



Министерство образования и культуры Кыргызской Республики

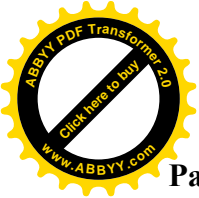
**Институт электроники и коммуникаций при
Кыргызском техническом Университете им. И. Раззакова**

Кафедра «Радиоэлектроники»

**Изучение и измерение параметров ТВ сигнала телевизионного
передатчика ПДТ-02.**

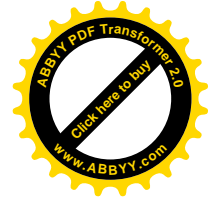
Методическое указание к выполнению лабораторной работы по предмету «Радиопередающие устройства» для студентов всех форм обучения направления 550 400 «Телекоммуникации» специальности 550 400.02 «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» дневной и заочной формы обучения.

Бишкек 2011 г.



Рассмотрено
на заседании кафедры «Радиоэлектроники»

Протокол: _____



Одобрено
Учебно-методической
комиссией ФИТ
Протокол: _____

Составители:
КТН ИЭТ Профессор ЖУМАБАЕВ М.Ж. _____
СТ.препод. Кафедры РЭ ЛАЗАРЕВ В.В. _____

Измерение параметров телевизионного передатчика ПДТ- 02 с амплитудной модуляцией Методическое указание к выполнению лабораторной работы по предмету «Радиопередающие устройства».

ИЭТ **Составители**
КТН ИЭТ Профессор Жумабаев М.Ж. _____
СТ.препод. Кафедры РЭ Лазарев В.В. _____

Даются методические указания по измерению параметров телевизионного сигнала передатчика ПДТ- 02 с амплитудной модуляцией по дисциплине «Радиопередающие устройства» для студентов направления 550400 «Телекоммуникации» специальности 550400.02 «Радиосвязь радиовещание и телевидение» дневной и заочной форм обучения.
Предназначено для студентов всех форм обучения.

Ил: Библиогр: Наим:

Рецензент: кандидат технических наук:



Цель работы.

Исследование технических характеристик телевизионного передатчика ПДТ– 02 с помощью периодических испытательных сигналов.

Домашнее задание.

Изучить принципы получения однополосной амплитудной модуляции и получение однополосного сигнала.

Краткие теоретические сведения о амплитудной модуляции.

При амплитудной модуляции несущая частота ω гораздо больше низкочастотного сигнала Ω .

При взаимодействии сигналов высокой частоты и низкочастотного сигнала образуется сложный спектр частот, который излучается в эфир:

$$U(t) = U_{(\omega)} + U_{(\Omega)}$$

Где: $U_{(\omega)}$ высокочастотный сигнал

$U_{(\Omega)}$ низкочастотный сигнал

В результате сложения двух сигналов получим формулу, характеризующую спектр амплитудно -модулированного колебания :

$$U(t) = U_{(\omega_0)} (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega t$$

Где: $m = U_{\Omega} / U_{\omega}$ – коэффициент амплитудной модуляции

После преобразования уравнения получим формулу, характеризующую спектр АМ колебаний:

$$U(t) = U \cos \omega t + 0.5m U \cos \omega \cos (\omega + \Omega)t + 0.5m U \cos \omega \cos (\omega - \Omega)t$$

В зависимости от величины m амплитуда ВЧ колебания принимает значения:

$$U_{\max} = U_{(\omega_0)} (1 + m)$$

$$U_{\min} = U_{(\omega_0)} (1 - m)$$

При гармоническом низкочастотном сигнале спектр АМ колебаний имеет вид, показанный на **рис. № 1**.

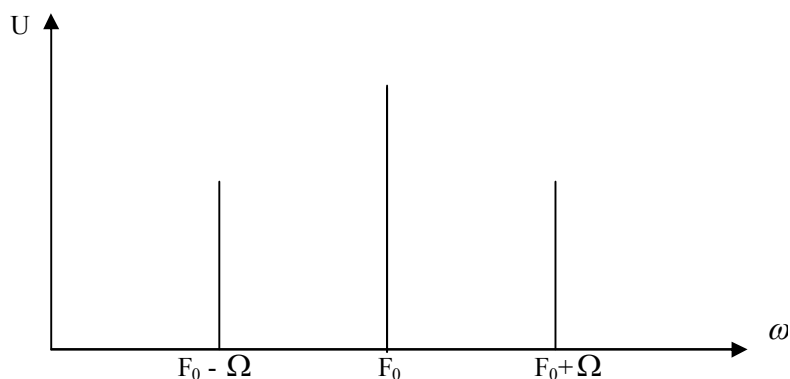


Рис. №1. Спектр АМ сигнала при гармоническом сигнале

Если низкочастотный сигнал имеет определенную полосу частот, тогда спектр АМ колебаний имеет вид показанный на **рис. № 2**.

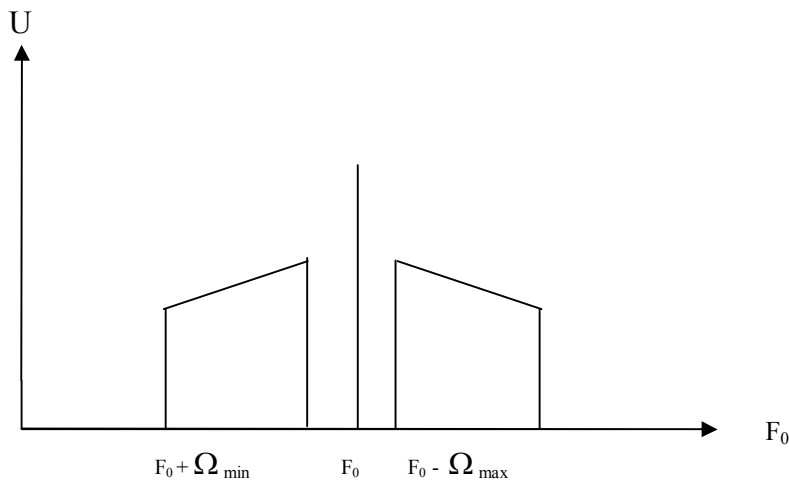


Рис. №2. Вид ВЧ спектра амплитудно модулированного сигнала не гармоническим сигналом

На графике видно, что спектр АМ колебания занимает в эфире двойную полосу частот равную $2\Omega_{max}$.

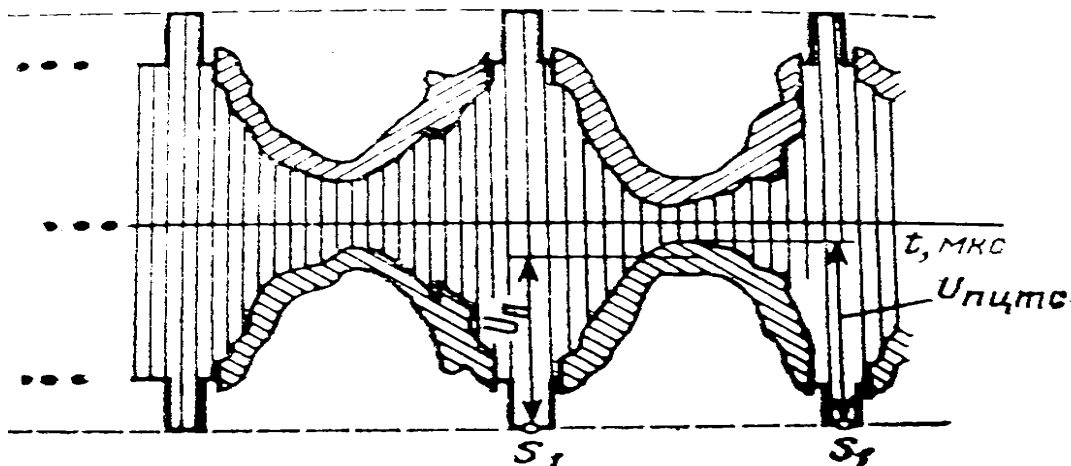


Рис.2а Вид сигнала ВЧ с амплитудной модуляцией видеосигналом .

Мощностные характеристики АМ колебаний.

В режиме молчания напряжение НЧ сигнала равно 0.

$$P_{вых.} = U_{\omega}^2 / 2R_n$$

В режиме модуляции:

$$P_{max.} = P_{\omega} (1 + m)^2 \quad P_{min.} = P_{\omega} (1 - m)^2$$

При $m=1$ $P_{max.} = 4 P$; При $m=0$ $P_{min.} = 0$.

Мощность одной боковой полосы в спектре АМ колебаний:

$$P_{бок.} = \frac{1}{2R_n} \left(\frac{mU_{\omega}}{2} \right)^2$$

Спектр АМ колебаний показывает, что вся информация содержится в боковых полосах АМ колебаний, а несущая частота никакой информации не несет. В одной боковой полосе

заложено только 12.5% от всей мощности передатчика. Отсюда видно, что на передачу несущей частоты затрачивается в 2 раза больше мощности чем на передачу полезной информации, заложенной в обеих боковых полосах. С энергитической точки зрения излучать несущую частоту передатчика не выгодно и не обязательно.

В телевидении в эфир излучается только одна боковая полоса. (ОБП), что позволяет использовать мощность радиолампы полностью на излучение боковой полосы частот. При таком способе передачи ВЧ сигнала с АМ сокращается в 2 раза полоса частот, излучаемых передатчиком в эфир.

На **Рисс.3** показан спектр однополосного телевизионного сигнала на выходе телевизионного передатчика. В спектре выходного радиосигнала передатчика нижняя боковая полоса радиочастот должна содержаться полностью лишь в пределах 0.75МГц от несущей частоты передатчика; за частотой, отстоящей от последней на 1.25МГц, она должна быть ослаблена, по отношению к верхней боковой не менее чем на 20 дб, а на частотах, определяемых цветовой поднесущей не менее чем на 30дб. Несущая частота передатчика в спектре однополосного сигнала подавлена на 30 дб. См. **рис.3**.

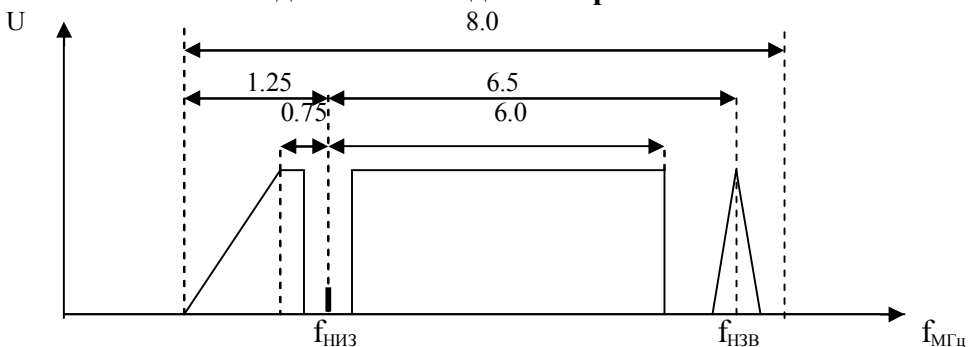


Рис.3 АЧХ видеосигнала, излучаемая передатчиком в эфир.

Краткие сведения об однополосной амплитудной модуляции.

Передаче сигналов с АМ свойственны два основных недостатка — низкая эффективность использования мощности радиопередатчика и сравнительно широкая полоса частот, занимаемая модулированным колебанием.

Первый недостаток — следствие того, что мощность боковых полос спектра АМ колебания, в которых заключена информация о передаваемом сигнале, составляет в предельном случае только 1/8 максимальной мощности, отдаваемой передатчиком.

Второй недостаток связан с тем, что ширина спектра АМ колебания в 2 раза больше ширины спектра передаваемого сигнала.

Кроме того, для качественного приема модулированных колебаний приемник должен иметь ширину полосы пропускания, равную ширине спектра этого колебания.

Если полезная информация полностью содержится в любой из двух боковых полос АМ колебания, то для передачи сигнала можно осуществить передачу не всего спектра АМ колебания, а только одной боковой полосы. При этом ширина спектра излучаемого передатчиком колебания уменьшается вдвое (становится равной ширине спектра передаваемого низкочастотного сообщения). Передачу, при которой передатчик излучает только одну из боковых полос АМ колебания, называют **передачей с ОМ**.

В результате уровень боковой полосы можно поднять до уровня несущей, т. е. получить выигрыш по мощности примерно в 4 раза. В системе передачи с ОМ из-за улучшения отношения сигнал-помеха можно обеспечить заданное качество воспроизведения переданного сигнала при меньшей мощности передатчика. Все это обеспечивает выигрыш по мощности передатчика еще примерно в 4 раза. Таким образом, общий выигрыш по мощности передатчика в системе с ОМ достигает примерно 16 (реальный выигрыш несколько меньше: (8... 12). Спектр суммарного колебания имеет только две, а не три, как при АМ, составляющие — одну с частотой несущей, другую с частотой $\omega + \Omega$ Результирующее колебание U_{Σ}

окачивается модулированным как по амплитуде, так и по фазе. Сигнал с ОМ используют в подвижных радиостанциях низовой связи в КВ диапазоне, магистральных линиях и многоканальных системах связи, для дальней передачи программ радиовещания, а также при передаче телевидения в метровом диапазоне частот.

Однополосную модуляцию получают из АМ методом балансной модуляции с последующей фильтрацией.

ФОРМИРОВАНИЕ ОДНОПОЛОСНОГО СИГНАЛА МЕТОДОМ МНОГОКРАТНОЙ БАЛАНСНОЙ МОДУЛЯЦИИ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ.

В современных передатчиках для получения ОМ применяется метод балансной модуляции с последующей фильтрацией, так как этот метод обеспечивает нужное качество формирования ОМ колебания и в процессе эксплуатации не нуждается в частых регулировках. Однополосный сигнал получают из АМ колебания устранением (подавлением) из спектра колебаний несущей частоты и нерабочей боковой полосы. Для подавления несущей применяют балансные модуляторы. Балансный модулятор состоит из двух одинаковых амплитудных модуляторов, работающих в одинаковом режиме и включенных так, что напряжение несущей частоты подается на них синфазно, напряжение модулирующей частоты — противофазно, а напряжение на выходе зависит от разности токов обоих модуляторов. Поскольку напряжение несущей приложено к модуляторам синфазно, а напряжение на выходе $U_{вых}$ пропорционально разности их токов I_1 и I_2 несущая частота ω на выходе балансного модулятора отсутствует. Действительно один амплитудный модулятор создает на своем выходе ток:

$$i_1 = I(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega t = I \cos \omega t + mI \cos \omega t \cos \Omega t$$

а другой;
$$i_2 = I(1 - m \cos \Omega t) \cos \omega t = I \cos \omega t - mI \cos \omega t \cos \Omega t$$

Тогда напряжение на выходе балансного модулятора:

$$U = R(i_1 - i_2) = 2RmI \cos \omega t \cos \Omega t = RmI [\cos(\omega + \Omega)t + \cos(\omega - \Omega)t]$$

где R — сопротивление нагрузки модулятора.

В современных однополосных передатчиках используют балансные модуляторы на полупроводниковых диодах. Простейшая схема балансного диодного модулятора приведена на **рис 4**

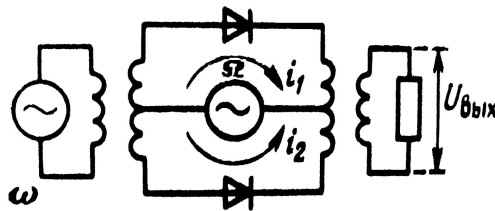


Рис.4 Структурная схема балансного модулятора на двух диодах.

В спектре колебаний на выходе балансного модулятора кроме боковых составляющих с частотами $\omega + \Omega$, $\omega - \Omega$. и «остатка» несущей, обусловленного некоторой асимметрией модулятора, будут еще некоторые нерабочие составляющие: составляющая с модулирующей частотой, высшие гармонические составляющие $n\Omega$, $n\omega$ и $n\omega \pm \Omega$

Где: $n = 2, 3, \dots$

При современных высоких требованиях на степень подавления нерабочих составляющих спектра применяют более сложный кольцевой модулятор, обладающий более чистым спектром на выходе модулятора.

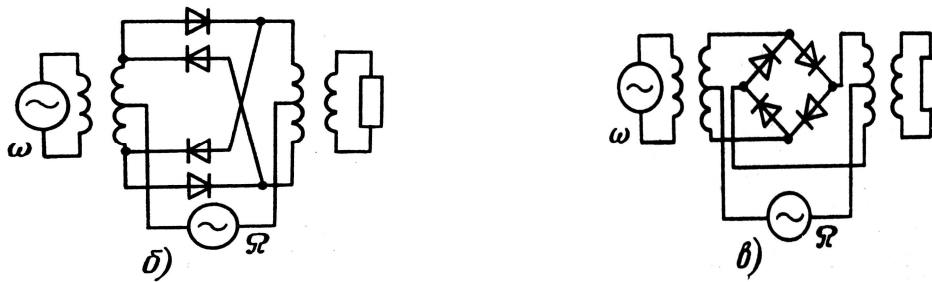


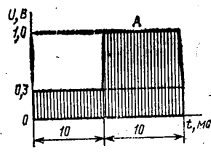
Рис.5 Структурные схемы кольцевых балансных модуляторов.

Кольцевой модулятор **рис.5** состоит из двух одинаковых балансных модуляторов со встречным включением диодов по РЧ. Такой модулятор представляет собой симметричный мост **рис.5.б**. В спектре кольцевого модулятора отсутствуют (значительно ослаблены) нерабочие составляющие Ω , $n\Omega$, и $2\omega \pm \Omega$ и другие четные составляющие **рис.5.в**. В реальных условиях такой модулятор обеспечивает подавление несущей на 30 дБ. Коэффициент передачи модулирующего сигнала меньше единицы (ослабление около 10 дБ). Для обеспечения достаточной линейности преобразования напряжение несущей частоты должно быть в (10...100) раз выше модулирующего напряжения. Таким образом, устройство формирования однополосного сигнала получается сложным, КПД многих узлов формирования не может быть достигнут большим. Поэтому осуществляют формирование ОМ на малом уровне мощности (доли ватта). После балансного модулятора ставится полосовой фильтр после которого выходит сигнал с одной боковой полосой и подавленной несущей.

Для проверки качественных показателей телевизионного передатчика существуют специальные периодические испытательные сигналы, позволяющие объективно оценить качество телевизионного сигнала, передаваемого передатчиком. Ниже приведены все периодические испытательные сигналы, применяемые в данное время для проверки качественных параметров любых телевизионных передатчиков выпускаемых до настоящего времени, кроме цифровых передатчиков, для которых существуют свои методы проверки качественных параметров телевизионных передатчиков.

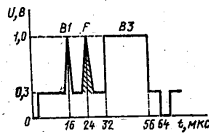


Периодические испытательные сигналы.



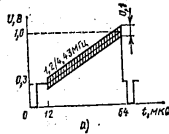
Длительность импульсов 10 мс

Переходные характеристики в области больших времен



Длительность импульса $B3$ 24 мкс; длительность импульса $B1$, отсчитываемая на уровне половины его размаха, $T=83$ нс или $2T=166$ нс; длительность сигнала F^* на половине его размаха — 2 или 1 мкс; частота цветовой поднесущей — 4433618,75 Гц или 4,3 МГц; длительность фронта и среза импульса $B3$ — 83 или 166 нс

Переходные характеристики в области средних и малых времен, РУ, РВ

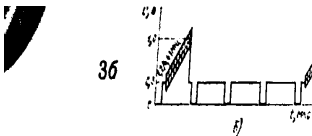


Частота насадки 1,2 или 4,43 (4,3) МГц; размах синусоидальной насадки 0,1 В

Нелинейность в канале яркости, ДУ, ДФ

Сигнал №1 (верхний) характеризует собой прохождение через РПДУ нижних частот ВС и по завалу вершины «П» импульса судят о проходе нижних частот через каскады РПДУ

Сигнал №2 (средний) характеризует собой прохождение через РПДУ средних частот спектра ВС по завалу вершины «П» импульса, а по завалу амплитуды импульса ($B1$) длительностью 83 нс характеризует собой прохождение через РПДУ верхних частот спектра ВС.



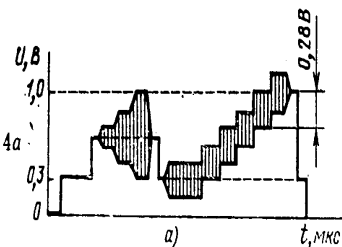
Длительность сигнала пропуска «черного» 50 мкс

Нелинейность в канале яркости, ДУ, ДФ (при передаче уровня черного)



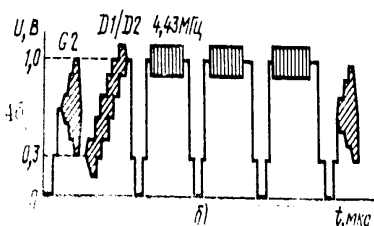
Длительность импульсов «пропуска» белого 50 мкс; размах импульсов «пропуска» белого 0,7 В

Нелинейность в канале яркости, ДУ, ДФ (при передаче уровня белого)



Размах пьедестала (соответствует уровню серого) 0,35 В; длительность импульсов белого и серого — 50 мкс; размах сигнала $D1$ — 0,7 В; частота цветовой поднесущей в сигналах $D2$, $G2$ и E — 4,43 или 4,3 МГц;

Нелинейность в канале цветности, влияние сигнала цветности на сигнал яркости, ДУ, ДФ

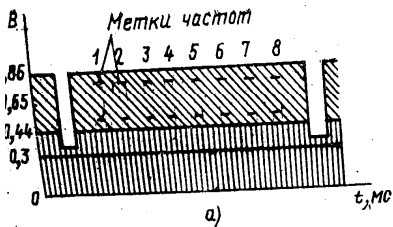
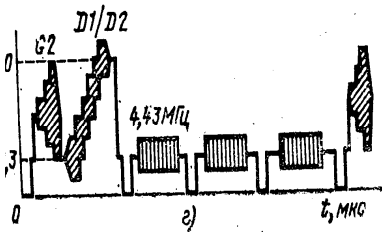
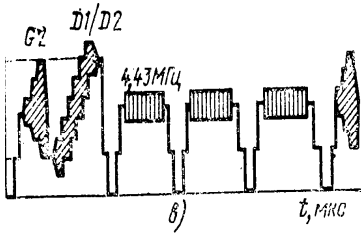


Размах цветовой поднесущей в сигнале $D2$ 0,28 В

Нелинейность в канале цветности, влияние сигнала цветности на сигнал яркости ДУ, ДФ (при передаче уровня белого)

Сигналы 3б и 3в характеризует нелинейные усилительные свойства каскадов РПДУ при передаче уровней чёрного и белого.

Сигнал 4б ((нижний) характеризует влияние нелинейности в канале цветности на сигнал яркости при прохождении их через каскады РПДУ при передаче уровня белого.



Размах цветовой поднесущей на первой, второй и третьей ступенях в сигнале $G2$ 0,14 В; 0,42 В и 0,7 В соответственно; размах цветовой поднесущей в сигнале E 0,28 В; длительность сигнала E 46 мкс

То же при передаче уровня серого

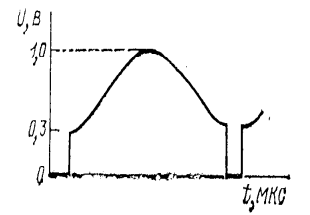
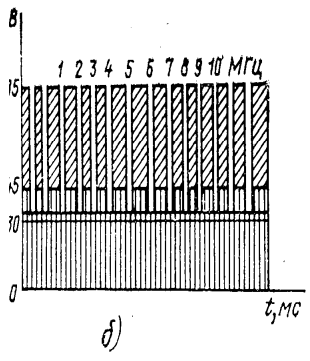
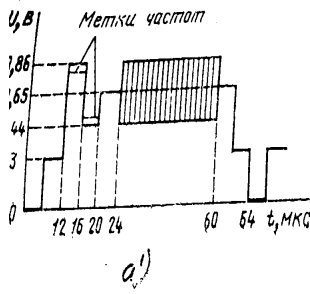
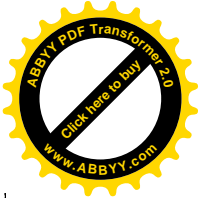
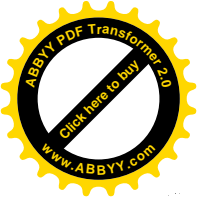
То же при передаче уровня черного

Размах пьедестала 0,35 В
Размах сигнала КЧ 0,42 В; частота качания 50 Гц; диапазон изменения КЧ 0,3÷8,5 МГц; размах опорного сигнала $C1$ 0,42 В; во время передачи частотных отметок, кратных 1 МГц, размах опорного сигнала $C1$ равен 0,28 В. Импульсы меток на частотах, кратных 1 МГц

Неравномерность АЧХ

Сигнал 4в и 4г (верхний и средний) характеризуют влияние нелинейности в канале цветности на сигнал яркости при прохождении их через каскады РПДУ при передаче уровней серого и чёрного соответственно.

Сигнал 5а (нижний) характеризует прохождение всего спектра частот ВС через каскады РПДУ по изменению амплитуд составляющих спектра всего сигнала.



Частота качания 50 Гц; диапазон качания частоты 0,3÷10,5 МГц. Импульсы меток на частотах, кратных 1 МГц

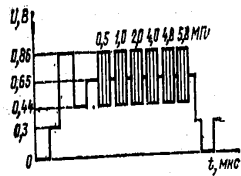
Размах сигнала 0,7 В
Частота колебаний 15 625 Гц

То же

Отношение сигнала к помехе

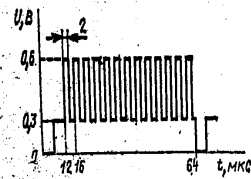
Сигналы 5а 5б (верхний и средний) характеризуют прохождение всего спектра частот ВС через каскады РПДУ по изменению амплитуд составляющих спектра всего сигнала.

Сигнал в (нижний) характеризует отношение сигнала к помехе. Помеха в виде шумоподобного сигнала располагается на уровне вершин строчных синхроимпульсов.



Размах пьедестала 0,35 В; частоты синусоидальных колебаний в сигнале *C2* — 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 4,8; 5,8 МГц; размахи пакетов синусоидальных колебаний в сигнале *C2* 0,42 В; размах сигнала *C1* 0,42 В

Неравномерность АЧХ



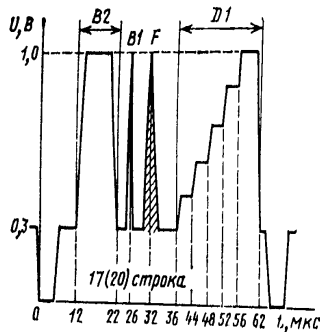
Размах прямоугольных импульсов 0,3 В; длительность серии импульсов 50 мкс; длительность фронта 83 нс

Переходная характеристика РПДС в области малых времен

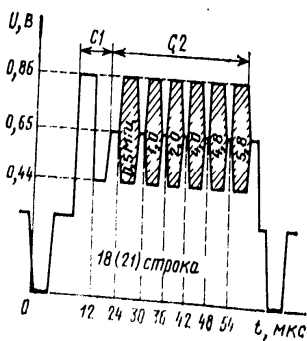
Сигнал №7 (верхний) характеризует прохождение всего спектра частот ВС разбитого дискретно на определенные составляющие и по амплитуде каждой составляющей спектра видна неравномерность АЧХ тракта РПДУ.

Сигнал №8 (нижний) характеризует прохождение высоких частот через каскады РПДУ и по степени искажений прямоугольных импульсов можно судить о частотных свойствах РПДУ.

Сигналы испытательных строк.



Испытательный сигнал, состоящий из прямоугольного импульса *B2*, синус-квадратичного импульса *B1* длительностью 2Т, сложного синусквадратичного импульса *F* длительностью 2 мкс и пятиступенчатого сигнала *D1*

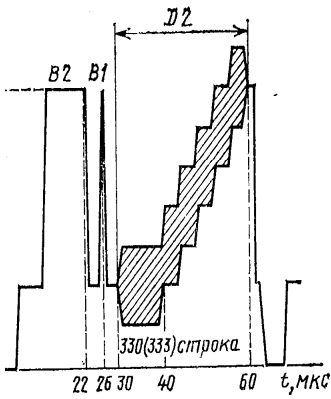


Испытательный сигнал, состоящий из расположенных на пьедестале опорного сигнала *C1* и шести пакетов синусоидальных колебаний *C2*, частоты которых имеют следующие значения: 0,5; 1,0; 2,0; 4,8; 4,8; 5,8 МГц

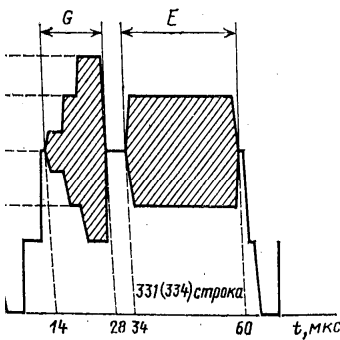
В сигнале №1 (верхний) импульс *B2* характеризует амплитуду уровня белого ВС, амплитуда импульса *B1* характеризует прохождение высоких частот по степени изменения

его амплитуды через каскады РПДУ, ступенчатый сигнал D1 характеризует нелинейные свойства каскадов РПДУ по неравенству амплитуды каждой ступеньки.

В сигнале №2 (нижний) импульс С1 является опорным по амплитуде, импульсы С2, заполненные частотами дискретно разделёнными в диапазоне от 0.5МГц до 5.8МГц характеризуют частотные свойства РПДУ и по изменению амплитуды ступенек судят о прохождении различных частот через каскады РПДУ.

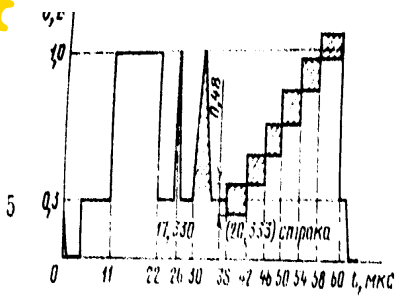
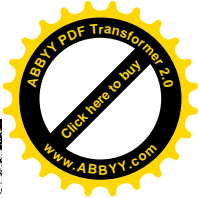


Испытательный сигнал, состоящий из прямоугольного импульса B2, синус-квадратичного импульса B1 и пятиступенчатого импульса сигнала с насадкой цветовой поднесущей D2

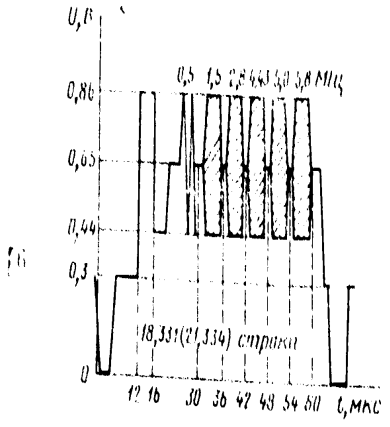


Испытательный сигнал, состоящий из трехуровневого сигнала цветовой поднесущей G и опорного сигнала цветовой поднесущей E

С помощью испытательного сигнала №3 (верхний) относительно опорного импульса B2 измеряют прохождение высоких частот по изменению амплитуды импульса B1 при прохождении его через каскады РПДУ, а также измеряют дифференциальное усиление цветовой поднесущей по сигналам D2 рис.№3 и G рис №4 (нижний).



Пенгательный сигнал, состоящий из прямоугольного импульса $B2$, синус-квадратичного импульса $B1$ длительностью $0,166$ мкс, сложного синусквадратичного импульса F длительностью $1,6$ мкс и пятиступенчатого сигнала с синусоидальной насадкой или без насадки



Пенгательный сигнал, состоящий из расположенных на пьедестале опорного сигнала $C1$ и шести пакетов синусоидальных колебаний $C2$, частоты которых равны: $0,5; 1,5; 2,8; 4,43; 5,0; 5,8$ МГц

Сигнал №5 (верхний) выполняет те же функции, что и сигнал №1 и дополнительно выполняется измерение дифференциального усиления в канале цветности

Сигнал №6 (нижний) выполняет те же функции, что и сигнал №2

По сигналу №5 будет проведена лабораторная работа по определению качественных параметров телевизионного передатчика ПДТ-02.



Порядок выполнения лабораторной работы.

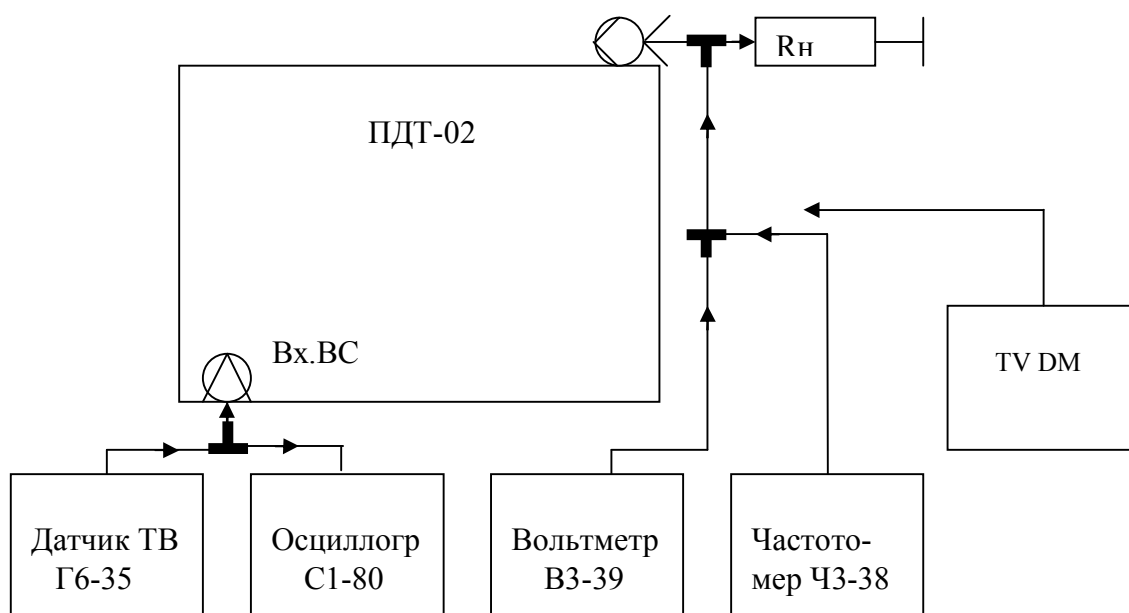


Рис.6 Схема лабораторной установки.

Приборы и оборудование, применяемые при выполнении лабораторной работы:

TV DEMODULATOR

Датчик ТВ сигналов Г6-35

Частотомер - ЧЗ – 38

Осциллограф С1 – 81

Вольтметр ВЗ – 38

Rн - передатчика 50 Ом, 10 Вт

1. Изучите теоретические основы амплитудной модуляции и метод получения однополосного сигнала, а также ознакомьтесь с испытательными сигналами и их назначением по техническому описанию, изложенному в данной работе.

2. Соберите схему для измерения технических параметров ПДТ -02 согласно **Рис.6**

3. Изучите методы измерения приборами согласно их инструкций.

4. Подключите передатчик ПДТ-02 к сети 220 В.

5. Включите передатчик и все приборы и дайте им прогреться в течение 10 минут

6. Подайте ВС № 2 показанный на **рис.7** от генератора Г6- 35 на вход ПДТ-02.

7. Проконтролируйте размах ВС осциллографом С1-80 и произведите его измерение.

Размах его должна быть 1В.

8. Произведите измерение выходного ВЧ напряжения на сопротивлении нагрузки передатчика ПДТ-02 и по результатам измерений рассчитайте выходную мощность ПДТ-02. Данные занесите в таблицу № 1

9. Повторите измерение по п.8 при снятом видеосигнале

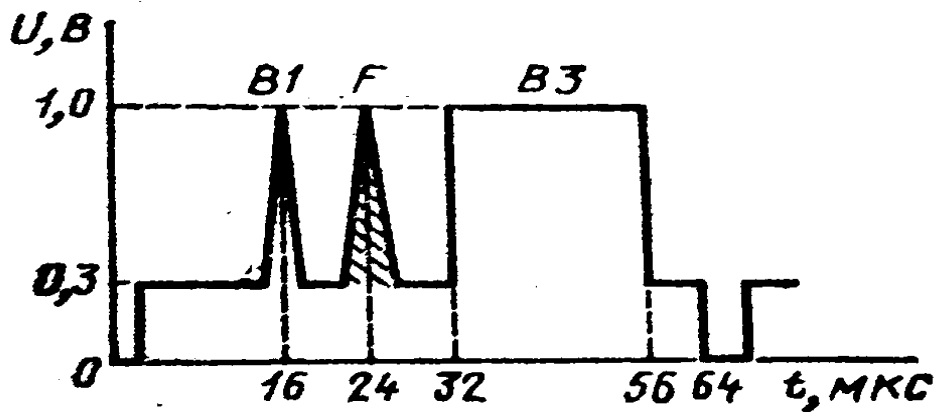


Рис.7 Данный измерительный ВС применяется для измерения качественных параметров тракта усиления передатчика в области средних и малых времён.

10. Отсоедините вольтметр и подсоедините к нагрузке ПДТ-02 частотомер ЧЗ-39, произведите измерение выходной частоты F_1 ПДТ-02, результаты занесите в табл. № 1

11. Повторите измерение по п.10 при снятом видеосигнале. (F_2)

12. Отсоедините частотомер ЧЗ-39 и подсоедините к нагрузке ПДТ-02 TV DEMODULATOR и произведите измерение величины амплитудной модуляции.

13. Осциллографом произведите измерение следующих параметров ВС на входе передатчика:

- а. размах видеосигнала
- б. амплитуду синхроимпульса и пересчитайте его величину в % к общему размаху ВС.
- в. длительность строчного синхроимпульса,
- г. длительность гасящего строчного импульса .

Результаты измерений занесите в табл. № 1

14. Повторите измерения по п.13 для видеосигнала на выходе передатчика для этого подайте видеосигнал с выхода TV DEMODULATOR на вход осциллографа.

15. По результатам измерений частоты пп 10 и 11 произведите расчет величины нестабильности в % . Данные измерений занесите в табл. № 1.

16. Сравните результаты измерений ВЧ напряжений по пп. 8 и 9.

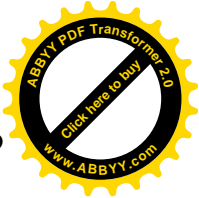
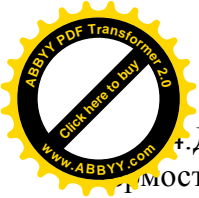
17. Сравните результаты измерений видеосигнала по пп.13 и 14.

Таблица №1

Rн	Uвых	Pвых.	F1вых.	F2вых	$\Delta F \%$	UвсВ	UссВ	%	τ с.с	τ с.г
ПРД	ПРД	ПРД	ПРД	ПРД		размах	строчный	синхрсм.	мкс	мкс
50 Ом										
50 Ом										

Контрольные вопросы по лабораторной работе:

1. Почему выходная мощность ПРД с модуляцией отличается от выходной мощности без модуляции ?
2. Изменится ли частота ПРД в зависимости от наличия или отсутствия модуляции ?
3. Для чего в ПДТ-02 применяется сигнал промежуточной частоты?



4. Для чего в ПДТ-02 в задающем генераторе применяется кварц и его стабилизирование ?
5. На что влияет выход неустойчивости несущей частоты передатчика за пределы допуска, указанные в паспорте на передатчик ?
6. Почему не допускается работа передатчика ПДТ-02 при пониженном или повышенном напряжении питания?

Литература: В.В. Шахгильдян Проектирование радиопередатчиков
М. "Радио и связь" 2000г.

Оглавление

1. Цель работы	3
2. Домашнее задание	3
3. Краткие теоретические сведения о амплитудной модуляции	3
4. Мощностные характеристики АМ колебаний	4
5. Краткие сведения об однополосной амплитудной модуляции	5
6. Формирование однополосного сигнала методом балансной модуляции	6
7. Периодические испытательные сигналы	7
8. Сигналы испытательных строк	11
10. Порядок выполнения работы	14
11. Контрольные вопросы	15
5. Литература	16