

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени С. П. КОРОЛЕВА

**ИССЛЕДОВАНИЕ
РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ**

КУЙБЫШЕВ 1982

Министерство высшего и среднего специального образования
Р С Ф С Р

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиационный
институт имени академика С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ВРЕМЕННЫМ
РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

Куйбышев 1982

УДК 621.396.934

Составитель: В.Г.Никитин

Рецензент А.Я. Обимов

Утверждены редакционным советом института
в качестве методических указаний к лабораторной
работе 16.12.81.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

Редактор Н.В. К а с а т к и н а
Техн.редактор Н.М. К а л е н ю к
Корректор С.С. Р у б а н

Подписано в печать 17.01.83 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага оберточная белая. Печать оперативная.
Усл.п.л. 1,4. Уч.-изд.л. 1,3. Тираж 300 экз.
Заказ № 1178 . Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени С.П.Королева.
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Областная т-пография имени В.П.Мяги.
г. Куйбышев, ул. Венцека, 60.

Ц е л ь р а б о т ы - изучение принципа построения радиотелеметрической системы (РТМС), ознакомление с устройством трехканальной РТМС с временным разделением каналов (ВРК).

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

1.1. Основные требования

1. Одновременная передача многих параметров, число которых может достигать нескольких десятков или сотен.

2. Обеспечение необходимой точности измерений - от 3-5% в РТМС средней точности до 0,1-0,5% в РТМС высокой точности.

3. Обеспечение передачи сообщений с разнообразными спектрами, т.е. передача как медленно изменяющихся сообщений (температура в отсеке космического корабля, объем горючего и т.п.), так и быстроизменяющихся (акустические шумы, вибрации конструкции и т.д.). Ширина спектра сообщений первой группы составляет единицы герц (от нуля до 500-3000 Гц).

4. Максимальная простота, минимальные вес и габариты радиопередающего устройства РТМС. Передающее устройство необходимо проектировать как прибор разового действия. Менее жесткие эксплуатационные и конструктивные требования предъявляются к приемной, являющейся, как правило, наземной аппаратуре.

1.2. Принцип построения РТМС

Обобщенная блок-схема n -канальной РТМС изображена на рис.1. Измеряемые физические величины $S_1 - S_n$ - сообщения (температура, давление и т.п.) подаются на датчики $I - I - n$, которые преобразуют физические величины в электрический сигнал, либо в изменение сопротивления, индуктивности или емкости. Далее сигнал датчика преобразуется к виду, удобному для суммирования ($2-I \div 2-n$ -

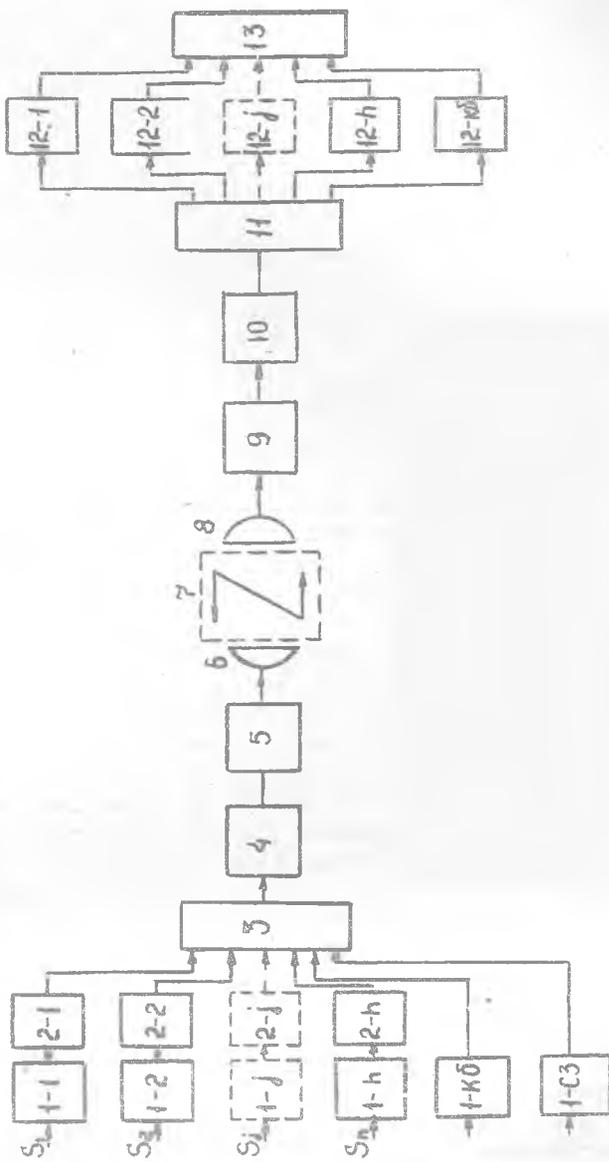


Рис. I

канальные преобразователи)

Для повышения точности измерений по линии РТМС в приемное устройство передаются калибровочные сигналы ($I - \kappa \delta$ - датчик калиброванного сигнала).

Для обеспечения синхронизации работы приемника и передатчика по радиолинии передается также и синхронизирующий сигнал, формируемый блоком $I - \text{СЗ}$. Сигналы с канальных преобразователей, а также с датчиков $I - \kappa \delta$ и $I - \text{СЗ}$ поступают на суммирующее и кодирующее устройство 3.

Принцип действия и схема суммирующего и кодирующего устройства зависят от применяемого в РТМС метода модуляции поднесущих колебаний и способа разделения каналов.

Непосредственное сложение сигналов (сообщений) $S_1 + S_2$ не позволяет их разделить на приемном конце никакими способами. В самом деле, сигналы $S_1(t)$ и $S_2(t)$, сложенные во времени и имеющие спектры $S_1(F)$ и $S_2(F)$, образуют сигнал $S_2(t)$ (рис.2,а) с суммарным спектром $S_2(F)$ (рис.2,б). Из $S_2(F)$ невозможно выделить составляющие спектров $S_1(F)$ и $S_2(F)$ так же, как и из суммарного сигнала $S_2(t)$ на приемном конце нельзя отделить сигнал $S_1(t)$ от сигнала $S_2(t)$, поэтому в РТМС прибегают к временному (ВРК) или частотному (ЧРК) способам сложения и разделения каналов.

При ЧРК используются вспомогательные поднесущие частоты $F_{\text{пн}1}, \dots, F_{\text{пн}n}$. Каждому контролируемому параметру соответствует своя поднесущая частота, и таким образом спектры сообщений $S_1(F), \dots, S_n(F)$ будучи расположены вокруг своей поднесущей, не перекрываются по частоте (рис.3,а).

Модуляция поднесущих $-F_{\text{пн}1}, F_{\text{пн}2}, \dots, F_{\text{пн}n}$ осуществляется сообщениями S_1, S_2, \dots, S_n в преобразователях $2 - I + 2 - n$ (см.рис.1), а в блоке 3 происходит амплитудное сложение сигналов.

Далее с помощью модулятора 4 в передатчике 5 осуществляется модуляция несущей частоты модулированными поднесущими (рис.3,б). Радиосигнал, выработанный передатчиком, излучается передающей антенной 6 и по трассе радиолинии 7 поступает к радиоприемному устройству РТМС.

В радиоприемнике 9 принятые антенной 8 сигналы усиливаются, а после демодуляции несущей (блок 10) происходит разделение поднесущих по частоте с помощью настроенных (полосовых) фильтров. Совокупность таких фильтров и будет являться селективирующим устройством.

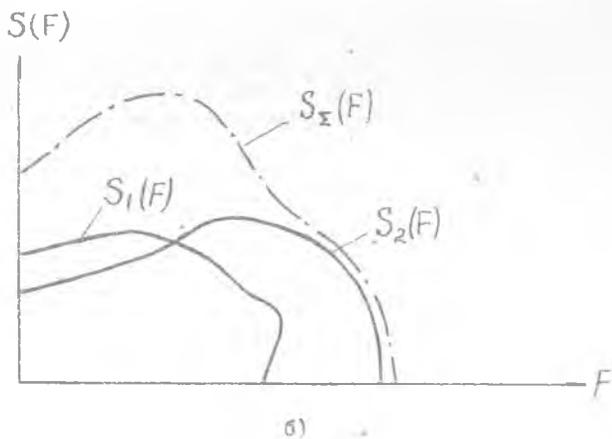
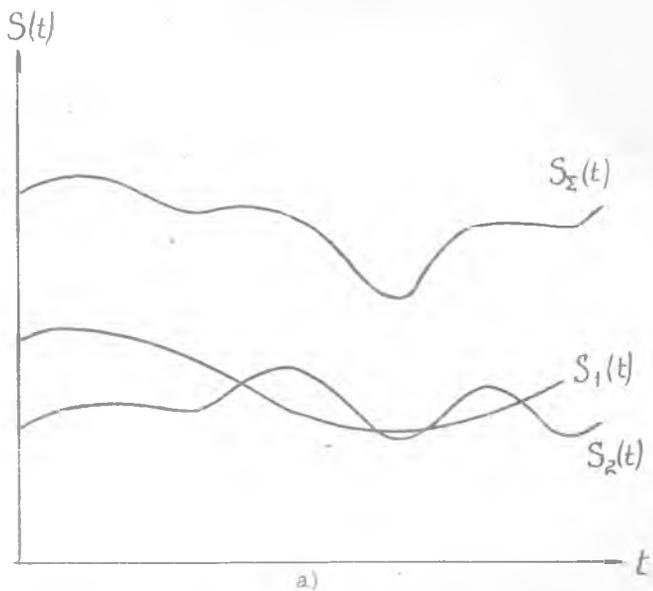
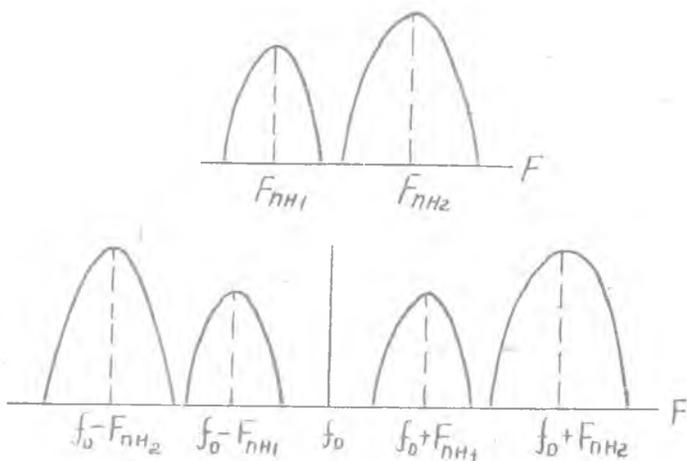


Рис. 2



Р и с. 3.

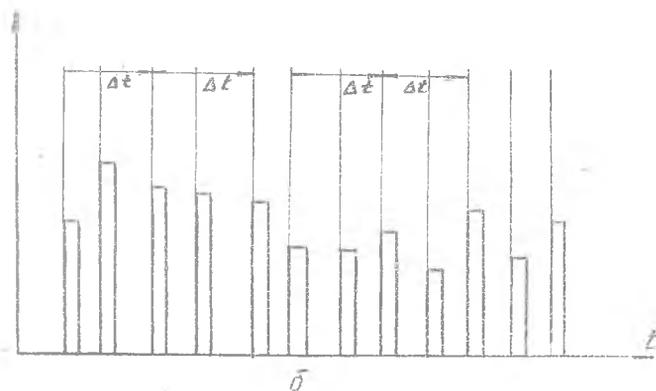
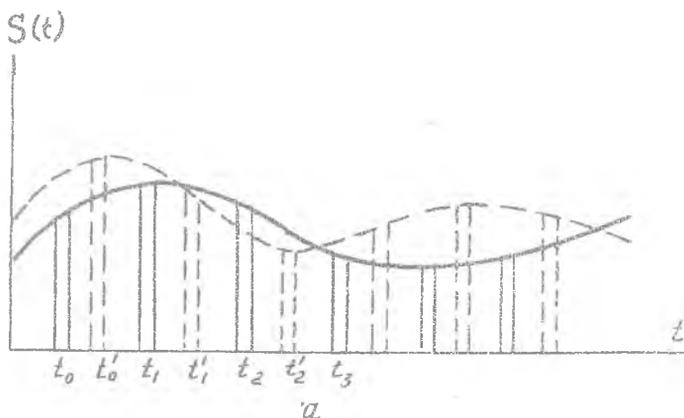
вом при ЧРК (блок II, рис. I). Демодуляция поднесущих (выделение сообщений S_1, \dots, S_n) осуществляется демодуляторами I2 - I, ... I2 - n и результат телеизмерения записывается регистрирующим устройством I3. •

При ВРК датчики подключаются к передающему устройству последовательно, и сумматор Э представляет собой в этом случае коммутатор. Замена непрерывной функции ($S_1(t), S_2(t) \dots$) выборками, взятыми в моменты времени $t_0, t_1, t_2 \dots$ через интервал Δt (рис. 4, а), где

$$\Delta t \leq \frac{1}{2F_m} \quad (I)$$

возможна согласно теореме Котельникова, так как передаваемые сообщения имеют ограниченный спектр ($0 - F_m$). Здесь F_m - наивысшая частота в спектре передаваемого сообщения $S(t)$.

Такая замена непрерывной функции $S(t)$ отдельными ее значениями (не менее двух значений на период передаваемого сообщения согласно формуле (I)) позволяет использовать паузы между выборками для передачи других сообщений, как это показано на рис. 4, а для сообщения $S_2(t)$.



Р и с . 4

Образованная последовательность видеосигнала АИМ (амплитудная импульсная модуляция) (рис.4,б) непосредственно или после преобразования кодирующим устройством в другой вид импульсной модуляции (временнo-импульсная модуляция - ВИМ, широтная - ШИМ, кодовая импульсная модуляция - КИМ) модулирует несущее колебание передатчика 5.

Итак, РТМС при ВРК обязательно содержит коммутирующее устрой-

ство. Коммутаторы могут быть механическими или электронными.

Механический коммутатор обеспечивает хорошую идентичность всех каналов, что повышает точность калибровки РТМС, и прост по построению (рис.5). Ползунок вращается электромотором и, перемещаясь по ламелям, поочередно подключает соответствующие датчики к кодирующему устройству и модулятору: n сообщений S_1, S_2, \dots, S_n , калибровочный сигнал S_{kd} и синхросигнал $S_{сз}$. Для синхросигнала используется более широкая ламель. На рис.5 справа показан вид сигнала на выходе коммутатора.

Главным недостатком механического коммутатора является низкое значение частоты опроса:

$$F_{опр.} = \frac{1}{T_{опр.}} = \frac{n \text{ об/мин.}}{60}, \quad (2)$$

т.е. несколько десятков Гц.

Учитывая равенство (1), должно выполняться условие

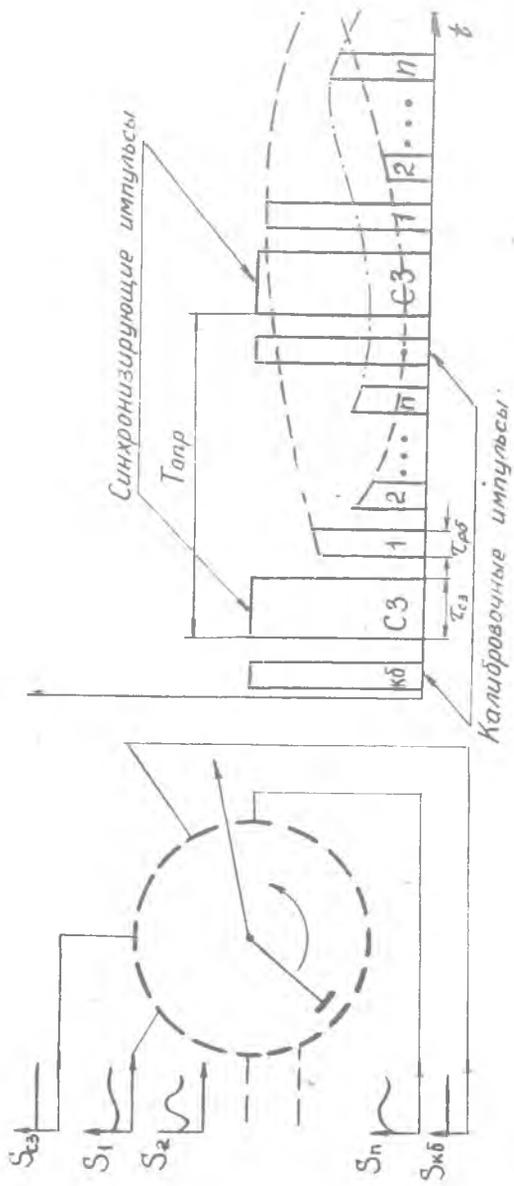
$$F_{опр.} \geq 2 F_m \quad (3)$$

Если, например, $F_m = 200$ Гц, то $n \geq 24000$ об/мин, т.е. с помощью механического коммутатора невозможно передавать быстроизменяющиеся сообщения. Другим недостатком механического коммутатора является изменение формы и длительности рабочих импульсов вследствие изменения состояния щетки и ламелей.

Срок службы механических коммутаторов - несколько сотен часов, что ограничивает их применение в искусственных спутниках Земли и космических ракетах.

Значительно большую частоту опроса, а значит и возможность передачи быстроизменяющихся сообщений, имеют электронные коммутаторы. Они выполняются на основе использования матричных и кольцевых схем переключения. Частота опроса каналов может достигать $50+200$ кГц (хотя схема коммутатора существенно усложняется при большом числе коммутирующих каналов). В настоящей работе используется электронный переключатель кольцевого типа.

Блоки 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (см.рис.1) при ВРК выполняют те же функции, что и при ЧРК. Импульсная поднесущая (АИМ или ВИМ, ШИМ, КИМ) модулирует несущее колебание передатчика 5. На приемном конце радиоприемника несущая демодулируется блоком 10. Смесь импульсных поднесущих с выхода демодулятора 10 поступает в блок 11, который представляет собой коммутатор или селектор каналов, работающий синхронно



Р и с. 5

с коммутатором передающего устройства и построенный аналогично коммутатору передатчика. В результате импульсы каналов распределяются по "своим" каналам. Импульсная поднесущая каждого канала демодулирует с помощью фильтров нижних частот $I_2 - I_1, \dots, I_2 - I_N$ С выхода фильтров (демодуляторов) контролируемый параметр в виде непрерывной кривой поступает в регистрирующее устройство I_3 , где информация записывается на фотобумагу, кино - или магнитную ленту.

Необходимость в разделителе каналов отпадает, если использовать (в отличие от непрерывного способа записи) непосредственную запись напряжения импульсов поднесущей. При этом на регистрирующее устройство поступает смесь поднесущих непосредственно с демодулятора I_0 (аналогично показанной на рис.5 справа). По дискретным отметкам оператор вручную проводит непрерывную кривую. Однако, чтобы провести ее по равномерно расположенным отметкам с достаточной точностью, количество отметок на период передаваемой функции должно быть не менее 5-6, т.е.

$$F_{опр.} \geq (5 \div 6) F_m . \quad (4)$$

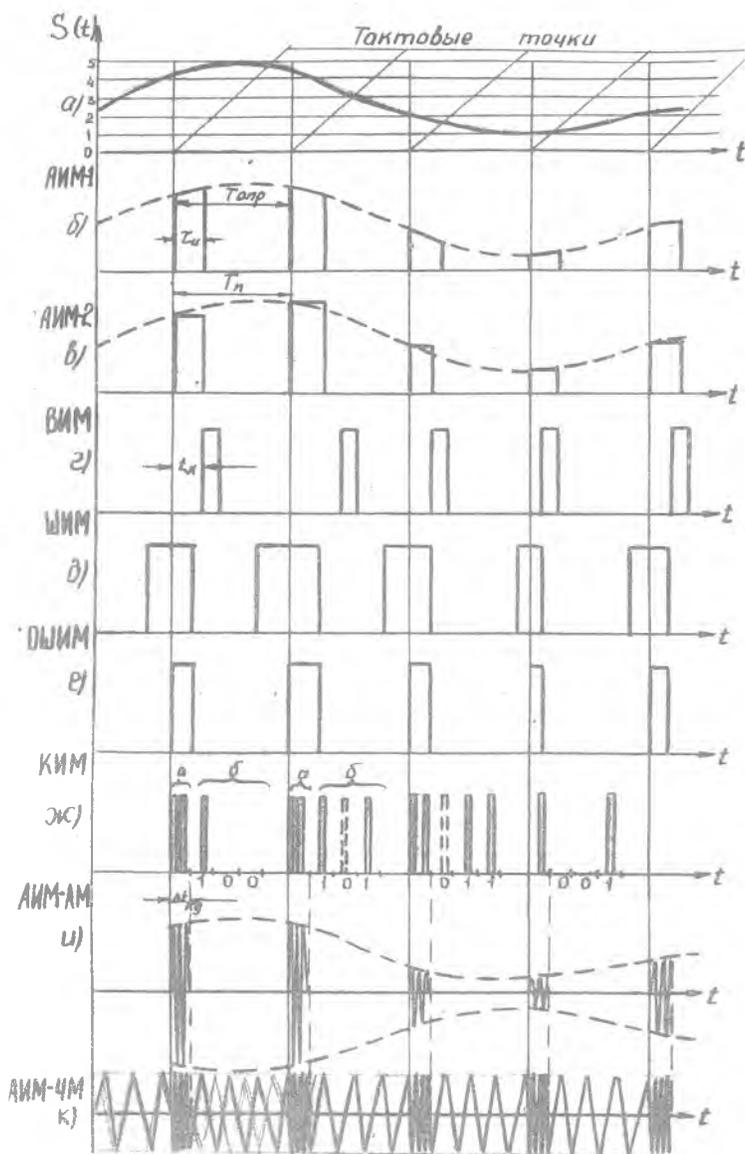
Это обстоятельство ограничивает пропускную способность РТМС с ВРК. Использование непрерывной записи, хотя и усложняет схему (добавляется селектор каналов I_1 и каналные демодуляторы I_2), но позволяет повысить пропускную способность РТМС в 2,5-3 раза, так как частота опроса может быть выбрана близкой к теоретической:

$$F_{опр.} \geq 2,5 F_m . \quad (5)$$

1.3. Виды модуляции, применяемые в РТМС с ВРК (рис.6).

В РТМС можно применять лишь сложные виды модуляции с использованием поднесущих колебаний. Каждая из поднесущих модулируется сигналом, подлежащим передаче (S_1, S_2, \dots, S_n), а затем модулируется высокочастотная несущая.

Использование поднесущих позволяет достаточно просто и надежно осуществить передачу множества сообщений с общим высокочастотным трактом. В РТМС с ВРК применяются импульсные поднесущие АИМ, ВИМ, ШИМ, КИМ (рис.6, б+ж); $S(t)$ - передаваемое сообщение. Период опроса $T_{опр.}$ модулирующей функции $S(t)$ выбран по условиям теоремы Котельникова. Полученные на временной оси точки отсчета называются



Р и с. 6

тактовыми.

При АИМ амплитуда импульсов изменяется во времени по закону $S(t)$, а длительность импульсов τ_u и период их повторения T_n остаются постоянными.

При АИМ-1 напряжение в течение всего времени существования каждого импульса изменяется в соответствии с изменением $S(t)$.

При АИМ-2 напряжение во время существования импульса определяется значением модулирующей функции в некоторый фиксированный момент времени (на рисунке - в момент начала импульса).

При ВИМ амплитуда импульсов и их длительность остаются постоянными, а временные сдвиги Δt_k изменяются по закону $S(t)$.

В данной работе для кодирования сигнала сообщения используется метод ОШИМ. При этом амплитуда импульсов и их период следования остаются постоянными, в то время как длительность импульсов изменяется по закону передаваемого сообщения. Различают одностороннюю импульсную модуляцию по длительности (ОШИМ) и двустороннюю (ШИМ). При ШИМ модулируются оба фронта импульса одновременно, при ОШИМ - только один из фронтов каждого импульса, например, задний.

При КИМ сообщение $S(t)$ разбивается (квантуется) на ряд дискретных уровней (0, 1, 2, ...). Ближайший к $S(t)$ уровень кодируется, например, последовательным двоичным кодом. Для образования такого кода на интервале $T_{инт.}$ (между двумя соседними тактовыми точками) выделяются несколько интервалов времени $\Delta t_{кд}$. Каждому интервалу $\Delta t_{кд}$ соответствует определенный разряд двоичной системы счисления. Наличие импульса на позиции означает единицу в данном разряде, а отсутствие - ноль.

Совокупность импульсов ("δ" на рис. 6) называется рабочим кодом. Перед посылкой каждого рабочего кода передается стартовая посылка ("α") для облегчения работы приемного устройства.

Модуляция АИМ возникает непосредственно на выходе коммутатора канала (рис.5). Для получения других методов модуляции используется кодирующее устройство, преобразующее АИМ в ВИМ или КИМ.

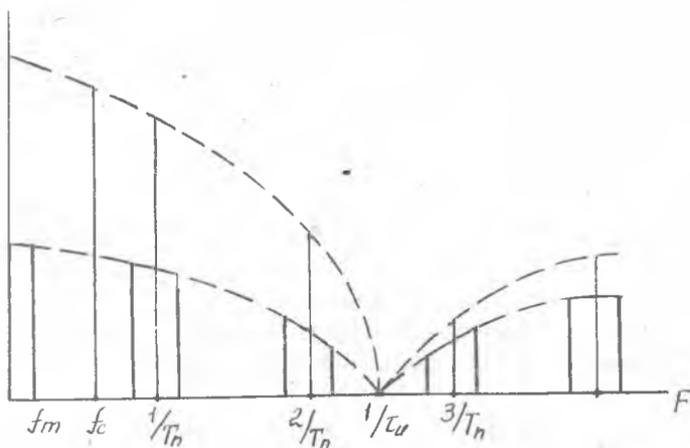
Модуляция несущего колебания может осуществляться как по амплитуде, так и по частоте (фазе). Наиболее употребительны следующие сочетания: АИМ-ЧМ, ШИМ-ЧМ, ВИМ-АМ, КИМ-АМ, КИМ-ЧМ.

Излучаемый сигнал при амплитудной модуляции несущей отличается от сигналов, изображенных на рис. 6(б, в, г, д, е, ж), только тем, что вместо видеопульсов, соответствующих поднесущей, будут ра-

диоимпульсы (см., например, АИМ-АМ на рис.6,и).

При частотной модуляции несущей излучается непрерывный сигнал с постоянной амплитудой. Частота же несущей изменяется в соответствии с изменением амплитуды поднесущей (например, при ШИМ-ЧМ частота несущей принимает только два возможных значения: $f_{нс}^I$ - во время импульса и $f_{нс}^{II}$ - во время паузы между импульсами).

Характерным в спектре импульсной поднесущей является наличие составляющей с частотой модулирующей функции F_m . (На рис.7 показан спектр АИМ-1 при прямоугольной форме немодулированных импульсов и синусоидальной модулирующей функции). Эту составляющую на приемном конце можно выделить с помощью фильтра нижних частот (блок 12 на рис.1) с частотой среза $F_c > F_m$.

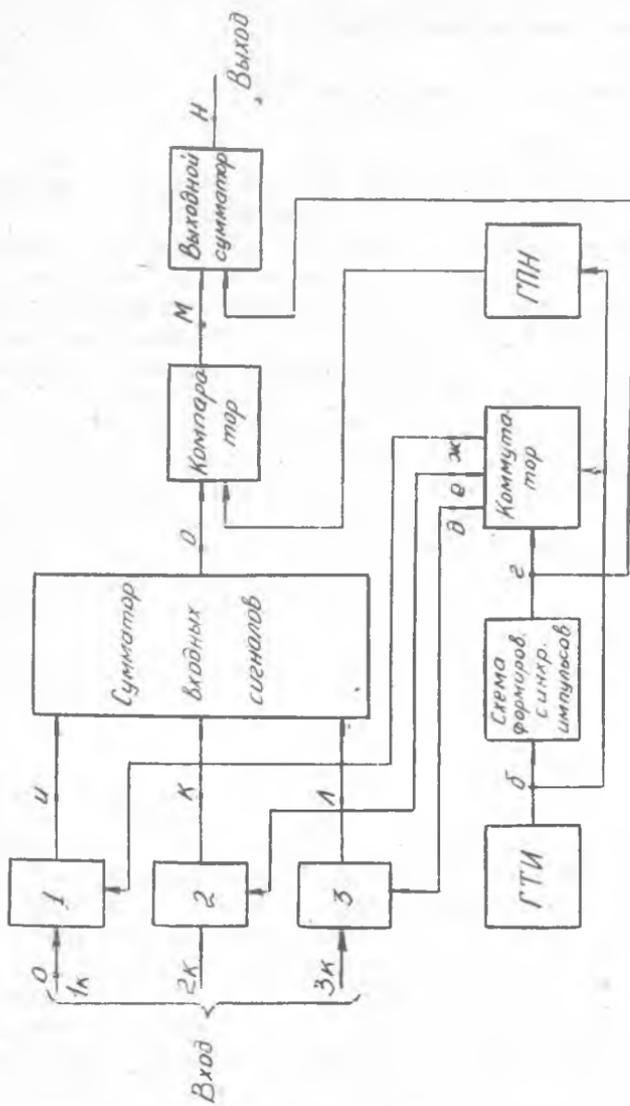


Р и с . 7

2. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

2.1. Функциональная схема передающей части

Передатчик состоит из следующих функциональных узлов (рис.8):
формирователя выборок (ФВ) - элементы 1, 2, 3;
сумматора входных сигналов;
генератора тактовых импульсов (ГТИ);



Р и с. 8

формирователя синхроимпульсов (ФСИ);
коммутатора;
генератора пилообразного напряжения (ГПН);
компаратора;
выходного сумматора.

ГТИ формирует последовательность тактовых импульсов с периодом Т (рис. 9, б), которая поступает на ФСИ, коммутатор и ГПН.

ФСИ вырабатывает импульсы длительностью $2T$ и периодом следования $6T$ (рис. 9, г), поступающие на выходной сумматор и коммутатор.

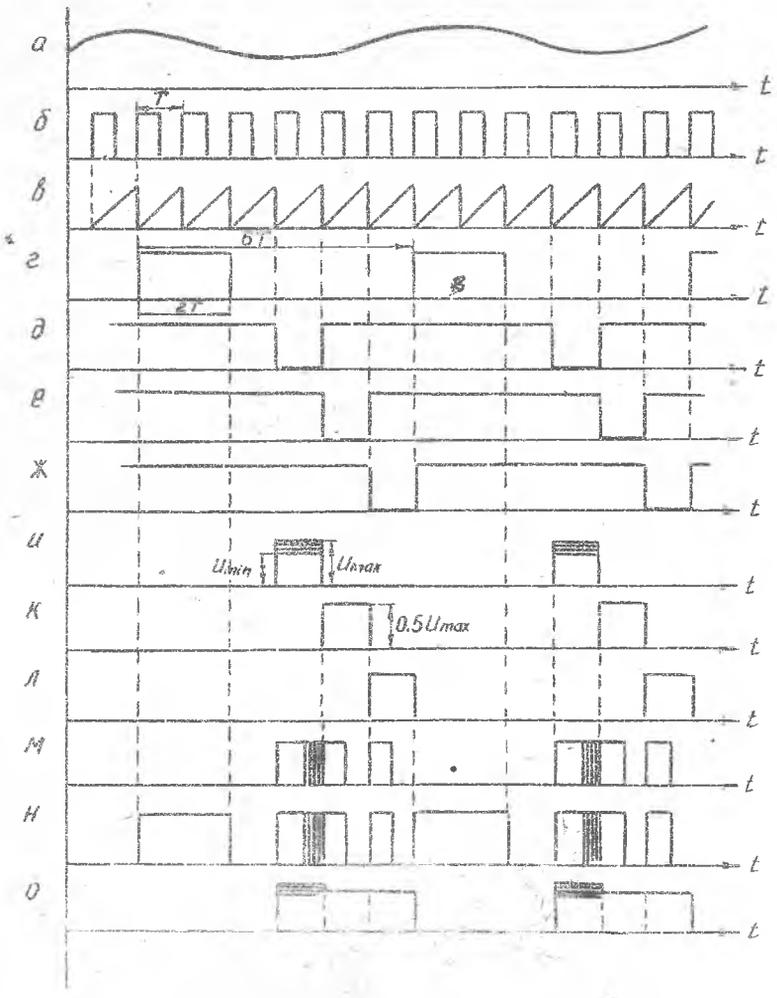
Коммутатор формирует разделенные во времени разрешающие импульсы, управляющие работой трех ФВ (рис. 9, д, е, ж). На один из входов каждого ФВ с датчика поступает входной сигнал, содержащий информацию о каком-либо физическом параметре (давление, вибрация, скорость, температура и т. п.). Когда на другом входе ФВ присутствует разрешающий сигнал, производится выборка амплитуды входного сигнала.

Сигналы с ФВ суммируются в сумматоре входных сигналов (рис. 9, в) и затем в компараторе сравниваются с пилообразным напряжением. Компаратор формирует импульсы, передний фронт которых совпадает с началом тактового импульса, а местоположение заднего фронта соответствует амплитуде входного сигнала в момент равенства этого сигнала с линейно-изменяющимся напряжением (рис. 9, м).

В выходном сумматоре производится сложение сигнала с компаратора и синхроимпульса (рис. 9, н).

2.2. Принципиальная схема передающей части (рис. 9).

Задающий генератор тактовых импульсов (ГТИ) представляет собой автоколебательный мультивибратор (Д5). Конденсаторы С1 и С2 определяют частоту и длительность генерируемых импульсов (рис. 9, б). В состав ГТИ входят также буферные каскады (элементы Д6.1 и Д6.2), нагруженные на дифцепочку С3, R1, которая служит для получения узких положительных импульсов, запускающие ГПН. ГПН состоит из ключа VT1, стабилизатора тока VT2, диодов V3, V4, резисторов R2, R3 и времязадающего конденсатора С4. С приходом запускающего импульса транзистор VT1 открывается и через него происходит быстрый разряд С4. После окончания запускающего импульса VT1 закрывается, а С4 начинает заряжаться через стабилизатор тока, вследствие чего напряжение на выходе ГПН возрастает линейно (рис. 9, в)



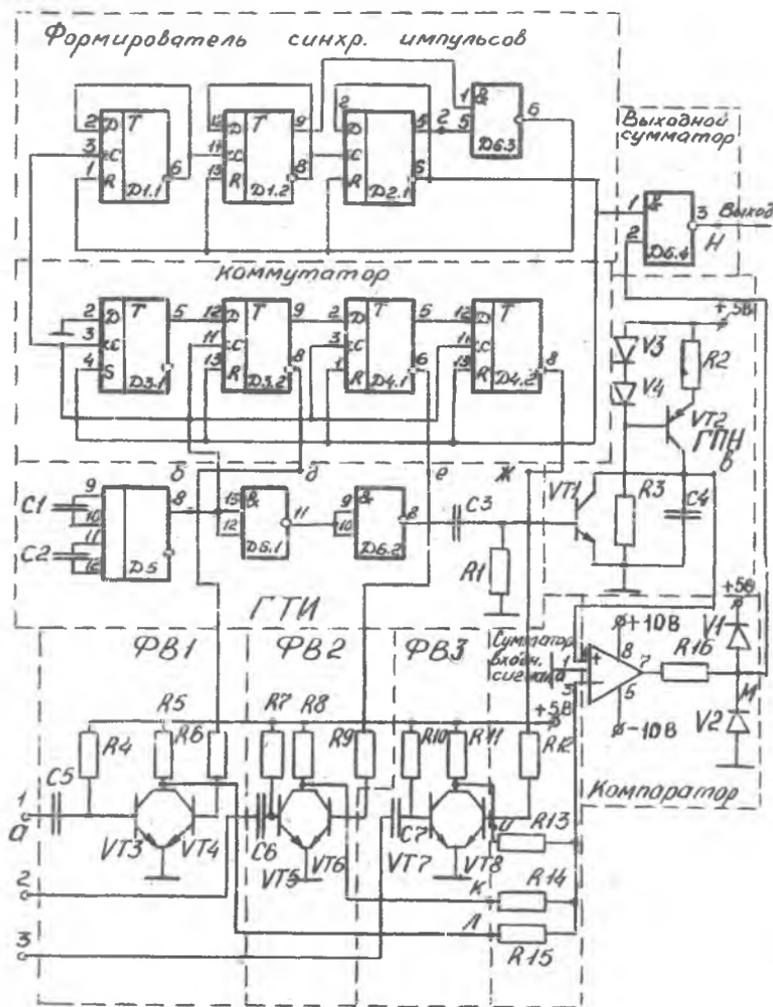
2.3. Формирователь синхронизирующих импульсов (ФСИ) (рис.10).

ФСИ – (элементы Д1.1, Д1.2, Д2.1 и Д6.3) представляет собой двоичный счетчик, на вход которого поступает тактовая частота с ГТИ. С помощью элемента Д6.3 счетчика устанавливается в исходное состояние с приходом каждого шестого импульса тактовой частоты. Тем самым обеспечивается необходимая длительность ($2T$) и период следования ($6T$) синхроимпульсов (рис.9). Синхроимпульс, поступающий с инверсного выхода элемента Д2.1, устанавливает в исходное состояние коммутатор, собранный на элементах Д3, Д4 и представляющий собой регистр сдвига.

Исходное состояние триггеров: Д3.1 – "1", Д3.2 – "0", Д4.1 – "0" и Д4.2 – "0". Единица, записанная с помощью предварительной установки в первый триггер, сдвигается вправо по регистру с приходом каждого импульса тактовой частоты. С выходов 2-го, 3-го и 4-го триггеров разрешающие импульсы поступают на формирователи выборок (рис.9, д, е, ж). Первый триггер предназначен для формирования паузы, длительностью T , которая отделяет синхроимпульс от первого разрешающего импульса. В дальнейшем для простоты изложения работа схемы рассматривается при условии, что информационный сигнал подается только на один из входов (1-й канал) лабораторной установки.

Формирователи выборок являются однотипными, поэтому достаточно рассмотреть работу одного из них.

ФВ1 состоит из усилителя с ОЭ на VT3 и ключа VT4. Когда с коммутатора поступает разрешающий импульс, то ключ VT4 закрывается и входной сигнал (рис.9, и) поступающий на усилитель VT3, проходит на выход ФВ1 (коллектор Т3). Амплитуда сигнала на выходе ФВ1 (рис.9, и) изменяется от $U_{мин}$ до $U_{макс}$ и соответствует амплитуде входного сигнала. Выборка производится в течение времени T , соответствующего длительности разрешающего импульса. В том случае, когда входного сигнала нет, с выхода ФВ снимается импульс с амплитудой $0,5 U_{макс}$ (рис.9, к.л.). После формирователей импульсы поступают на резистивный сумматор входных сигналов (рис.9, о), с которого они подаются на компаратор. На второй вход компаратора поступают импульсы с ГПН. Передний фронт импульсов на выходе компаратора (рис.9, м) совпадает с началом тактового импульса и началом возрастания пилообразного напряжения, а задний фронт по времени совпадает с моментом равенства амплитуд сигналов с сумматора и с ГПН. Таким образом на выходе компаратора формируется сигнал с ШИМ. Этот сигнал имеет амплитуду до 10 В. Поэтому, для того чтобы выйти

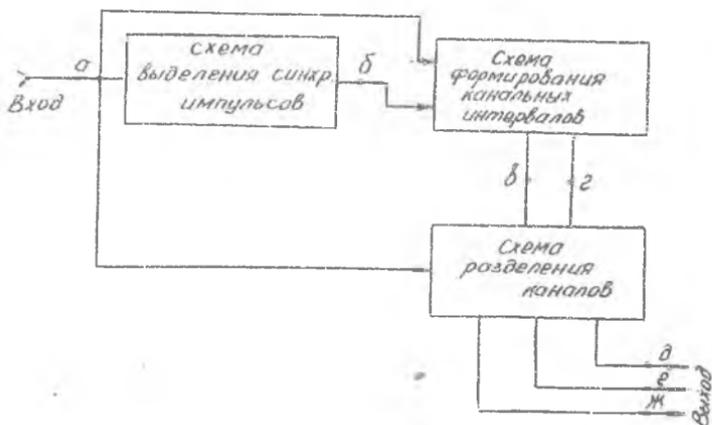


на уровень сигналов ИМС 155-й серии применен диодный ограничитель амплитуды R16, V1, V2. В выходном сумматоре (элемент ДС,4) производится суммирование синхроимпульсов и сигнала с компаратора (рис.9,н).

2.4. Функциональная схема приемной части

Приемная часть установки состоит из следующих основных узлов (рис. II):

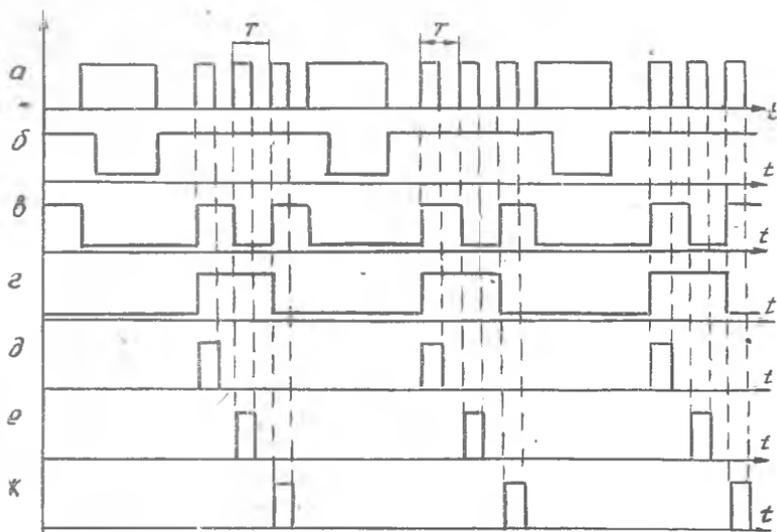
- схемы выделения синхроимпульсов;
- схемы формирования канальных интервалов (коммутатор);
- схемы разделения каналов.



Р и с. II

Схема выделения синхроимпульса служит для выделения из сигнала, поступающего с передатчика (рис. I2, а) импульса с небольшой длительностью, т.е. синхроимпульса (на рис. I2, б этот импульс изображен проинвертированным).

Схема формирования канальных интервалов формирует импульсы (рис. I2, в, г), которые подаются на схему разделения каналов, где и производится разделение информационных сигналов по каналам (рис. I2, д, е, ж).



Р и с. 12

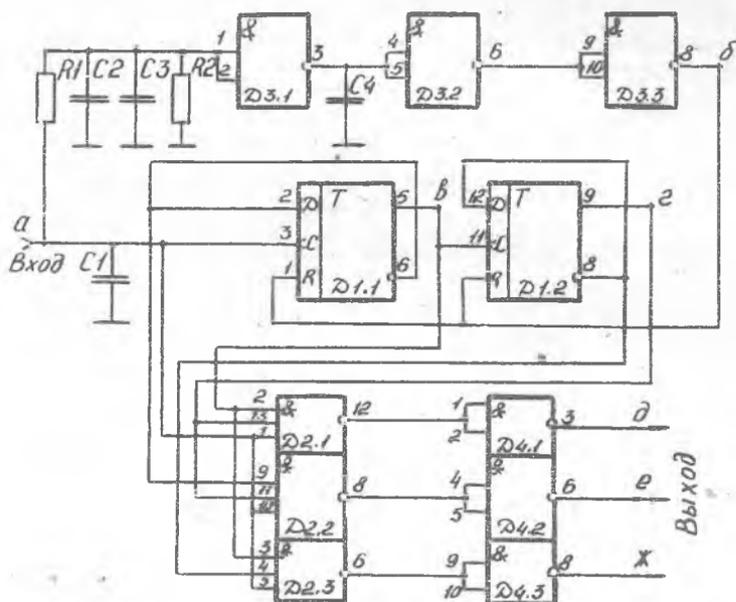
2.5. Принципиальная схема приемной части (рис.13)

Для простоты изложения работа схемы рассматривается при условии, что по каналам не передается никакой информации.

Схема выделения синхроимпульса состоит из интегрирующей цепочки R1, C2, C3 и формирователя синхроимпульса (ДЗ.1, ДЗ.2, ДЗ.3-рис.12,6). Резистор R2 определяет положение рабочей точки элемента ДЗ.1 C4 - емкость фильтра.

Схема формирования канальных интервалов представляет собой обычный счетчик последовательного типа (Д1 и Д2), установка которого в исходное состояние производится с помощью синхроимпульса. Емкость C1 предохраняет счетчик от ложных срабатываний, появляющихся при возникновении помех в линии связи.

Схема разделения каналов состоит из элементов И-НЕ (Д2) и инверторов (Д4).



Р и с. 13

На два входа трехходовых элементов И-НЕ с соответствующих выходов счетчика поступают импульсы (рис. 12, в, г), которые определяют временные ворота для информационных импульсов, поступающих на третий вход (рис. 12, а).

На рис. 12, д, е, ж приведены информационные импульсы, снимаемые с выходов интервалов Д4.1, Д4.2 и Д4.3, соответственно 1-й, 2-й и 3-й каналы, изображенные с учетом того, что на входе передающей части информационный сигнал равен нулю.

2.6. Описание макета лабораторной установки

На передней панели макета изображена функциональная схема устройства. В правой нижней части макета расположен тумблер "сеть", в центре - контрольные гнезда "передатчик", "приемник", клемма "1",

в левой - переключатель контрольных точек. Обозначения контрольных точек, нанесенные черным цветом, относятся к передающей части макета, красным - к приемной части. В комплект лабораторной установки входят также низкочастотный генератор и осциллограф, в помощью которых производятся необходимые измерения.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Перед началом работы ознакомиться с принципом действия и описанием установки. Следует учесть, что функциональная схема, изображенная на макете, а также осциллограммы в контрольных точках отличаются от указанных в описании. Это сделано с целью более творческого и инициативного подхода к выполнению лабораторной работы.

2. Снять осциллограммы в контрольных точках и составить примерный перечень параметров и характеристик, подлежащих измерению и дающих наиболее полную информацию о принципе работы установки. Эти параметры и характеристики следует выбирать с учетом возможностей имеющихся радиоизмерительных приборов.

3. После просмотра этого перечня преподавателем измерить и снять указанные параметры и характеристики.

Обязательному снятию подлежат зависимости девиации заднего фронта информационного импульса от:

амплитуды входного сигнала;

частоты входного сигнала (в диапазоне 100 Гц + 1 кГц через 100 Гц).

При снятии характеристик амплитуда входного сигнала не должна превышать такого значения, при котором девиация заднего фронта равна $3/4$ длительности информационного импульса.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Функциональная схема макета.

2. Осциллограммы напряжений на клеммах приемника и передатчика, а также временные диаграммы ШИМ-АМ и ШИМ-ЧМ.

Все временные диаграммы должны иметь единое начало отсчета и каждый рабочий импульс должен быть выделен.

3. Краткая характеристика контрольно-измерительных приборов, используемых при работе. Указать режимы работы приборов.

4. Таблицы.

5. Графики.
6. Выводы.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение РТМС и основные требования к ней.
2. Принцип построения РТМС. Какую роль играет суммирующее устройство при ЧРК и ВРК?
3. Принцип построения РТМС с ВРК. Сущность теоремы Котельникова
4. Основные виды модуляции, применяемые в РТМС с ВРК. Что такое поднесущая? Пояснить образование ОШИМ в макете передатчика. Нарисовать временные диаграммы ШИМ-АМ и ШИМ-ЧМ.
5. Виды коммутаторов и их краткая характеристика. Пояснить работу коммутатора, используемого в макете.
6. Способы записи напряжения в приемнике - непрерывный и непосредственный, их достоинства и недостатки. Какой способ записи используется в макете приемника и почему?
7. Назначение калибровочного и синхронизирующего импульсов. Каким образом выделяется синхроимпульс в макете приемника?
8. Пояснить временные диаграммы, полученные при выполнении работы.

Л и т е р а т у р а

1. Т и п у г и н В.Н., В е й ц е л ь В.А. Радиоуправление. М.: Советское радио, 1962.
2. Т е п л я к о в И.М. Радиотелеметрия. М.: Советское радио, 1966.