

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники
(СВЧ и КР)

Оптические цифровые телекоммуникационные системы

***ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯ-
НИЯ КОМПЛЕКТА ВТОРИЧНОГО ВРЕМЕННОГО ГРУППООБРАЗО-
ВАНИЯ АППАРАТУРЫ «СОНАТА У»***

Руководство к лабораторной работе для студентов специальности
210401 - Физика и техника оптической связи

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники
(СВЧ и КР)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.каф. СВЧи КР

_____ С.Н.Шарангович
“ ____ ” _____ 2003 г.

Оптические цифровые телекоммуникационные системы

***ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯ-
НИЯ КОМПЛЕКТА ВТОРИЧНОГО ВРЕМЕННОГО ГРУППООБРАЗО-
ВАНИЯ АППАРАТУРЫ «СОНАТА У»***

Руководство к лабораторной работе для студентов специальности
210401 - Физика и техника оптической связи

Разработчики:

проф. каф. СВЧиКР Коваленко Е.С.,
студент Щербаков Д.Е

2011

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Основные теоретические положения.....	3
1.1 Методы временного группобразования в ЦСП.....	3
1.2 Формирование структуры цикла передачи.....	4
1.3 Общие характеристики сигналов и кодов ЦСП.....	6
1.4 Глазковые диаграммы.....	7
2 Описание комплекта КВВГ-1.....	9
2.1. НАЗНАЧЕНИЕ.....	10
2. 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	10
2. 3 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ.....	10
2. 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ.....	11
3 Описание системы контроля и сигнализации СВВГ.....	13
3.1 НАЗНАЧЕНИЕ.....	13
3.2 Комплект панели обслуживания ПО-В.....	14
3. 3 СОСТАВ ПО-В.....	15
3. 4 Блок контроля достоверности КД-В.....	15
3.5 Блок контроля и сигнализации КС-В.....	15
4 Экспериментальное задание.....	16
4.2 Проверка аварийной сигнализации.....	17
4.3 Проверка устройств питания.....	18
4.4 Проверка КВВГ в режиме работы на «себя».....	18
4. 5. Проверка параметров импульсов на выходе комплекта ВВГ.....	19
4. 6. Проверка устройств вторичного временного группобразования.....	19
5. Контрольные вопросы.....	19
Список литературы.....	20

Введение

В начале 80-х годов в Советском Союзе была разработана и производилась аппаратура волоконно-оптических систем передачи типа «Соната», предназначенная для использования в городских сетях. Эта аппаратура позволяет по одной паре многомодовых оптических волокон осуществлять дуплексный режим передачи в цифровом формате 120 телефонных каналов со скоростью 8.448 Мбит/с. В станции используется типовое цифровое каналообразующее оборудование вторичного временного группирования (ВВГ), обеспечивающее формирование стандартного вторичного потока.

Цель настоящей лабораторной работы является ознакомление со структурой, измерение параметров и проверка технического состояния комплекта вторичного временного группообразования КВВГ ВОСП «Соната У».

1. Основные теоретические положения

1.1 Методы временного группообразования в ЦСП

Одной из важнейших задач, возникающих при проектировании ЦСП, является выбор способа временного группообразования. Как известно, временное группообразование может быть осуществлено синхронным или асинхронным способом.

При асинхронном временном группообразовании объединяемые цифровые потоки обычно являются *плезихронными*, т. е. передаются с одинаковой номинальной скоростью, но мгновенные значения скорости передачи из-за нестабильности местных задающих генераторов могут изменяться в некоторых пределах.

В процессе объединения цифровых потоков осуществляется их запись в запоминающееся устройство с частотой f_3 , равной тактовой частоте входного сигнала, а затем – считывание с частотой $f_{cч}$, кратной тактовой частоте группового сигнала.

Так как частоты записи и считывания информации несколько отличаются друг от друга, то в результате в считанной последовательности произойдет *временной сдвиг* (ВС) равный $T_{сч}$. Причём, если $T_{сч} > T_3$, то произойдет отрицательный ВС, а если $T_{сч} < T_3$, то произойдет положительный ВС.

Чтобы возникающие при асинхронном объединении цифровых потоков неоднородности не изменяли положения ВС в цикле передачи, моменты их возникновения в передающем оборудовании необходимо компенсировать. Этого можно достичь либо введением дополнительной позиции в считанную последовательность, либо исключением одной позиции из считанной последовательности. Соответствующая информация об изменениях в считанной импульсной последовательности передается в приёмное оборудование, где в соответствии с этой информацией осуществляется восстановление исходного потока. Таким образом, происходит согласование скорости объединяемого цифрового потока с некоторой опорной, которой в данном случае является скорость

системы высшего порядка в пересчёте на один цифровой поток системы низшего порядка.

Различают три вида согласования скоростей: положительное, отрицательное и положительно-отрицательное (двустороннее). При **положительном согласовании** предполагается, что сумма максимальных скоростей входных (объединяемых) потоков меньше скорости составного (выходного) потока. В этом случае при возникновении неоднородности в считанную последовательность вводится (путём запрета одного импульса считывания) дополнительная (неинформационная) импульсная позиция, т. е. вводится согласующий тактовый интервал. На приёмную станцию передаётся соответствующая команда согласования (**стаффинг-команда**), в которой указанная позиция исключается из восстанавливаемого потока.

При **отрицательном согласовании** скоростей предполагается, что частота записи в устройстве памяти передающего оборудования больше частоты считывания. В этом случае при возникновении неоднородности из информационной последовательности в передающей части ОВГ удаляется один информационный символ, который передаётся на приёмную станцию по дополнительному (служебному) каналу. На приёмной стороне после приёма соответствующей команды согласования этот символ вводится в восстанавливаемую последовательность.

В системах с **положительно-отрицательным (двусторонним) согласованием** номинальные частоты записи и считывания информации на передачи предполагаются примерно равными, т. е. необходимо осуществлять либо положительное либо отрицательное согласование. При этом в передающей части ОВГ необходимо формировать информацию не только о наличии согласования, но и об его знаке.

Как отмечалось, процесс согласования скоростей требует использования в оборудовании временного группообразования буферной памяти. Использование буферной памяти для накопления информационных символов обусловлено также необходимостью введения в цикл передачи группового потока ряда дополнительных импульсных позиций (для циклового синхросигнала, команд согласования скоростей, служебной связи и т. п.).

1.2 Формирование структуры цикла передачи

Рассмотрим структуру цикла передачи, который должен содержать позиции для передачи символов: информационных (для каждого объединяемых цифровых потоков); циклового синхросигнала; согласующих (стаффинга); команд согласования (стаффинг-команд), управляющих работой приёмного оборудования при восстановлении исходных цифровых потоков, а также служебных, предназначенных, например, для организации контроля, служебной связи и т. п.

При выборе оптимального соотношения числа информационных и служебных символов, обеспечивающего заданные параметры системы передачи,

при построении цикла передачи необходимо учитывать следующие важные требования к его структуре:

число следующих подряд служебных символов должно быть по возможности минимальным, что обеспечивает минимизацию объёма памяти запоминающих устройств в оборудовании временного группообразования (ОВГ);

распределение символов синхросигнала должно быть таким, чтобы обеспечивалось минимальное время восстановления синхронизма (обычно это достигается формированием сосредоточенного синхросигнала соответствующей длительности);

распределение команд согласования должно быть таким, чтобы обеспечивалась их максимальная помехоустойчивость (обычно это достигается за счёт равномерного распределения символов команд согласования по циклу передачи, при котором уменьшается вероятность их искажений сосредоточенными помехами);

длительность цикла должна быть по возможности минимальной, что позволяет уменьшить время вхождения в синхронизм и временные флуктуации цифрового сигнала за счёт оборудования объединения;

распределение служебных символов в цикле должно быть равномерным, что обеспечивает минимизацию объёма памяти запоминающих устройств в ОВГ;

структура цикла должна обеспечивать возможность работы системы как в асинхронном, так и в синхронном режимах и т. п.

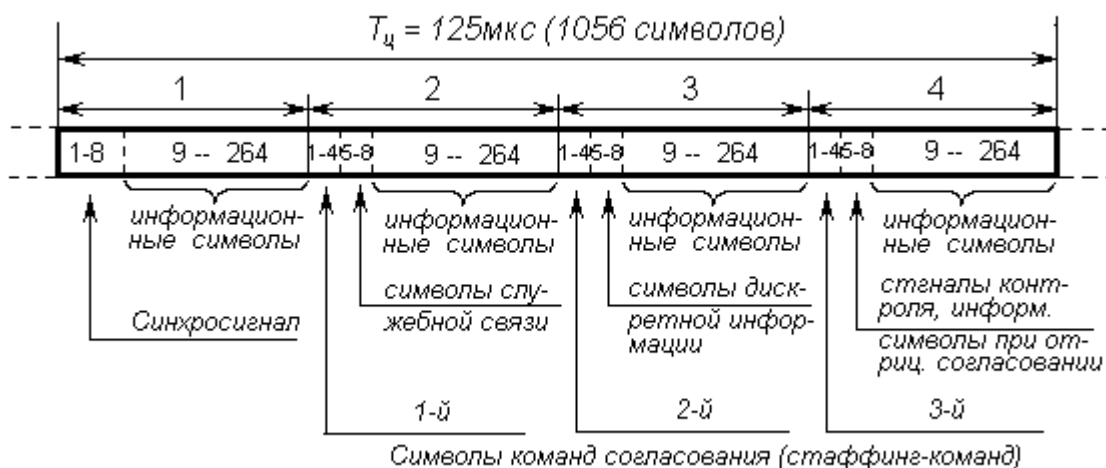


Рисунок 1 Структура цикла передачи вторичной ЦСП

Рассмотрим формирование структуры цикла передачи вторично цифровой системе передачи ИКМ – 120 при использовании двустороннего согласования скоростей. Исходными данными для построения цикла передачи в соответствии с указанными к его структуре требованиями в данном случае являются:

- число объединяемых цифровых потоков первичной цифровой системы передачи.....4
- тактовая частота каждого из объединяемых цифровых потоков, кГц2048

- тактовая частота группового потока, кГц8448
- число корректируемых искажённых символов команд согласования скоростей.....1
- метод согласования скоростей – двусторонний с двухкомандным управлением.

Минимизируя число следующих подряд служебных символов и равномерно распределяя их по циклу, получаем структуру цикла, изображенную на рисунке 1. В данном случае частота следования циклов $f_u = 8448/1056 = 8$ кГц, а частота следования групп $f_{gp} = 8448 / 264 = 32$ кГц.

1.3 Общие характеристики сигналов и кодов ЦСП

Для передачи по линейному тракту информационный двоичный сигнал, формируемый на выходе каналобразующего оборудования ЦСП, преобразуется в некоторый специальный цифровой сигнал, параметры которого согласованы с характеристиками используемых направляющих систем и отвечают ряду специфических требований.

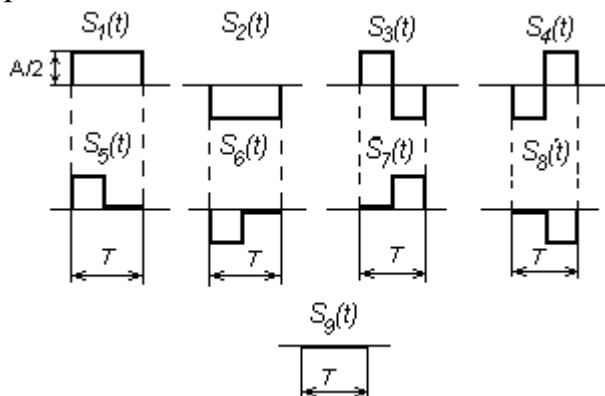


Рис. 2 Элементы видеоимпульсных сигналов

1. Энергетический спектр цифровых сигналов, передаваемых по линии, должен быть сосредоточен в относительно узкой полосе частот при отсутствии постоянной составляющей. Это позволяет уменьшить межсимвольные искажения, возникающие вследствие ограничения полосы частот линейного тракта в области как нижних, так и верхних частот. Выполнение этого требования позволяет либо увеличить длину участка регенерации при заданной вероятности ошибки, либо повысить вероятность передачи при заданной длине участка регенерации.

2. Структура цифрового сигнала в линии должна обеспечивать возможность простого и надёжного выделения тактовой частоты в каждом линейном регенераторе.

3. Необходим постоянный достаточно простой контроль за коэффициентом ошибок в линейном тракте без перерыва связи.

Непосредственно исходная последовательность униполярных двоичных информационных символов, формируемых на выходе АЦП, не удовлетворяет ни одному из отмеченных требований, поэтому она не может использоваться для передачи по линейному тракту ЦСП.

В общем виде сигнал, передаваемый по линейному тракту ЦСП, можно представить в следующем виде:

$$S(t) = \sum a_n^{(k)} \cdot S_1 \cdot (t - n \cdot T),$$

где n – порядковый номер символа; $a^{(k)}$ – k -е значение символа ($k \in 1 \dots m_y$); m_y – число уровней кода; $S_1(t)$ – функция, описывающая форму импульса. Для двоичного кода $a^{(k)}$ принимает 2 значения $a^{(1)} = 0$, $a^{(2)} = 1$, для троичного сигнала $a^{(1)} = 1/2$, $a^{(2)} = 0$, $a^{(3)} = 1/2$.

Учитывая, что на вероятности появления символов исходного двоичного сигнала не могут быть наложены ограничивающие условия, код, используемый в линии, должен обладать некоторой избыточностью, позволяющей удовлетворить дополнительные требования.

Будем считать элементом видеоимпульсного сигнала любое возможное сочетание видеоимпульсов и пауз внутри тактового интервала T , отведённого для передачи одного символа информации. Если принять, что импульсы имеют прямоугольную форму, их длительность равна T или $T/2$, передний фронт совпадает с началом или серединой тактового интервала, а амплитуда равна $A/2$, то возможное число разнотипных элементов видеоимпульсных сигналов $S_k(t)$ равно девяти (рисунок 2)

При передаче 1 и 0 исходной информации может использоваться комбинация двух любых элементов видеоимпульсного сигнала $S_k(t)$. В этом случае число двоичных видеоимпульсных сигналов $C^2_9 = 36$. Кроме того, в ЦСП могут использоваться многоэлементные видеоимпульсные сигналы (передача одного символа информации осуществляется с помощью нескольких элементов).

Одним из широко распространенных многоэлементным видеоимпульсным сигналам относится сигнал типа ЧПИ (AMI), в котором двоичный символ 1 передается чередованием элементов $S_5(t)$ и $S_6(t)$, а 0 – пассивной паузой $S_9(t)$. Этот сигнал имеет хорошую помехоустойчивость, но низкую устойчивость признаков тактовой частоты.

С целью повышения стабильности признаков тактовой частоты для большинства видеоимпульсных сигналов требуется дополнительное преобразование цифровой информации путем изменения её статических свойств. Если изменение статических свойств исходной двоичной информации происходит при некоторых определенных условиях (например, заданном количестве подряд следующих 0), то в результате формируются так называемые *неалфавитные коды*. К таким кодам относятся коды типа HDB_3 и B_nZS , в которых последовательность двоичных «0» заданной длины заменяется определённым сочетанием импульсов и пауз.

1.4 Глазковые диаграммы

Удобным в практическом применении является определение качества цифрового сигнала с помощью экспериментального метода глазковых диаграмм (ГД) или глаз-диаграмм, учитывающих влияние всех факторов (шумы, обусловленные дисперсионными явлениями в оптоволокне, частотные и фазо-

вые искажения, вносимые элементами оптического линейного тракта, т.е. интерференционные и межсимвольные помехи) на качество передачи.

Глаз-диаграмму можно наблюдать на экране осциллографа, если на его вход подать псевдослучайную последовательность импульсного сигнала, а синхронизацию развертки, осуществлять с тактовой частотой этого сигнала. При этом налагаемые друг на друга временные диаграммы должны иметь все возможные сочетания соседних символов, т. е. исследуемая последовательность должна быть псевдослучайной.

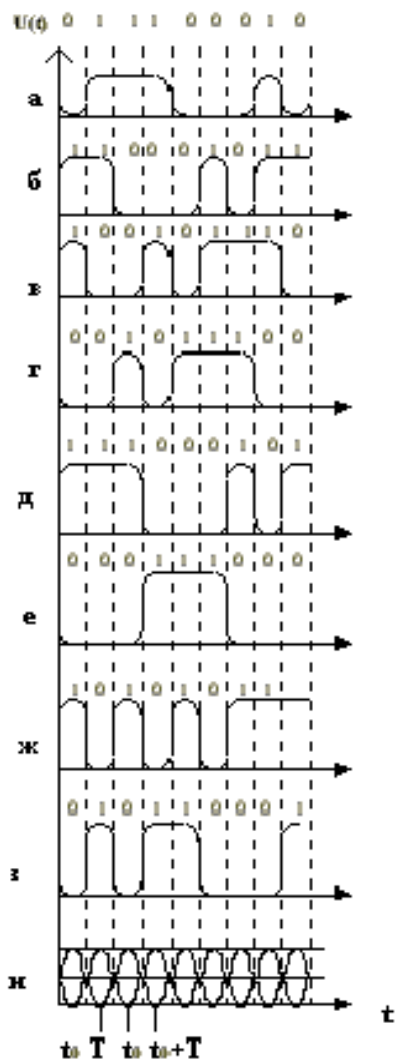


Рис. 3 Глаз диаграмма
а) при отсутствии МСП
б) При наличии МСП

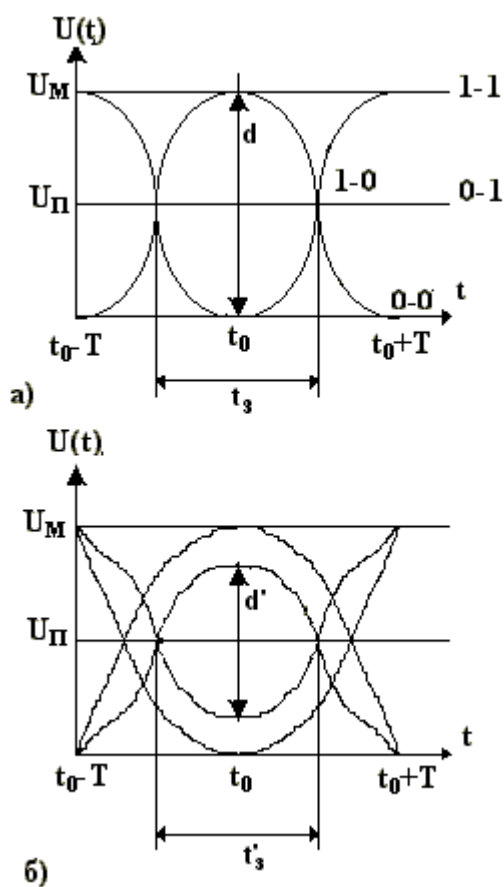


Рис.2 Формирование глаз-диаграммы

На рис. 2, а—з показаны восемь возможных осциллограмм двухуровневого импульсного сигнала при отсутствии МСП. При наложении этих осциллограмм друг на друга на экране осциллографа получается изображение, показанное на рис.2, и. Как видно из этого рисунка, процесс получается периодическим и поэтому его достаточно рассмотреть на двух соседних тактовых интервалах, например от $t_0 - T$ до $t_0 + T$, где t_0 — середина рассматриваемого тактового интервала, который изображен крупным планом на рис. 3. а. Этот рисунок является глаз-диаграммой для двухуровневого импульсного сигнала при отсутствии

межсимвольных помех, когда длительность импульсов (символов) не превышает тактовый интервал T . Через d обозначена зона «раскрыва» ГД. При отсутствии шумов и искажений раскрыв максимален. Через t_3 обозначена ширина зрачка ГД, характеризующая интервал времени, в пределах которого осуществляется стробирование информационной последовательности. Таким же образом можно рассмотреть форму глаз-диаграммы для трехуровневого кодирования сигналов.

При учете межсимвольных искажений диаграммы, приведенные на рис. 2, а — з, будут искажаться за счет переходных процессов.

В результате этого будут искажены фронты и амплитуды импульсов и глаз-диаграмма примет вид, показанный на рис. 3, б. Из сравнения рис. 3, а и б следует, что в результате действия переходных процессов (МСП) произошли уменьшение раскрыва d' и ширины зрачка dt_3' ГД на величины Δd , характеризующую межсимвольные искажения и Δt_3 , характеризующую пиковое фазовое дрожание или джиттер, соответственно. Если значение порога U_{Π} и момент стробирования t_0 в решающем устройстве выбраны так, что пересечение линий, им соответствующих, оказывается внутри глаз-диаграммы, то на выходе решающего устройства (РУ) будет зарегистрировано правильное (безошибочное) решение. Из рис. 3, а и б следует, что значения U_{Π} и t_0 наиболее целесообразно выбирать так, чтобы пересечение линий, им соответствующих, оказалось бы в центре глаз-диаграммы.

2 Описание комплекта КВВГ-1

В настоящем методическом описании приняты следующие обозначения составных частей:

КВВГ-1 – комплект вторичного временного группообразования

СВВГ – стойка вторичного временного группообразования

ПО-В - панель обслуживания

КД-В – блок контроля достоверности

КС-В - блок контроля и сигнализации

ПС-В – блок приёмника синхросигнала

ВС Пер – блок вторичного стыка передачи

ВС-Пр - блок вторичного стыка приёма

ГЗ-В – блок генератора задающего

ГО-В – блок генераторного оборудования

АС Пер – блок асинхронного сопряжения передачи

АС-Пр – блок асинхронного сопряжения приёма

СН-60/5 – блок стабилизатора напряжения (± 5 В)

СН-60/12 - блок стабилизатора напряжения (± 12 В)

Ц – субцикл

ЦС – цикловая синхронизация

ЛАЦ – линейный аппаратный цэх

2.1. НАЗНАЧЕНИЕ

Комплект вторичного временного группообразования (КВВГ-1) РХ2.138.507 предназначен для организации 120 телефонных каналов, используемых для уплотнения местных и внутризональных соединительных линий связи.

КВВГ обеспечивает:

- обледенение и разделение четырёх цифровых со скоростью передачи 2048 кбит/с (четырёх систем ИКМ-30 или других систем с параметрами линейного тракта системы ИКМ-30) в цифровой поток 8448 кбит/с;
- организацию канала цифровой служебной связи с использованием дельта-модуляции со скоростью модуляции 32 кбит/с.

КВВГ предназначен для непрерывной круглосуточной работы в ЛАЦ при температуре окружающего воздуха от 5 до 40⁰С.

КВВГ конструктивно выполнен в двухрядном каркасе. Верхний ряд занят передающей частью комплекта ВВГ, нижний – приёмной частью.

Кроме того слева и справа в нижнем ряду размещены вводные панели. На левой размещаются четыре пары колодок под ввод и вывод 4-х информационных потоков 2048 кбит/с, тумблер включения питания, предохранитель. На правой размещены разъёмы ввода вывода цифрового потока 8448 кбит/с, служебной связи, сигналов контроля и сигнализации блоков КС-В и КД-В на стойку.

2. 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.2.1 Параметры вторичного стыка КВВГ [4]

- Вид кода – биполярный (HDB-3 или AMI).
- Амплитуда импульсов на выходе передающей части ВВГ (3 ±0,3)В.
- Тактовая частота 8448 кГц
- Длительность импульсов – 59 ±10 нс.

2.2.2 Параметры первичного стыка КВВГ[4]

- Вид кода – биполярный (AMI или HDB-3).
- Амплитуда импульсов на выходе передающей части ВВГ (3 ±0,3)В.
- Тактовая частота 8448 кГц
- Длительность импульсов – 240 ±30 нс.

2.2.3 Электропитание ВВГ

- Электропитание КВВГ-1 осуществляется от стационарной батареи 60 В (24 В) с заземлённым плюсом.

2. 3 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

- блок генераторного оборудования ГО-В - РХ2.146.225
- блок генератора задающего ГЗ-В - РХ2.146.230

- блок асинхронного сопряжения приёма АС Пр - РХ2.131.745
- блок асинхронного сопряжения передачи АС Пер - РХ2.131.740
- блок вторичного стыка приёма ВС Пр - РХ2.138.509
- блок вторичного стыка передачи ВС Пер - РХ2.138.504
- блок приёма синхросигнала ПС-В - РХ2.075.009
- блок контроля достоверности КД-В - РХ2.135.408
- блок контроля и сигнализации КС-В - РХ2.136.895
- блок стабилизатора напряжения СН-60/5 - РХ2.233.113
- блок стабилизатора напряжения СН-60/12 - РХ2.133.114

2. 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

2.4.1 Временной спектр вторичного сигнала ВВГ (таблица 2.4.1) состоит из последовательно следующих друг за другом четырёх субциклов, образующих цикл. Каждый субцикл содержит 264 позиции. Длительность цикла 125 мкс. Длительность субцикла 31,25 мкс. Длительность позиции 118,4 нс.

Таблица 2.4.1

Вид передаваемой информации	Номера позиций в субцикле	Номера субциклов в цикле
Синхросигнал Информационный символ	1-8 9-264	Ц0
Первые символы стаффинг-команд Сигналы цифровой служебной связи Информационные символы	1-4 5-8 9-264	Ц1
Вторые символы стаффинг-команд Сигналы дискретной информации Информационные символы	1-4 5-8 9-264	Ц2
Третьи символы стаффинг-команд Информационные символы при отрицатель- ном стаффинге Информационные символы подверженные дей- ствию положительного стаффинга Информационные символы	1-4 5-8 9-12 13-264	Ц3

2.4.2 Субциклы в цикле нумеруются следующим образом: Ц0, Ц1, Ц2, Ц3. Отсчёт субциклов начинается с субцикла , содержащего цикловой синхросигнал. Символы циклового синхросигнала имеют вид 11100110 и передаются на первых восьми позициях Ц0 (рисунок 1, рисунок 3 [4]). Остальные 256 позиций этого субцикла используются для передачи информационных символов. Первые четыре позиции субцикла Ц1 предназначены для передачи первых символов стаффинг-команды. сигналов цифровой служебной связи. Остальные 256 позиций этого субцикла используются для передачи информационных символов. Первые четыре позиции следующего субцикла Ц2 предназначены для передачи вторых символов стаффинг-команды. Следующие четыре позиции предназначены для передачи сигналов дискретной информации. Остальные 256 позиций этого субцикла используются для передачи информационных символов. Первые четыре позиции следующего субцикла Ц3 предназначены для передачи третьих символов стаффинг-команды. Следующие четыре позиции

предназначены для передачи информационных символов при отрицательном стаффинге, для передачи информации о знаке предстоящего стаффинга, для передачи на противоположную станцию сигналов об отсутствии цикловой синхронизации («извещение»), и сигнала вызова по цифровой служебной связи. Следующие 256 позиций предназначены для передачи информационных символов, причём на первых четырёх из них производится запрет передачи информационных символов при положительном стаффинге. Таким образом, всего в цикле 1024 позиций для передачи информационных символов, т.е., исходя из принципа посимвольного объединения 4-х цифровых потоков, можно говорить о передаче в цикле 256 символов от каждого потока.

2.4.3 В направлении передачи сигналы проходят следующие устройства (рисунки 4).

От четырёх систем ИКМ-30 (или других, с аналогичными параметрами линейного тракта) сигналы поступают на вход четырёх блоков АС Пер. В блоках АС Пер. Происходит синхронизация объединяемых цифровых потоков путём записи входных сигналов с частотой 2048 кГц. в запоминающее устройство и считывания с частотой кратной тактовой частоте следования группового сигнала (2112 кГц). В АС Пер также производится обнаружение и коррекция временных сдвигов, возникающих между импульсными последовательностями записи и считывания, и передача стаффинг-команд. Сигналы от четырёх блоков АС Пер поступают в блок ВС Пер, в котором происходит формирование группового сигнала в соответствии со структурой цикла.

В блоке ВС Пер происходит преобразование двоичного кода в биполярный (АМІ или HDB-3). Далее групповой сигнал поступает на вход КВВГ.

2.4.4 В направлении приёма сигналы проходят следующие устройства (рис. 4). Со входа КВВГ вторичный сигнал поступает на блок ВС Пр. В блоке ВС Пр происходит преобразование биполярного кода в двоичный и декодирование HDB-3. Затем сигнал поступает в блок ПС-В, который обеспечивает правильное распределение и обработку информационного цифрового потока. ПС-В разделяет принимаемый групповой сигнал на четыре цифровых потока для их последующей обработки в блоках АС Пр. Блок ПС-В обеспечивает непрерывный контроль синхронизма и восстановление синхронизма после его потери.

Четыре цифровых потока, разделённые блоком ПС-В поступают в четыре блока АС Пр. Блоки АС Пр предназначены для восстановления первоначальной скорости переданного цифрового потока путём записи информационного сигнала в запоминающее устройство и считывания с частотой, вырабатываемой устройством фазовой автоподстройки частоты.

С выхода устройства АС Пр цифровой поток поступает на вход передающего устройства первичного стыка (ПС Пер), в котором происходит преобразование сигнала униполярного кода в биполярный линейный код HDB-3. Информационные сигналы с выходов четырёх устройств ПС Пер поступают в системы ИКМ – 30.

Управление работой функциональных узлов аппаратуры на передающих и приёмных частях осуществляется генераторным оборудованием.

Генераторное оборудование состоит из блоков ГЗ-В (задающего генератора, вырабатывающего частоту 8448 кГц) и двух блоков ГО-В (на передаче и на приёме). Тактовая частота 8448 кГц поступает на передаче в блок ВС Пер, где происходит её деление на 4. Полученная в результате частота 2112 кГц поступает на блок ГО-В, формирующий управляющие последовательности на передаче. В приёмной части деление частоты 8448 кГц на 4 происходит в блоке ПС-В. Полученная в результате частота 2112 кГц поступает в блок ГО-В, формирующий управляющие последовательности на приёме.

Задающий генератор работает в следующих режимах:

- а) внутренняя синхронизация;
- б) внешний запуск;
- в) внешняя синхронизация.

Контроль работы КВВГ осуществляется системой контроля. Система контроля предназначена для автоматического контроля в процессе эксплуатации КВВГ и локализации неисправностей.

В состав системы контроля КВВГ входят:

Блок контроля и сигнализации – КС-В (рисунок 6);

КС-В выполняет следующие функции:

- а) формирует сигнал «АВАРИЯ СИСТЕМЫ» в случае получения сигнала «АВАРИЯ» от блоков СН-60/5, СН-60/12, ВС Пер, ВС Пр, ГЗ-В, ПС-в, АС Пер;
- б) осуществляет передачу сигнала аварии передающей части КВВГ к оконечному оборудованию линейного тракта.
- в) осуществляет приём сигнала об аварии приёмной части оборудования линейного тракта.

блок контроля достоверности – КД-В (рисунок 7).

КД-В предназначен для оперативного контроля достоверности передачи четырёх цифровых потоков 2048 кбит/с через комплект ВВГ. Контроль производится без прерыва связи. Аварийная сигнализация срабатывает при наличии искажений в сигналах, вносимых КВВГ.

3 Описание системы контроля и сигнализации СВВГ

Систему автоматического контроля и аварийной сигнализации составляют блоки панели обслуживания ПО-В, блоки КД-В, КС-В и датчики аварий, расположенные в комплекте оборудования ВВГ.

3.1 НАЗНАЧЕНИЕ

Система автоматического контроля и аварийной сигнализации предназначена для обнаружения неисправностей и контроля состояния узлов аппаратуры в процессе её эксплуатации.

Система сигнализации срабатывает при:

- пропадании любого внешнего и внутреннего питающих напряжений;

- нарушении циклового синхронизма;
- пропадании цифрового потока на передаче или на приёме;
- пропадании тактовой частоты 8448 кГц;
- перегорании предохранителя в цепи сигнализации;
- если комплект вносит ошибки в передаваемые цифровые потоки;
- выходе из строя приёмной части оборудования линейного тракта.

Система сигнализации срабатывает повторно при наличии повреждении в КВВГ-1 и поступающем выходе из строя любого узла другого КВВГ-1.

3.2 Комплект панели обслуживания ПО-В

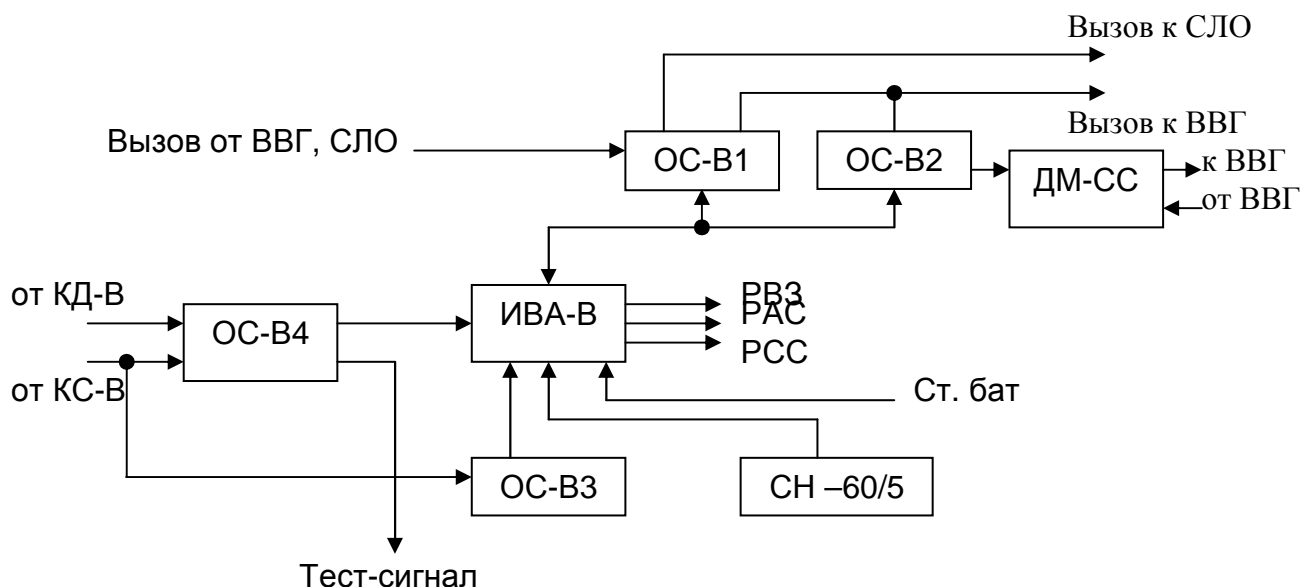


Рис. 5 Структурная схема панели обслуживания ПО-В при работе с одним комплектом оборудования ВВГ

Панель обслуживания ПО-В предназначена для индикации:

- о пропадании информационного сигнала 2048 кГц на передаче или приёме («ВХ. ЦП»);
- о нарушении циклового синхронизма («ЦС»);
- о пропадании тактовой частоты 8448 кГц («ГЗ-В»);
- о вызове по каналу служебной связи;
- о приёме сигнала «Извещение» («ИЗВ ЦС»);
- о пропадании первичных напряжений минус 60 В любого комплекта («СТ. БАТ»);
- об аварии приёмной части линейного тракта («СЛО»);
- организации цифровой служебной связи через любой комплект КВВГ;
- для проверки работоспособности комплектов ВВГ в режиме «на себя»;
- повторной сигнализации с появлением новых сигналов аварии;
- об аварии комплектов ВВГ;
- об ошибках, вносимых комплектом ВВГ «(1-4) ЦП», «ПЕР», «ПР», «ОШ».

Структурная схема панели обслуживания ПО-В приведена на рисунке 5

3. 3 СОСТАВ ПО-В

блоки обще стоечной сигнализации

- ОС-В1 - PX2.136.894
- ОС-В2 - PX2.136.987
- ОС-В3 - PX2.136.889
- ОС-В4 - PX2.136.890
- блоки индикации вида аварии ИВА-В - PX2.136.892
- блоки стабилизатора напряжения СН – 60/5 - PX2.233.113
- блок дельта-модулятора служебной связи (ДМ-СС) - PX2.138.496

3. 4 Блок контроля достоверности КД-В

Блок КД-В предназначен для оперативного контроля достоверности передачи и приема цифровых потоков информации со скоростью 2048 кбит/с блоками асинхронного сопряжения. Контроль производится без перерыва связи. Метод контроля блоков АС Пер и АС Пр основан на сравнении кодовых комбинаций группового цифрового сигнала 8448 кбит/с с произвольными выборками из 8 бит входного цифрового сигнала. Блок КД-В работает совместно с блоком КС-В. Структурная схема блока КД-В представлена на рисунке 2 . Информационные и хронизирующие сигналы, действующие на входе передающей и приёмной частей комплекта ВВГ называются входными. Аналогичные сигналы , действующие на выходе передающей и приёмной частей комплекта ВВГ называются выходными. Входные сигналы формируются в блоках АС Пер, ВС Пр, ПС-В, а выходные сигналы в блоках ВС Пер, АС Пр. Таким образом существует восемь пар взаимно соответствующих входных и выходных информационных сигналов 2048 кбит/с. Хронизирующие сигналы 2048 кГц формируются в тех же блоках. Входные и выходные информационные сигналы 8448 кбит/с в блоках ВС Пер и ВС Пр. Хронизирующие входные и выходные сигналы 2112 кГц формируются в блоках ПС-В ВС Пер.

Работой коммутаторов хронизирующих и информационных сигналов управляет распределитель на 8, (по количеству контролируемых блоков АС), на вход которого поступает частота 2 Гц.

Во входной регистр записывается 8 бит информационного сигнала. Информация в выходной регистр записывается непрерывно. Схема управления определяет время сравнения $T_{ср}$, через которое символы входного сигнала должны повторяться в выходном групповом сигнале . Схема сравнения сравнивает содержимое двух регистров и по истечению $T_{ср}$ анализатор принимает решение о том, были ли ошибки при прохождении сигнала через комплект ВВГ или нет, это решение запоминается в регистрирующих устройствах.

3.5 Блок контроля и сигнализации КС-В

Блок КС-В предназначен для приёма сигналов аварии поступающей из блоков комплекта ВВГ. Он выполняет функции коммутатора квазитроичных

сигналов 2048 кГц, преобразователя кода НДВ –3 в двоичный код и формирователя обобщенного сигнала аварии комплекта ВВГ. С выхода блока сигналы аварии поступают в панель обслуживания ПО-В для дальнейшего их преобразования и индикации. Блок КС-В работает совместно с блоком контроля достоверности КД-В, откуда поступают управляющие сигналы для обеспечения работоспособности преобразователя кода и коммутаторов. Структурная схема блока КС-В приведена на рисунке 3.

В блок КС-В поступают следующие сигналы:

- а) аварии от стабилизаторов напряжений СН-60/5, СН-60/12 с уровнями логической «1»;
- б) аварии достоверности передачи и приёма с уровнями логической «1»;
- в) аварии входа циклового приёмника (ЦП), стойки линейного оборудования (СЛО), блоков ПС-В, ВС-Пр с уровнями логического «0»;
- г) сигнал с тактовой частотой 8448 кГц в логических уровнях микросхемы серии 155;
- д) напряжение стационарной батареи минус 60 В (минус 24 В);
- е) сигнал квазитроичной формы 2048 кГц;
- ж) сигнал включения индикации с уровнем логической «1»;
- з) сигнал управления «ТАКТ (1-8)», Строб А, Строб В в логических уровнях микросхемы серии 155;

Блоки КД-В и КС-В контролируют работу комплекта ВВГ и передают сигналы аварий в блок ОС-В4. Со всех блоков КС-В стойки СВВГ-1 сигналы «АВАРИЯ» поступают также в блок ОС-В3 для включения реле аварийной сигнализации «РАС», реле включения звонка «РВЗ», которые расположены в блоке ИВА-В.

Сигналы аварий с блоков КД-В поступают в блок ОС-В4 на приоритетную логику и дальше на светодиоды блока ИВА-В. Нажатие кнопки на блоке ОС-В3, соответствующей номеру неисправного комплекта ВВГ, решает индикацию вида аварии.

Например: загораются светодиоды «ПЕР» «2ЦП» «ОШ». Это значит, что в передающей части комплекта ВВГ неисправен второй блок асинхронного сопряжения АС Пер, т. к. через него проходит сигнал с ошибками. В блоке ОС-В4 имеется датчик тест-сигнала, который предназначен для проверки работоспособности комплекта ВВГ в режиме «на себя» при отсутствии входного сигнала от первичных систем связи.

Повторная сигнализация происходит вновь при появлении новых сигналов аварии. Лампа «АВАРИЯ» горит с момента появления первой аварии до устранения всех аварий в стойке. После устранения всех аварий система сигнализации отключается автоматически. На блоке ОС-В1 расположены кнопки «П1» и «П2», предназначенные для проверки исправности всех светодиодов и ламп и снятия запрета индикации вторичных аварий для выявления первичных.

4 Экспериментальное задание

4.1 Для выполнения экспериментальной части работы необходимо вначале включить стационарный источник питания (Устройство выпрямительное ВУТ 67/ 60) с помощью тумблера «Вкл / Выкл», при этом загорается средняя лампа на верхней раме стойки ВВГ. Напряжение источника питания при холостом ходе должно быть около 70 В.

4.2 Проверка аварийной сигнализации

В процессе эксплуатации контроль за состоянием работы комплекта ВВГ осуществляется системой автоматического контроля и аварийной сигнализации стойки СВВГ. При аварии в цепи питания аварийной сигнализации блока СН-60/5 (СН-24/5) загорается индикатор «ПИТ. ПО» на блоке ОС-В1, загораются лампы на верхней раме стойки. При выходе из строя любого блока комплекта ВВГ, пропадании любого принимаемого и передаваемого цифрового потока, пропадании внешнего и внутреннего источника питания, нарушении циклового синхронизма, неисправности приёмной части оборудования линейного тракта загорится индикатор «АВАР. КОМПЛ.», две лампы на верхней раме стойки. Для определения конкретной неисправности необходимо нажать кнопку «ВК. ИНДИК.» на блоке ОС-В3, расположенную напротив включившегося индикатора «АВАР. СИСТ.» и по включённым индикаторам на блоке ИВА-В можно определить характер неисправности в соответствии с таб. 5 [6]

4.2.1 Установите тумблер на правой панели вводов ПО-В в положение «ВКЛ.». При этом должен загореться «ОТКЛ.ЗВ» на блоке ОС-В1 (либо крайняя правая лампа на верхней раме стойки), загорится индикатор «АВАР.КОМПЛ» на блоке ОС-В3. При этом на блоке ИВА-В загорится индикатор «БАТ».

Проверьте исправность устройств индикации и сигнализации, для чего нажмите кнопку П1 на блоке ОС-В1. Должны загореться все индикаторы на блоках ОС-В1, ОС-В2, ОС-В3, ИВА-В, все лампы на верхней стойке. Отпустите кнопку П1. При этом должны погаснуть левая лампа на верхней раме стойки и индикаторы на блоках ОС-В1, ОС-В3, ИВА-В кроме индикаторов «БАТ» на блоке ИВА-В, «АВАРИЯ КОМПЛ» на блоке ОС-В3.

4.2.2 Установите тумблер на левой панели вводов КВВГ в положение «ВКЛ.». При этом должен погаснуть индикатор «БАТ» на блоке ИВА-В и в течение одной минуты должны погаснуть все лампы и индикаторы аварийной сигнализации.

4.2.3 По согласованию с преподавателем имитируйте неисправность в одном или нескольких блоках АС Пер 4, АС Пр 4, ГЗ-В, ГО-В пр, ГО-В пер, ВС пр, ВС пер. Пояснить результаты испытаний.

4.2.4 Проверьте состояние других комплектов ВВГ.

Все данные по пункту 4.2 свести в таблицу, иллюстрирующую работу системы контроля и сигнализации.

4.3 Проверка устройств питания

4.3.1 Проверьте по вольтметру класса точности 0,5 напряжения на гнездах, расположенных на лицевых панелях блока СН. Напряжения должны быть в пределах $5 \pm 0,25$ В на гнездах блоков СН-60/5 (СН-24/5) и $12 \pm 0,5$ В на гнездах блоков СН-60/12 (СН-24/12), при отклонении напряжений от указанных пределов производите их установку с помощью регуляторов, выведенных под шлиц на лицевых панелях блоков СН.

Результаты привести в таблицу напряжений соответствующих источников питания.

4.4 Проверка КВВГ в режиме работы на «себя»

Включение комплекта ВВГ в режим работы «на себя» производится в следующем порядке:

а) соедините перемычкой П2ИР2 РХ4.856.021 гнезда колодки «ВХ», «ВЫХ» 8448 кбит/с на правой панели вводов КВВГ;

б) соедините с помощью шнура РХ6.644.466 выходные гнезда колодки «Тест сигнал, 0 дБ», расположенной на лицевой панели блока ОС-В4 с гнездами колодки «ВХ1», расположенной на левой панели ввода КВВГ;

в) соедините с помощью шнуров РХ4.860.864-4 (перемычек) гнезда колодок «ВЫХ1» с «ВХ2», «ВЫХ2» с «ВХ4» и «ВЫХ4» с «ВХ4», расположенных на левой панели ввода КВВГ;

г) подключите резистор ОМЛТ-0,25-120 Ом ± 5 % к гнездам колодки «ВЫХ4» расположенных на левой панели ввода КВВГ;

Шнуры РХ4.860.864-4, РХ6.644.466 и перемычка П2ИР2 РХ4.856.021 спрашивайте у преподавателя.

4.4.1 Проверить частоту задающего генератора, для чего включите в гнезда «КОНТР. ЧАСТ.» на блоке ГЗ-В частотомер ЧЗ-34 и измерьте частоту, которая должна быть равна (2112000 ± 5) Гц. При большой необходимости (по согласованию с преподавателем) подстройте частоту потенциометром «РЕГ.ЧАСТ.» выведенным на лицевую панель блока ГЗ-В.

Измерить отклонение частоты от номинального значения и нестабильность частоты (за время 3 мин.) Результаты отобразить в виде таблицы.

4.4.2. Определить наличие последовательностей импульсов в гнездах «ЦО» на блоках ГО-В передачи и приёма с помощью осциллографа С1-75. Результат привезти на рисунке. Приблизительно определить частоту следования и длительность импульсов. Длительность импульсов приблизительно должна равняться одной четверти периода следования импульсов.

4.4.3 Пронаблюдать на экране осциллографа последовательность вида 101011110000000 в квазитроичном коде, соответствующую тест-сигналу, кото-

рый формируется в датчике тест-сигнала в блоке ОС-В4. Для чего засинхронизируйте осциллограф от сигнала «ЦО», выведенного на лицевую часть блока ГО-В. Подключите сигнальный шнур осциллографа к гнезду «ВЫХ4» левой панели вводов комплекта. Представить результат в виде рисунка.

4. 5. Проверка параметров импульсов на выходе комплекта ВВГ

4.5.1 Измерить параметры импульсов на выходе приёмной части комплекта ВВГ в сторону первичного цифрового потока с помощью осциллографа С1-75. Для чего включите комплект в режим работы «на себя» Установите режим работы осциллографа «ВНУТР.», используя два пробника, измерьте параметры импульсов на резисторе в гнезде колодки «ВЫХ4», расположенных на левом вводе КВВГ. Сравнить результаты с номинальными параметрами.

Информационные сигналы на выходе комплекта должны иметь следующие номинальные параметры:

- а) вид кода биполярный (АМІ) ;
- б) амплитуда импульсов 4 В;
- в) время нарастания и спада импульсов (от уровня 0,1 до 0,9 амплитуды импульса) не более 80 нс;
- г) длительность импульсов (на уровне 0,5 амплитуды) 240 нс.

4. 6. Проверка устройств вторичного временного группообразования

Проверьте устройства вторичного временного группообразования на выходе передающей части комплекта ВВГ в сторону линейного оборудования в гнездах колодки «ВЫХ 8448 кбит/с», расположенной на правом вводе комплекта, также используя осциллограф С1-70. Пронаблюдайте ГЛАЗ-ДИАГРАММУ передачи. Для чего засинхронизируйте осциллограф от сигнала «ЦО», выведенного на лицевую часть блока ГО-В. Соедините с помощью шнура РХ6.644.466 выходные гнезда колодки «ТЕСТ СИГНАЛ, 0 дБ» на лицевой панели блока ОС-В4 «ВХ1», соедините с помощью шнуров РХ4.860.864-4 (перемычек) гнезда колодок «ВЫХ1» с «ВХ2», «ВЫХ2» с «ВХ3» и «ВЫХ3» с «ВХ4», расположенных на левой панели ввода КВВГ, подключите резистор ОМЛТ-0,25-120 Ом \pm 5 % к гнездам колодки «ВЫХ4». Используя два пробника, пронаблюдайте на экране осциллографа глас-диаграмму в гнездах колодок «ВЫХ. 8448 кбит/с».

- а) глаз-диаграмму тест-сигнала;
- б) глаз-диаграмму без тест-сигнала.

5. Контрольные вопросы

5.1 Какой способ согласования скоростей цифрового потока принят в аппаратуре ИКМ-120?

5.2 Что такое стаффинг-команда? Как она реализуется ?

- 5.3 Код ЧПИ. Как он реализуется? Каковы его достоинства и недостатки ?
- 5.4 Как образуется код HDB₃ ?
- 5.5 Как формируется глаз-диаграмма ? Для чего она применяется ?
- 5.6 Поясните состав и назначение отдельных блоков комплекта ВВГ.
- 5.7 Какова структура цикла в аппаратуре ИКМ-120?
- 5.8 Назовите функции блока КС-В.
- 5.9 Назовите функции блока КД-В и объясните его структурную схему.
- 5.10 Опишите работу панели обслуживания ПО-В.
- 5.11 Поясните структурную схему блока КС-В.
- 5.12 Поясните все действия выполненные по п.4. экспериментального задания.
- 5.13 Поясните ожидаемые результаты операций по пунктам а) 4.2.1 б) 4.2.2 в) 4.4.2 г) 4.5.1 д) 4.6

Список литературы

- 1 Скляр О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи. Учебное пособие.- С-Пб : Лань, 2010. – 272 с.
- 2 Фокин В.Г. Оптические системы передачи и транспортные сети. Учебное пособие .- М.: Эко-Трендз, 2008. -288 с.
- 3 Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи (4-е, дополненное издание)- М. : Эко-Тренд. 2007. -512 с..
- 4 Оптические цифровые телекоммуникационные системы: учебно-методическое пособие по практическим занятиям// Коханенко А.П., Шарангович С.Н. / Под ред. С.Н. Шаранговича – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2007. -78 с.
- 5 И.Р. Берганов и др. Проектирование и техническая эксплуатация систем передачи. – М.: Радио и связь,1989. – 272 с.
- 6 В.И.Кириллов Многоканальные системы передачи. М.: «Новое знание», 2002, 749с.
- 4 Стойка вторичного временного группообразования СВВГ-1 РХ2.158.765. – Техническое описание комплекта КВВГ-1. Альбом N5.
- 5 Стойка вторичного временного группообразования СВВГ-1 РХ2.158.765. – Техническое описание. Альбом N2.
- 6 Стойка вторичного временного группообразования СВВГ-1 РХ2.158.765. – Инструкция по эксплуатации. Альбом N3.
- 7 Стойка вторичного временного группообразования СВВГ-1 РХ2.158.765. – Альбом N1.
- 8 Стойка вторичного временного группообразования СВВГ-1 РХ2.158.765. – Альбом N4.