соответствующим номером.

Задание 1. Исследование зависимости времени синхронизации от шага коррекции S ($S=1/m$, $m=F_{зг}/B$). В данной части необходимо исследовать время вхождения в синхронизацию в зависимости от шага коррекции.

Вначале прочтите инструкцию, а после ее закрытия введите исходные данные:

$B=50$ Бод - скорость поступления данных;

$F_{зг}=500$ Гц - частота задающего генератора;

$m=10(m=F_{зг}/B)$ - коэффициент деления частоты задающего генератора, который вводится программно;

$M=1$ - емкость усредняющего счетчика;

$J=1$ - коррекционный эффект.

Для определения времени вхождения в синхронизм необходимо в момент максимального расфазирования нажать кнопку «Вкл. синхронизацию». На экране будет отображено время вхождения в синхронизм.

Затем необходимо ввести $F_{зг}=1000$ и 2000 Гц, и получить время вхождения в синхронизм.

Задание 2. Исследование зависимости времени синхронизации от емкости усредняющего счетчика (M). В данной части необходимо исследовать время вхождения в синхронизм в зависимости от емкости усредняющего счетчика.

Вначале прочтите инструкцию, а после ее закрытия введите исходные данные:

$B=50$ Бод - скорость поступления данных;

$F_{зг}=500$ Гц - частота задающего генератора;

$m=10(m=F_{зг}/B)$ - коэффициент деления частоты задающего генератора;

$M=1$ - емкость усредняющего счетчика;

$J=1$ - коррекционный эффект.

Для определения времени вхождения в синхронизм необходимо в момент максимального расфазирования нажать кнопку «Вкл. синхронизацию». На экра-

не будет отображено время вхождения в синхронизм. Затем необходимо ввести $M = 2$ и 4 , и получить время вхождения в синхронизм.

Задание 3. Исследование зависимости времени синхронизации от коррекционного эффекта (J). В данной части необходимо исследовать время вхождения в синхронизм в зависимости от коррекционного эффекта.

Вначале прочтите инструкцию, а после ее закрытия введите исходные данные:

$B = 50$ Бод - скорость поступления данных;

$F_{зг} = 2000$ Гц - частота задающего генератора;

$m = 40 (m = F_{зг} / B)$ - коэффициент деления частоты задающего генератора;

$M = 1$ - емкость усредняющего счетчика;

$J = 1$ - коррекционный эффект.

Для определения времени вхождения в синхронизм необходимо в момент максимального расфазирования нажать на кнопку «вкл. синхронизацию». На экране будет отображено время вхождения в синхронизм. Затем необходимо ввести $J = 2$ и 4 , и получить время вхождения в синхронизм.

Задание 4. Исследование зависимости времени поддержания синхронизма от скорости модуляции. В данной части необходимо исследовать зависимость времени поддержания синхронизма от скорости модуляции B .

Вначале прочтите инструкцию, а после ее закрытия введите исходные данные:

$B = 50$ Бод - скорость поступления данных;

$F_{зг} = 2000$ Гц - частота задающего генератора;

$m = 40 (m = F_{зг} / B)$ - коэффициент деления частоты задающего генератора;

$M = 1$ - емкость усредняющего счетчика;

$J = 1$ - коррекционный эффект.

На экране будут отображаться 2 графика, сигнал ФАПЧ будет синхронизирован, а нажав кнопку «Выкл. синхронизацию», синхронизация отключится и начнется определение времени поддержания синхронизма. Затем необходимо ввести $B = 100$ и 200 Бод и получить время поддержания синхронизма.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

-структурную схему устройства синхронизации;

-таблицы и графики с результатами экспериментальных исследований;

-выводы.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит коэффициент неустойчивости генератора?
2. Какова роль усредняющего счетчика?
3. Как влияет шаг коррекции на точность синхронизации?
4. Как обеспечить минимальное время синхронизации

5. Условия, при которых целесообразно использовать коррекционный эффект.
6. Влияние вида передаваемых данных на время синхронизации.
7. Как уменьшить влияние фазовых дрожаний?

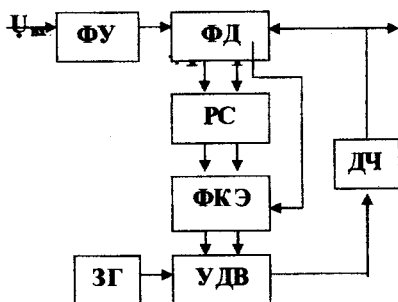


Рис. 3. Устройство ЦФАПЧ

5. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦИКЛОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Цель работы. Экспериментальное определение характеристик процесса цикловой синхронизации в режимах сбоя цикловой синхронизации.

Задание

1. Изучить маркерный метод цикловой синхронизации [1, 6].
2. Ознакомиться с правилами работы на персональном компьютере.
3. Получить задание на исследование маркерного метода цикловой синхронизации у преподавателя. Провести экспериментальное исследование зависимости времени восстановления цикловой синхронизации от длины передаваемых блоков и вероятности возникновения ошибок в канале связи, а также от структуры маркера.

Общие сведения о процессе цикловой синхронизации

Процесс установления соответствия между фиксированными значащими позициями передаваемых и принимаемых кодовых комбинаций называют фазированием по циклам. Устройство цикловой синхронизации (УЦС), представляет собой следующую систему, осуществляющую сравнение циклового соответствия работы приемного и передающего устройств, при котором циклы приема и передачи совпадают, а возникающие сбои цикловой синхронизации устраняются. При маркерном способе цикловой синхронизации все передаваемые блоки дополняются кодовой комбинацией цикловой синхронизации (КЦС) - маркером, что приводит к появлению постоянной избыточности и, как следствие,

уменьшению эффективности скорости передачи данных. Алгоритм работы моделируемого маркерного метода цикловой синхронизации изображен на рис. 4, где передаваемые данные формируются в блоки с помощью датчика случайных чисел. Каждый блок дополняется маркером и передается в канал.

Модель дискретного канала позволяет вручную вводить скачки фаз и автоматически исказить единичные элементы, в соответствии с заданной вероятностью возникновения ошибок в единичных элементах.

Работа приемного устройства начинается с поиска маркера в принимаемой последовательности единичных элементов, который осуществляется в скользящем режиме. Возникает задача защиты процесса установления режима цикловой синхронизации от ложного маркера, который может появиться на стыках единичных элементов, для чего после обнаружения маркера и запуска счетчика единичных элементов в блоке производится прием очередного блока и его проверка в конце на наличие маркера. Если маркер обнаружен, то считается, что цикловая синхронизация установлена, если в конце блока маркера нет, то произошел захват ложного маркера и поиск маркера продолжается.

После установления цикловой синхронизации проверяется наличие маркера в конце каждого принятого блока и если он на месте, то считается, что цикловая синхронизация не нарушена. В противном случае рассматривается два возможных варианта, в первом считается, что произошел скачек фазы, который нарушил цикловую синхронизацию, а во втором - произошло искажение маркера в канале связи, но цикловая синхронизация не нарушена.

Здесь предусматривается защита от ложного сигнала «Нарушение цикловой синхронизации». При этом если в первом варианте УЦС переходит к поиску маркера, то во втором УЦС не реагирует на сигнал о потере маркера. Удержание цикловой синхронизации продолжается до конца сеанса приема данных.

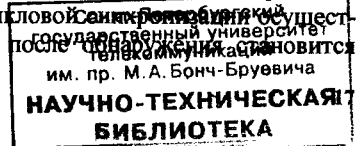
Порядок выполнения

Включить ПК, запустить программу ciksин, находящуюся на диске C (C:\LABRAB\PDS\ ciksин.exe), и ввести следующие параметры:

- вероятность ошибок в канале;
- длину сеанса передачи данных в блоках (не рекомендуется длину сеанса выбирать более 100, так как времени, отведенного на выполнение данной работы, может не хватить);
- длину блока в байтах (рекомендуется выбирать длину с учетом длины сеанса);
- структуру маркера (КЦС), которая равна 8 бит, отображается на экране красным цветом (маркер размещается в конце блока).

После ввода данных и нажатия клавиши ENTER появляется пояснение о том, что данные передаются побитно. Скачок фазы влево/вправо можно вызвать, нажимая клавиши «<>» / «><».

После очередного нажатия на клавишу ENTER начинается отображение приема данных. При этом для установления цикловой синхронизации осуществляется скользящий поиск маркера, который после обнаружения становится



красным. Здесь возможно обнаружение ложного маркера. Для определения истинности маркера принимается второй блок. Если маркер ложный, то поиск продолжается, в противном случае считается, что цикловая синхронизация установлена.

Лабораторная работа предусматривает определение характеристик процесса установления цикловой синхронизации (время измеряется в условных единицах - тактах).

Исследуются следующие зависимости:

1. Время установления цикловой синхронизации при скачке фазы, в зависимости от длины блока при вероятности ошибки равной нулю.
2. Время установления цикловой синхронизации в зависимости от величины вероятности ошибки в канале и длины принимаемых блоков.
3. Определение частоты нарушения цикловой синхронизации от вероятности ошибки в канале.
4. Влияния структуры маркера на время вхождения в цикловую синхронизацию.

Все полученные данные представляются в виде таблиц.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- алгоритм работы УЦС;
- таблицы с результатами экспериментальных исследований;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Для чего используется маркер при установлении цикловой синхронизации?
2. Функции УЦС в режиме поиска маркера.
3. Функции выполняет УЦС в режиме удержания цикловой синхронизации.
4. От чего зависит время восстановления цикловой синхронизации?
5. Как влияет структура маркера на процесс цикловой синхронизации?

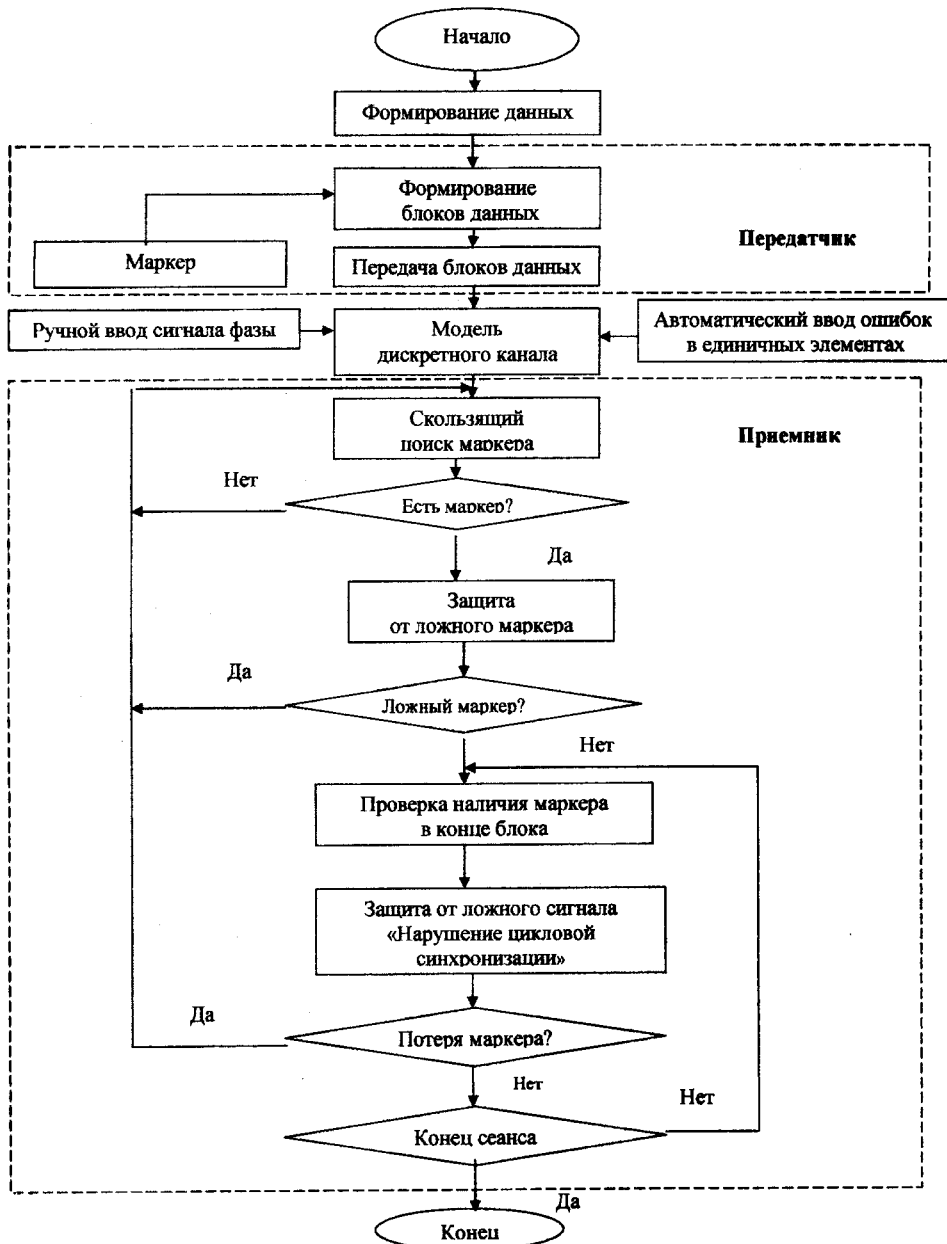


Рис. 4. Алгоритм организации маркерного метода цикловой синхронизации

ЛИТЕРАТУРА

1. *Виноградов Р.И.* Эффективный метод приема сигналов данных // Труды учебных заведений связи / СПбГУТ, СПб.1979. № 169.
2. *Емельянов Г.А., Шварцман В.О.* Передача дискретной информации: учебник для вузов. М.: Радио и связь, 1982.
3. Передача дискретной информации: учебник для вузов / Под ред. *В.П. Шувалова*. М.: Связь, 1990.
4. *Пуртов Л.П., Пушкин В.М.* Дискретные каналы в системах передачи данных: учебное пособие / ЛЭИС. Л., 1980.
5. *Пуртов Л.П., Пушкин В.М.* Синхронизация и фазирование в аппаратуре передачи данных: учеб. пособие / ЛЭИС. Л., 1985.
6. *Четиков А.П., Парфенов Ю.А., Рассохин Э.В.* Передача дискретной информации по кабелям ГТС. М.: Связь, 1979.