

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

Кафедра телевидения и управления (ТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. каф. ТУ  
Пустынский И.Н.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 г.

**Канал записи яркостного сигнала  
видеомагнитофона**

*Руководство к лабораторной работе*

Нормоконтроль:

Разработчики:  
доцент каф. ТУ Дементьев А.Н.  
ст. преп. Латышев А.Ю.

**2012**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СОДЕРЖАНИЕ.....</b>	<b>2</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>2. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА КАНАЛА ЗАПИСИ.....</b>	<b>3</b>
<b>3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА .....</b>	<b>7</b>
<b>4. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ .....</b>	<b>9</b>
<b>5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ .....</b>	<b>9</b>
<b>6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....</b>	<b>10</b>
<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>10</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящее руководство по лабораторной работе "Канал записи яркостного сигнала видеомагнитофона" составлено в помощь студентам для практического изучения данной темы в курсах: "БРЭА и сервис БРЭА". Лабораторная работа построена на базе бытового видеомагнитофона "Электроника ВМ-12" и рассчитана на 4 часа работы. После выполнения данной работы студенты должны получить практические знания о работе канала записи, знать структурную схему канала записи, иметь представление о преобразовании записываемого сигнала в канале записи яркостного сигнала ВМ.

## **2. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА КАНАЛА ЗАПИСИ**

Канал записи яркостного сигнала входит в состав блока видео- и звукового каналов (БВЗ). Блок обеспечивает обработку телевизионных сигналов и сигналов звукового сопровождения при их записи на магнитную ленту и воспроизведение с нее. Кроме канала яркости, БВЗ содержит каналы обработки цветowych и звуковых сигналов. В канале яркости в режиме "Запись" происходит ограничение полосы частот телевизионного сигнала, преобразование его в частотно-модулированные колебания, усиление последних и подача их на видеоголовки. Структурная схема канала записи яркостного сигнала изображена на рисунке 1.

Основой канала записи яркостного сигнала является многофункциональная микросхема 1DA1 КР1005ХА4. При записи входной телевизионный (видео) сигнал подается на устройство АРУ (1), которое поддерживает постоянным его уровень на входе частотного модулятора канала яркости. Работу схемы АРУ обеспечивают селектор СИ и детектор (5), входящие также в состав микросхемы 1DA1. Принцип реализации ключевой АРУ заключается в формировании инвертированных относительно ССИ, и задержанных на время их длительности положительных импульсов, амплитуда которых несколько больше уровня белого на выходе ФНЧ (6). С выхода формирователя (3) эти импульсы поступают на сумматор (4), где добавляются к записываемому сигналу, и детектор (5), управляющий коэффициентом усиления усилителя (1). В результате АРУ в целом оказывается чувствительной только к изменениям амплитуды входных ССИ. Поэтому в схемотехническую реализацию современных устройств АРУ, кроме усилителя (1) с управляемым коэффициентом, всегда входит селектор строчных импульсов (2).

С выхода устройства АРУ сигнал через ФНЧ (6) 1Z1, подавляющий сигналы цветности. Записываемый видеосигнал разделяется фильтрами на

яркостную и цветовую составляющие, как показано на рис.2.

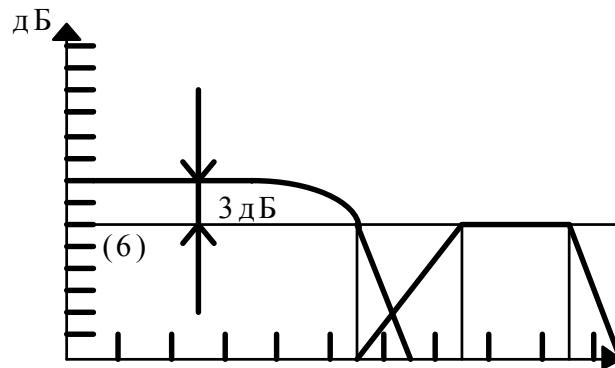


Рис.2 АЧХ разделения сигналов яркости  
(фильтр б) и цветности

К характеристикам фильтров, используемых в магнитной видеозаписи, предъявляются противоречивые требования. ФНЧ (6) должен иметь равномерную АЧХ в полосе пропускания, малый интервал среза, большое затухание и линейную ФЧХ. Ни один из качественных фильтров этим условиям не удовлетворяет. Поэтому наиболее часто употребляются так называемые переходные фильтры Баттерворта-Томпсона, монотонная АЧХ которых приближается к максимально плоской характеристике фильтра Баттерворта, а линейность ФЧХ обеспечивает приближение к максимально плоской характеристике группового времени запаздывания

$$T_{ГР} = \frac{-d\varphi}{d\omega}$$

фильтра Бесселя (Томсона). Обычно применяют пассивные фильтры 3-6 порядков.

После ФНЧ (6) 1Z1, ключевой каскад (микросхема 1DA1) и построечный резистор 1R9, видеосигнал поступает на усилитель (7) с усилением 12 дБ. С помощью резистора 1R9 устанавливается уровень девиации частоты модулятора. Далее сигнал проходит через нелинейный корректор (8), выполненный на транзисторе 1VT1 с частотно-зависимой цепью и диодами Шотки в цепи базы. При больших уровнях сигнала эта цепочка преобразуется в RC-цепь, показанную на рисунке 3.

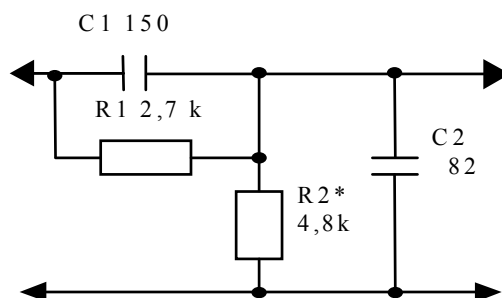


Рис. 3 Схема RC-цепи нелинейного корректор

При малых уровнях из-за уменьшения проводимости диодов ослабляется влияние конденсатора  $C_2$  и в предельном случае постоянная времени цепи  $T_2$  уменьшается до минимума. При последующем усовершенствовании видеотракта разработчики оптимизировали параметры цепи нелинейной коррекции, тем самым увеличив относительный подъем верхних частот. С целью получения таких параметров цепи в видеомагнитофоне “Электроника ВМ-12” необходимо, чтобы конденсатор  $C_1$  имел емкость 82 пФ, конденсатор  $C_2$  - емкость 43 пФ, а резистор  $R_1$  - сопротивление 4,7 кОм. Таким образом, схема нелинейной коррекции обеспечивает относительное повышение уровня записи малых ВЧ-составляющих видеосигнала, что улучшает четкость воспроизводимого изображения.

Дальнейшая обработка сигналов при записи проводится после восстановления постоянной составляющей видеосигнала фиксатором уровня (9). В видеомагнитофоне “Электроника ВМ-12” используется ключевой фиксатор уровня, управляемый от селектора строчных СИ. За счет этого уровни вершин СИ в записываемом сигнале стабилизируются, что повышает точность последующего преобразования записываемого сигнала в ЧМ.

После фиксации уровня записываемый сигнал подвергается линейным предискажениям. В этом каскаде (10), как и во всех случаях частотной модуляции, осуществляется подъем амплитуды верхних частот перед модуляцией с последующей обратной коррекцией сигнала при воспроизведении. Необходимость введения линейных предискажений вызвана тем, что влияние ВЧ-составляющих шума на воспроизводимый сигнал сказывается значительно сильнее, чем низкочастотных. Поэтому увеличение индекса модуляции для верхних частот при записи приводит к относительному ослаблению влияния шумов, но должно быть учтено при воспроизведении введением соответствующей коррекции. Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) формирователей нелинейных и линейных предискажений изображены на рисунке 4.

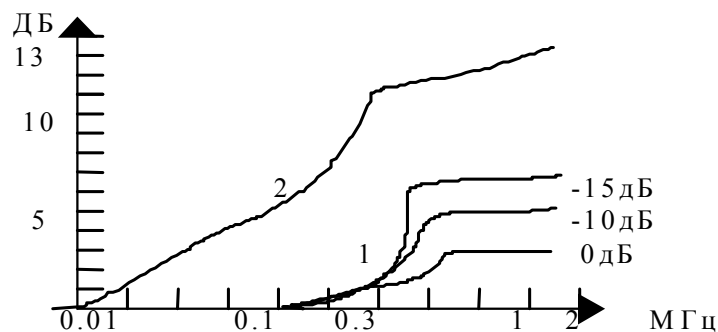


Рис.4 АЧХ формирователей предискажений  
(1-нелинейных, 2-линейных)

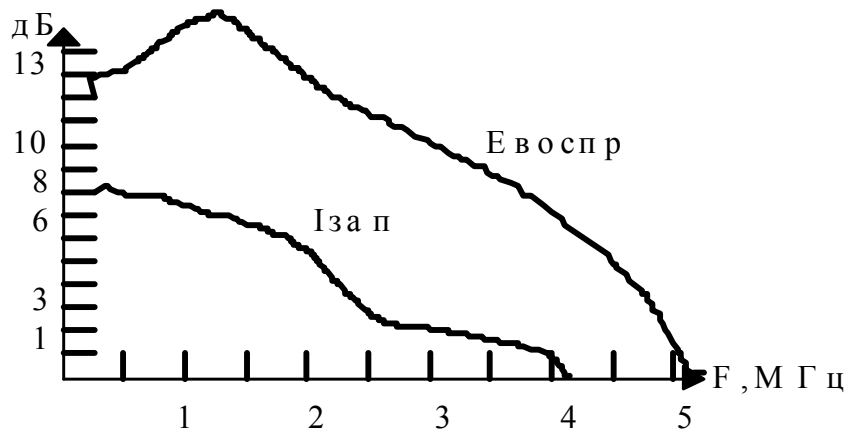
Введение линейных предискажений порождает выбросы в записываемом сигнале на фронтах импульсов синхронизирующей составляющей и контрастных переходах изображения. Поэтому обычно степень ВЧ предискажений не превосходит +15 дБ и вводится двухстороннее ограничение (11) записываемого сигнала перед преобразованием его в ЧМ сигнал. Для формата VHS уровни ограничения составляют -40% от уровня вершин синхроимпульсов и +60% от уровня белого, где за 100% принимается размах видеосигнала.

В частотном модуляторе телевизионный сигнал модулирует колебания генератора таким образом, что уровню СИ соответствует частота 3,8 МГц, а уровню белого 4,8 МГц. При этом девиация частоты равна 1МГц. В качестве частотного модулятора применяют мультивибраторные схемы с эмитерной связью и одним конденсатором, удобные с точки зрения микроэлектронной реализации.

Спектр сигнала на выходе частотного модулятора зависит от формы его колебаний, в частности от соотношения длительностей положительных и отрицательных полуциклов. Асимметрия колебаний приводит к появлению четных гармоник несущей частоты, спектр которых с учетом боковых составляющих может перекрываться со спектром исходного сигнала и создавать помеху при демодуляции.

Полученный в результате ЧМ-сигнал яркости снимается с движка построечного резистора 1R22, с помощью которого устанавливается ток записи в видеоголовках и через ФВЧ (13) проходит на сумматор (14). В эту точку поступает преобразованный сигнал цветности. ФВЧ подавляет составляющие спектра ЧМ колебаний в полосе частот 0 – 1,5 МГц, иначе они будут мешать записываемым в этой полосе сигналам цветности.

Суммарный ЧМ сигнал поступает на вход усилителя тока записи (15), обеспечивающего его преобразование в ток записи, протекающий через обмотку ВГ. Нагрузкой усилителя записи являются БВЗ (16), в котором расположены видеоголовки В1 и В2, выполненные с сердечником из монокристаллического феррита и небольшим числом витков обмоток. За счет этого уменьшается эффективность обмоток и улучшается потокосцепление обмоток с сердечником. Снижение чувствительности ВГ при этом компенсируется применением повышающего трансформатора, выполненного в виде бесконтактного ферритового токосъемника, неподвижная секция которого содержит больше витков, чем вращающаяся часть. Выбор коэффициента трансформации токосъемника производится, исходя из получения оптимального отношения сигнал-шум в канале воспроизведения и согласования нагрузки с выходным каскадом усилителя записи. Типовая АЧХ усилителя записи по току в первичной обмотке токосъемника показана на рисунке 5.



*Рис.5 АЧХ усилителя записи и ЭДС воспроизведения*

Падающий участок АЧХ обусловлен уменьшением модуляционной способности магнитной ленты при малых длинах волн записи имеет крутизну порядка – 3 дБ на октаву и приблизительно соответствует границе области электромагнитного насыщения системы видеоголовка - магнитная лента. По формату VHS оптимальное значение тока записи в обмотках ВГ соответствует с точностью  $\pm 1,5$  дБ границе насыщения при частоте записываемого сигнала 4 МГц.

Следовательно, с той же точностью должны подбираться пары ВГ перед установкой их в БВГ.

### **3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА**

Структурная схема лабораторного макета изображена на рисунке 6.

На лицевой панели макета изображена структурная схема канала записи яркостного сигнала видеоманитфона (ВМ) “Электроника ВМ – 12”, на которой выведены все контрольные точки канала яркости X1-X9 и находятся внешние органы управления: SA1- тумблер включения питания устройства формирования измерительного сигнала (УФИС), SA2 - ступенчатый аттенюатор (ослабляющий входной сигнал на 2, 4, 6, 10, дБ), S3 – тумблер выключения устройства АРУ и предварительного усилителя, S4 – тумблер для подключения УФИС.

*Для проведения лабораторной работы также потребуется осциллограф С1-65А, видеоконтрольное устройство (ВКУ) ВК51Ц63, генератор высоких частот (ГВЧ) Г4-114 и генератор испытательных сигналов.*

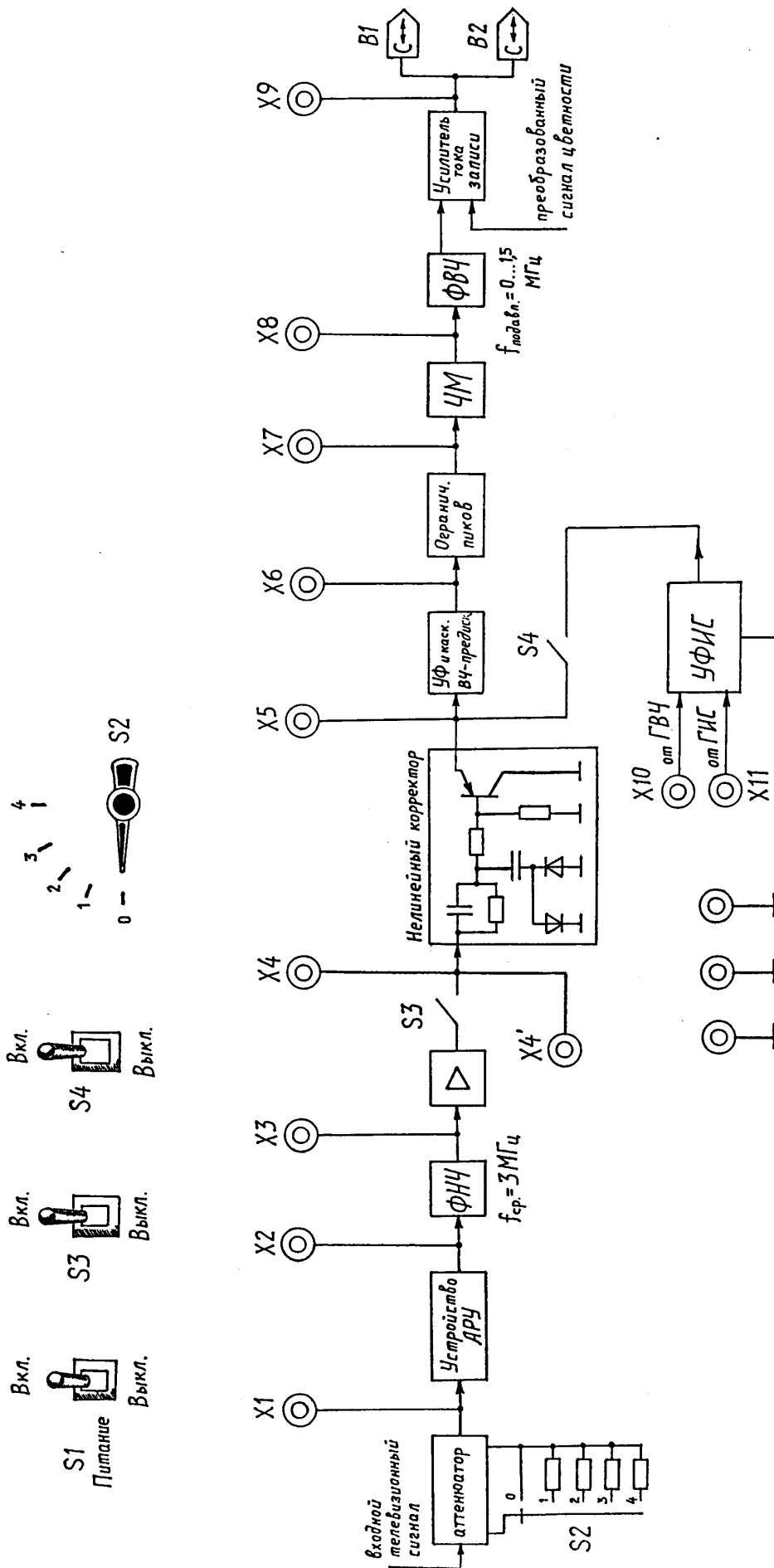


Рис.6 Внешний вид макета



## 4. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

4.1. Провести расчет АЧХ для схем на рисунке 7.

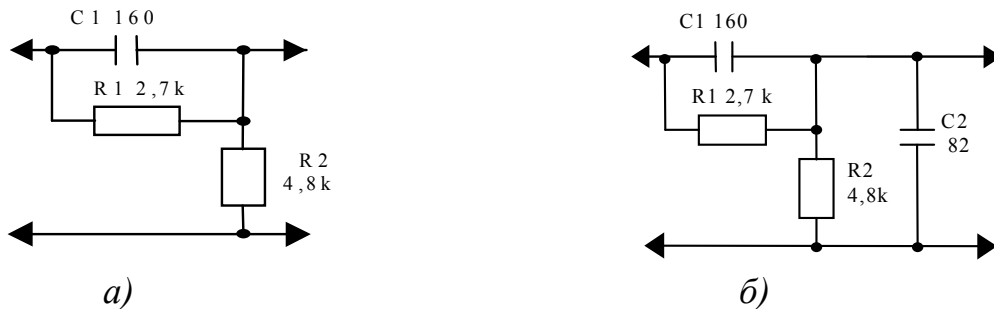


Рис.7 Схемы RC-цепи нелинейного корректора для малых (а) и больших уровней (б) сигналов

4.2. Построить графики АЧХ для случаев

а)  $C1 = 150$  пФ,

$C2 = 82$  пФ,

$R1 = 2,7$  кОм,

$R2 = 4,8$  кОм ;

б)  $C1 = 82$  пФ,

$C2 = 43$  пФ,

$R1 = 4,7$  кОм,

$R2 = 4,8$  кОм.

4.3. Определить постоянные времени цепи для обоих случаев.

4.4. Определить относительный подъем АЧХ в области высоких частот схемы нелинейного корректора (рисунок 4.1 а) по следующей формуле

$$K^* = K(2 \text{ МГц}) / K(0,2 \text{ МГц}) \quad (4.1)$$

4.5. Сделать выводы.

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

5.1. Ознакомиться с теоретическим материалом и ответить на контрольные вопросы.

5.2. Включить ВМ, монитор, осциллограф, генераторы, макет и дать им прогреться в течение 5 минут.

5.3. С ГИС на ВЧ вход ВМ подать сигнал цветных полос и зарисовать осциллограммы в контрольных точках X1-X9 макета.

*Для проведения измерения на видеоманитофоне нажать кнопки “сеть” и “запись”, ручкой “настройка” настроить один из каналов ВМ так, чтобы сигнал отчетливо наблюдался на экране ВКУ. На макете установить переключатели SA1 в положении “Выкл.”, SA2 в положении “0”, SA3 – “Вкл.”, SA4 – “Выкл.”.*

5.4. Снять амплитудную характеристику АРУ  $U_{\text{ВЫХ}}(U_{\text{ВХ}})$ , ослабляя аттенуатором SA2 сигнал цветных полос от 0 до 4 дБ. Построить график  $U_{\text{ВЫХ}}(U_{\text{ВХ}})$ .

5.4. Снять частотную характеристику  $U_{\text{ВЫХ}}(f)$  нелинейного корректора при  $U_{\text{ВХ}} = 0,2$  В. Для этого подать с ГВЧ синусоидальный сигнал на гнездо X4. Определить относительный подъем АЧХ в области ВЧ  $K^*$ [дБ] на краях диапазона частот. Сравнить полученные данные с расчетными. Амплитуду

входного сигнала контролировать осциллографом (гнездо X4\*). Частоту входного сигнала менять в пределах 0,2 – 2 МГц. Положение переключателей на лабораторном макете следующие: SA1 в положении “Выкл.”, SA2 – “0”, SA3 – “Выкл.”, SA4 – “Выкл.”. Построить график  $U_{\text{вых}}(f)$ .

5.5. Прodelать пункт 5.4 для уровня входного сигнала  $U_{\text{вх}} = 0,8 \text{ В}$ .

5.6. Прodelать пункт 5.4 для уровня входного сигнала  $U_{\text{вх}} = 1,5 \text{ В}$ .

5.7. Снять АЧХ каскада введения линейных предыскажений  $U_{\text{вых}}(f)$ . Для этого подать на гнездо X10 ВЧ - синусоидальный сигнал с амплитудой 0,4 – 0,5В, а на гнездо X11 сигнал цветных полос с видеовыхода ГИС (кнопка “Цвет” - отжата). Диапазон изменения частоты 0,2 – 2 МГц. Построить график  $U_{\text{вых}}(f)$ .

*Положения переключателей на лабораторном макете следующие:  
SA1 в положении “Вкл.”, SA2 – “0”, SA3 – “Выкл.”, SA4 – “Вкл.”.*

5.8. Составить отчет о проделанной работе.

*Внимание: графики по п. 5.4-п. 5.6 построить в одних координатных осях и описать их.*

В выводах отметить работу АРУ, формирователей нелинейных и линейных предыскажений, их назначения; особенности и основные принципы записи видеосигнала на магнитную ленту.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой способ записи используется в ВМ “Электроника ВМ-12”?
2. В каком формате записи работает ВМ “Электроника ВМ-12”? Какие форматы и способы видеозаписи еще Вам известны?
3. Для чего в канале записи необходимо АРУ? Какое АРУ используется в ВМ?
4. Нарисуйте спектральные диаграммы преобразования видеосигнала при его записи на магнитную ленту. Объясните необходимость и принципы преобразования видеосигналов перед их записью на магнитную ленту.
5. Объясните необходимость введения в записываемый сигнал нелинейных и линейных предыскажений.
6. Для чего вводится двустороннее ограничение видеосигнала?
7. Объясните работу нелинейного корректора по его электрической принципиальной схеме.
8. Какая несущая частота записываемого сигнала?
9. Нарисуйте структурную схему канала яркости. Какой обработке подвергается видеосигнал при его прохождении в канале записи?
10. Почему при записи используется узкополосная частотная модуляция?

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев А.П. Самохин В.П.  
Бытовые видеомагнитофоны - М: Радио и связь, 1989. – 160 с.

2. Гончаров А.В. Харитонов М.И.  
Канал изображения видеоманитфона - М: Радио и связь, 1987. – 264 с.
3. Войда З.П.  
Современная видеозапись - М: Радио и связь, 1987. - 380 с.
4. А.В. Лохматов, А. Н. Богушевский, В.А. Леонов  
Современные видеоманитфоны и видеокассеты -  
Санкт-Петербург: ХП « Путь », 1992. - 124 с.
5. Справочное пособие. Обслуживание и ремонт зарубежных бытовых  
видеоманитфонов. - Санкт-Петербург: « Лань », 1995. - 271 с.