

Ц 41
К-142

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

30/x - 65

2367



А.И. Калинин, А.Т. Матюшин

УЗЛЫ СКОРОСТНОГО МАЛОЛАМПОВОГО
ОСЦИЛЛОГРАФА

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1965

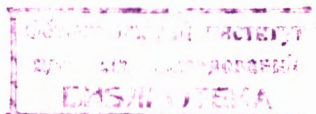
2387

3663/3 48.

А.И.Калинин, А.Т.Матюшин

УЗЛЫ СКОРОСТНОГО МАЛОЛАМПОВОГО
ОСЦИЛЛОГРАФА

Направлено в журнал "Вопросы радиоэлектроники"



При использовании в скоростном осциллографе электронно-лучевых трубок обычного типа для требуемого отклонения луча в 40–50 мм требуется усилитель вертикального отклонения – УВО, обеспечивающий выходную амплитуду сигнала 100–300 в с общим временем реакции порядка нескольких наносекунд. Каскадно включенные усилители с распределенными параметрами, удовлетворяющие поставленным требованиям, обычно содержат более половины всех применяемых в осциллографе ламп.

Как показывает анализ^{1,2,3/}, снижения количества радиоламп в усилителе вертикального отклонения при использовании электронно-ламповой техники можно добиться путем применения:

а) эффективных схем коррекции в предварительных каскадах УВО и усилителя с распределенными параметрами на его выходе;

б) форсирования режима ламп выходных каскадов УВО с выводом ламп в рабочий режим за приемлемое с точки зрения запуска осциллографа исследуемым сигналом время $10^{-8} - 10^{-7}$ сек .

Иллюстрацией возможностей п. а) может служить схема УВО, содержащего 3-каскадный, с автотрансформаторной коррекцией предварительный усилитель (рис. 1), фазоинвертор с буферными каскадами и двухтактный выходной усилитель с распределенными параметрами (рис. 2). Усилитель собран на 18 лампах типа 6Ж9П и обеспечивает усиление ~ 6000 (75 дБ), выходной сигнал 50 х 2 в в полосе частот 0,005 – 100 мГц.

Усилитель включался непосредственно на пластины электронно-лучевой трубки .

Изображение максимального выходного сигнала на экране трубки ~ 40мм при напряжении питания трубки 10 кВ.

Подобный усилитель может применяться для регистрации сигналов с частотой повторения, ограниченной в принципе лишь полосой пропускания.

Чаше, однако, требуется регистрация однократных сигналов. В этом случае можно реализовать импульсные возможности радиоламп, поскольку для наносекундного диапазона длительность импульса не более единиц микросекунд.

Из результатов испытаний ряда широкополосных ламп в форсированном режиме следует ^{/8,7,8/}, что одна лампа каскада усиления с автотрансформаторной коррекцией в реальных условиях форсирования эквивалентна 18-32 лампам каскада обычного усилителя с распределенными параметрами по выходной амплитуде и 2-8 лампам по коэффициенту усиления при одинаковых граничных частотах и емкостной нагрузке. Это позволяет рассчитывать на возможность получения требуемой выходной амплитуды усилителя с заданным временем реакции в принципе даже от однолампового скорректированного каскада.

Для проверки реализуемости указанных возможностей были собраны каскады усиления (рис. 3а, б) на радиолампах типа 6В2П и 6Э5ПИ с автотрансформаторной коррекцией и параметрами катушки коррекции, выбранными по результатам ^{/2/}. Выходной сигнал каскада поступал на вертикально-отклоняющую пластинку (вторая заземлялась) электронно-лучевой трубки типа 13Л04 и по изображению на экране определялись параметры переходной характеристики каскада.

В схеме рис. 3а при $R = 200$ ом фронт нарастания выходного напряжения получен в близком соответствии с расчетом ^{/2/} и составляет 1,5-2,0 нсек при выбросах 35-20% соответственно.

Максимальная выходная амплитуда без захода в область положительных напряжений на сетке ~ 325 в, однако, в области напряжений на сетке -8 - +8 в на вершине основного импульса наблюдается появление еще одного неконтролируемого импульса, сдвинутого относительно основного на время 50-100 нсек. Форма и положения импульса зависят от режима лампы, однако, полного исчезновения его добиться при всех принятых мерах не удалось. По этой причине не удалось использовать лампу и для формирования "подсвета" с одновременным использованием ее для линейного усиления сигнала. Однако известно, что исчезновения паразитного импульса удается достигнуть подбором напряжения на экранной сетке и диноде лампы. Возможно, нами подбор производился в недостаточно широких пределах с малым количеством экземпляров лампы.

В дальнейших экспериментах с усилителем использовалась только лампа типа 6Э5ПИ, поскольку лампы типа 6Ж21П (с катодной сеткой) в испытанной схеме не обеспечивали достаточную линейность амплитудной характеристики в форсированном режиме.

В схеме рис. 3б при $R_a = 430$ ом фронт нарастания выходного напряжения также соответствует расчетному и составляет 2-2,5 нсек при выбросе 10-5% соответственно. Выходная амплитуда каскада достаточно линейна до напряжений 250-300 в, что соответствует области отрицательных напряжений на сетке лампы. Коэффициент усиления каскада 20-21. На рис. 4 приведена схема двухкаскадного усилителя с "подсветом" выходной лампы L_3 , работающей в форсированном режиме. Импульс "подсвета" выходной лампы поступает при заперении лампы L_2 сигналом генератора развертки.

Время вывода L_3 в рабочий режим в схеме такого типа определяется временем реакции 2-х каскадов и мало влияет на время задержки исследуемого сигнала, определяемого в основном задержкой запуска генератора развертки. При $R_{a2} = 430$ ом, $R_{a1} = 200$ ом и катушках коррекции, рассчитанных в соответствии с ^{/2/}, амплитуда выходного сигнала относительно уровня пьедестала достигает $+100-130$ в. Время нарастания $\approx 4,5-4,6$ нсек при коэффициенте усиления 120-130. Схемой форсирования выходного и предыдущего каскада может служить схема, описанная в ^{/6-8/}.

Каскады развертки

Основным требованием к генератору развертки является, наряду с требованиями достаточной линейности, скорости и амплитуды, обеспечение малой задержки срабатывания, что существенно при запуске исследуемым сигналом, с целью сокращения длины кабеля задержки в канале УВО. На рис. 5 приводится экспериментальная схема генератора прямоугольного перепада для запуска выходных каскадов развертки. При использовании на выходе генератора разрядного пентода общая задержка начала развертки для входного сигнала 0,1-0,2 в не превышает 30-35 нсек. 1-й каскад генератора - усилитель с регулируемым уровнем к, одновременно, выбором полярности импульса запуска с помощью двойного потенциометра и каскада с двуполярным запуском на лампе 6В2П, запускаемого по управляющей сетке или по катоду в зависимости от преобладания полярности поступающих сигналов. С анода 6В2П сигнал запуска поступает на схему формирования ^{/8/}, на подсвет трубки и КВО. Амплитуда выходного сигнала генератора 35-40 в с временем нарастания 7-10 нсек. При проектировании генератора развертки с двухтактным выходом - что часто необходимо для уменьшения трапецеидальных искажений на экране трубки - требуется генератор положительного пилообразного напряжения, достаточного для раскачки выходного каскада амплитуды.

В качестве каскада, генерирующего положительное пилообразное напряжение, удобно употребить ^{/6-8/} лампу со вторичной эмиссией. В испытанной схеме (рис. 6) для улучшения линейности выходного напряжения экранирующая сетка соединена с динодом, при этом зарядный ток величиной 2а постояен до амплитуд 400-500 в при перепаде на управляющей сетке в 20-30 в. Если необходима регулируемая скорость развертки при невысоких требованиях линейности, то это можно осуществить путем регулирования напряжения на экранной сетке лампы.

Применение лампы типа 6В2П обеспечивает ток заряда до 3-3,5 а. Положительное пилообразное напряжение далее может поступать на усилитель фазорасщепитель или схему парафазного типа.

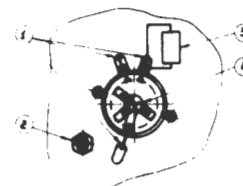
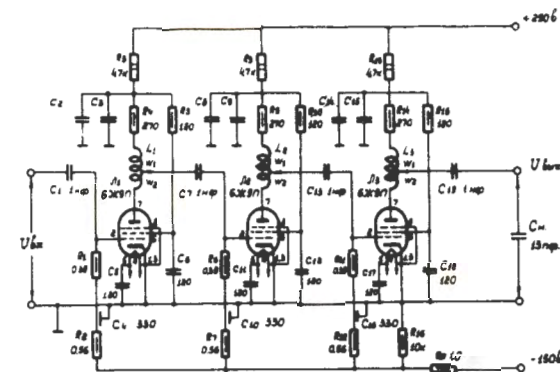
На рис. 7 приведена схема осциллографа (без источников питания), в которой непосредственно были проверены описанные узлы, на рис. 8, 9 - осциллограммы для выходных каскадов.

Круг вопросов, связанный с разработкой скоростного осциллографа, естественно, не ограничивается рассмотренными каскадами, кроме того, появление высокочувствительных ЭЛТ, высокочастотных и лавинных триодов позволяет решать поставленные задачи иными методами, однако, в ряде случаев приведенные схемы и принципы могут оказаться полезными.

Л и т е р а т у р а

1. F.J.Tischer. "Vorstarkung und Bandbreite von Video-Verstarkern". Archiv der electrischen Ubertragung Band 6, Heft 8, August 1952.
2. В.М.Другов. Определение оптимальных параметров усилителей со сложной коррекцией. Радиотехника т.8 № 4, 1953.
3. Muller F.J. "High-Frequency Compensation of RC Amplifiers". Proceedings of the IRE. v. 42, no. 8, August 1954.
4. А.Н.Калинин, А.Т.Матюшин. Некоторые возможности сложной коррекции амплитудно-частотной характеристики усилителя. Радиотехника т.19, № 4, 1965.
5. Н. Льюис, Ф.Уэлс. Миллимикросекундная импульсная техника. Изд-во иностранной литературы, Москва, 1956.
6. Регистрационное удостоверение № 33941.
7. Регистрационное удостоверение № 32372.
8. Регистрационное удостоверение № 32373.

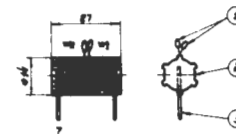
Рукопись поступила в издательский отдел
20 сентября 1965 г.



Монтаж ламповой панели

- 1 Лампы вкрученные в шасси
- 2 Трансформатор конденсатор
- 3 Конденсатор шумоподавления
- 4 Частота накала лампы
- 5 Место пайки выводов сетки и антивистрансформации

Шасси катушка 10мм серебристая
80 дирак провода накала лампы
и цепи смещения монтируются
с внешней стороны шасси



Катушки коррекции L1, L2

- 1 Отводы от 5,67 витков обмотки, всего 32-34 витков
- 2 Каркас материала аре стекла
- 3 Выводы катушки провол медной посеребренной Ø 1,0 мм

Рис. 1. Предварительный усилитель с автотрансформаторной коррекцией.

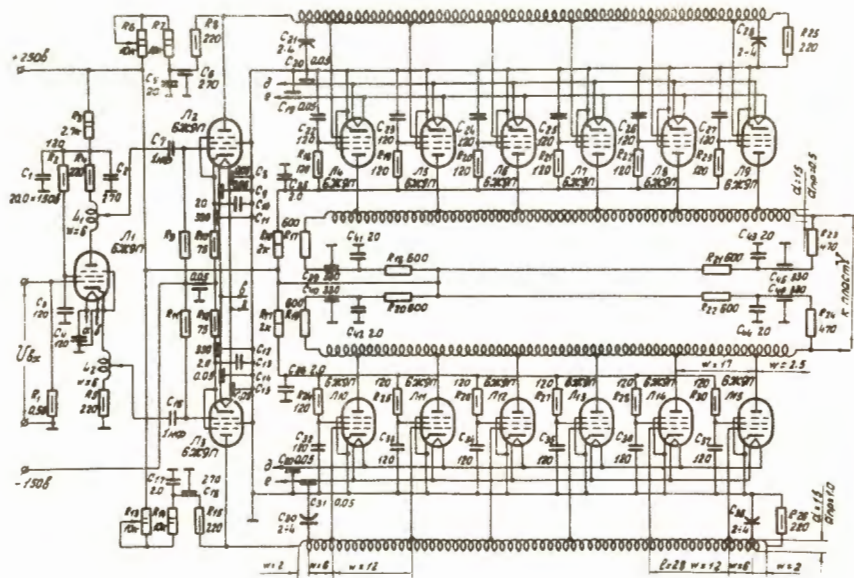


Рис. 2. Оконечный усилитель с распределенными параметрами.

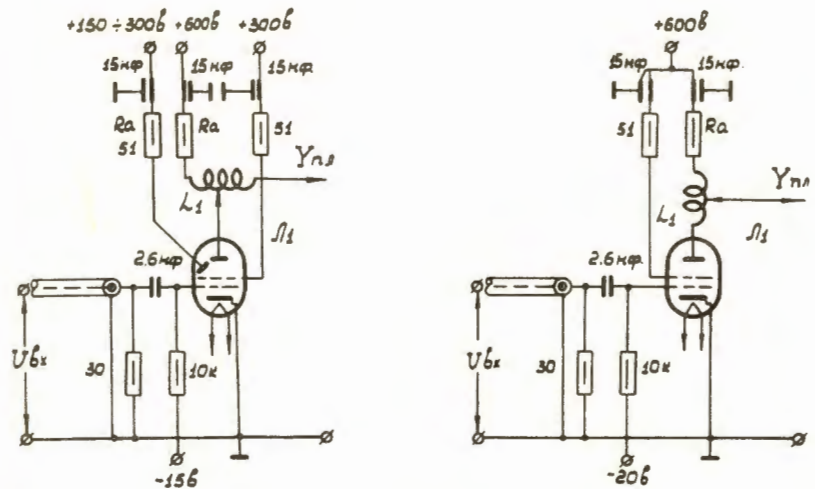


Рис. 3. Форсированный каскод усилителя с коррекцией на лампах
а) 6В2П, б) 6Э5П.

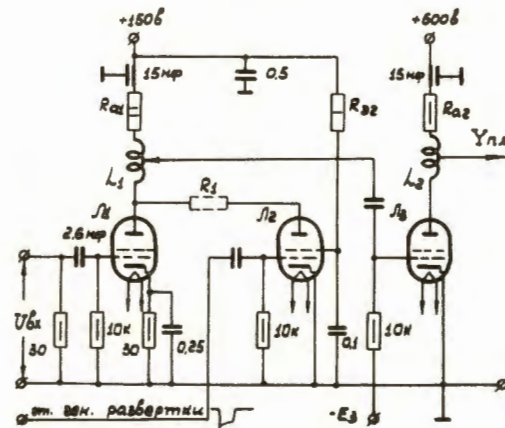


Рис. 4. Двухкаскадный усилитель с "подсветкой" на лампах 6Э5П.

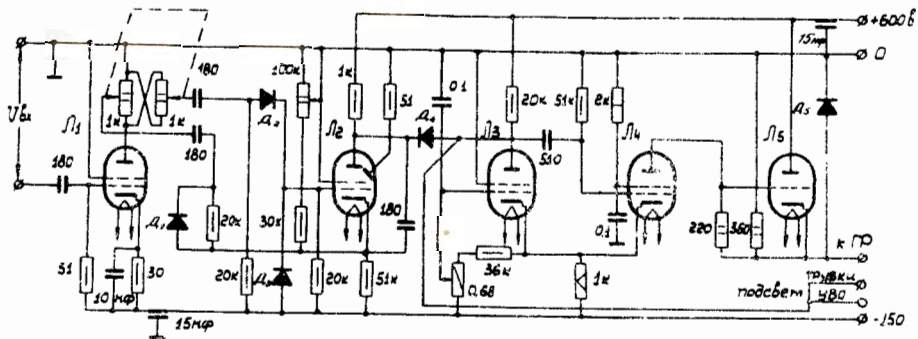


Рис. 5. Входные цепи канала развертки и схема генератора прямоугольного перепада.

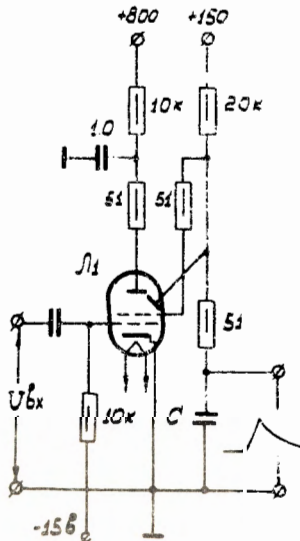


Рис. 6. Генератор положительного пилообразного напряжения с повышенной линейностью на лампе типа 6В2П.

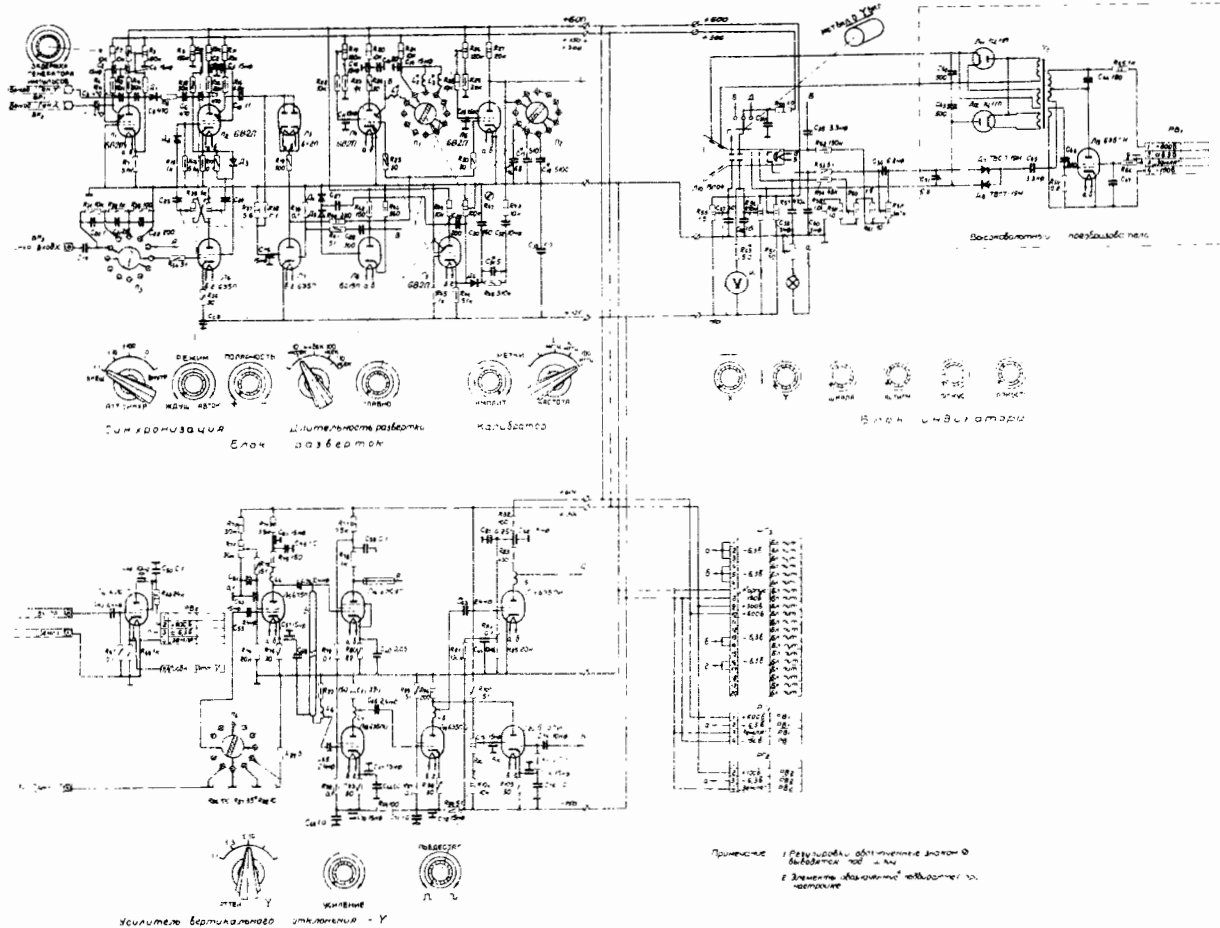
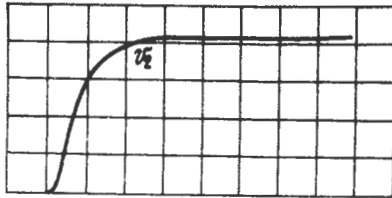
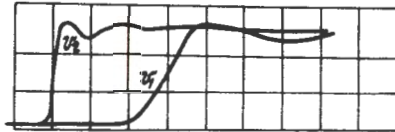


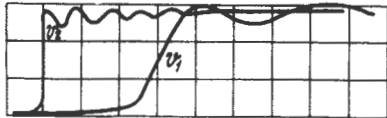
Рис. 7. Экспериментальная схема малоамперного осциллографа.



а) Оси. каскада без коррекции [взвпн]
 $R_a = 430 \text{ ом}$ $C = 10 \text{ пф}$

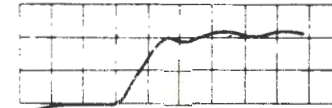


б) Оси. каскада с коррекцией при
 двух скоростях развертки

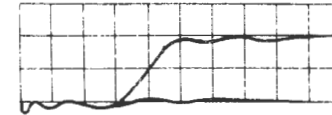


в) Оси. каскада с коррекцией при
 двух скоростях развертки
 $v_1 = 1,7 \text{ нсек/см}$ $v_2 = 4,5 \text{ нсек/см}$

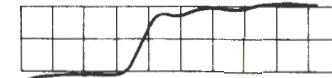
Рис. 8. Осциллограмма переходной характеристики выходного каскада на лампе 6Э5ПН в форсированном режиме а) без коррекции; б, в) с автотрансформаторной коррекцией при вариации параметров - изменении положения отвода на катушке коррекции.



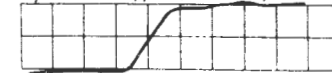
а) Осциллограмма сигнала и
 пьедестала при $R=500 \text{ ом}$ $v_p = 4,5 \text{ нсек/см}$



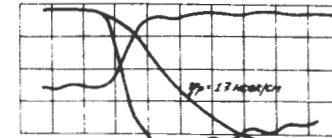
б) Оси. сигнала и пьедестала
 при $R=0$ $v_p = 4,5 \text{ нсек/см}$



в) Оси. выходного напряжения
 $2^{\text{д}}$ каскадного усилителя
 г) Схема коррекции 5^{го} порядка



$v_p = 4,5 \text{ нсек/см}$



д) Амплитудная характеристика
 для отрицательного сигнала - предельная амплитуда

Рис. 9. Осциллограммы переходной характеристики двухкаскадного усилителя с коррекцией по схеме рис. 4, 7 при различных параметрах коррекции и скоростях развертки.