

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра радиотехнических систем

***ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО МОДУЛЯТОРА
С ЧАСТИЧНЫМ РАЗРЯДОМ НАКОПИТЕЛЯ***

Методическое руководство

к лабораторной работе
по курсу «Радиопередающие устройства»
для студентов специальностей «Радиотехника»,
«Радиоэлектронные системы» всех форм обучения

Минск 2003

УДК 621.396.61 (075.8)
ББК 32.848-04 я 73
И 85

С о с т а в и т е л и :
В.В. Ползунов, Г.И. Ясюля

Исследование импульсного модулятора с частичным разрядом И 85 накопителя: Метод. руководство к лабораторной работе по курсу «Радиопередающие устройства» для студ. спец. «Радиотехника», «Радиоэлектронные системы» всех форм обучения / Сост. В.В. Ползунов, Г.И. Ясюля. – Мн.: БГУИР, 2003. – 19 с.: ил.

В методическом руководстве рассматриваются принципы построения импульсного модулятора с частичным разрядом накопителя, методика расчета основных его элементов и экспериментальные исследования основных физических процессов, происходящих в нем.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальностям «Радиотехника», «Радиоэлектронные системы», а также «Проектирование и производство радиоэлектронных средств».

УДК 621.396.61 (075.8)
ББК 32.848-04 я 73

Содержание

1. Цель работы
 2. Краткие теоретические сведения
 3. Описание лабораторной установки
 4. Порядок выполнения работы
 5. Содержание отчёта
 6. Контрольные вопросы
- Литература
Приложение РАБОТА С ПРИБОРОМ ГК4-19А

Библиотека БГУИР

1. Цель работы

1.1. Изучить принципиальную схему и конструкцию модулятора с частичным разрядом накопителя.

1.2. Экспериментально изучить физические процессы в модуляторе с частичным разрядом накопителя.

1.3. Оценить влияние изменения параметров схемы модулятора на качество работы магнетронного генератора.

2. Краткие теоретические сведения

Импульсный модулятор с частичным разрядом накопителя чаще всего применяется в магнетронных генераторах. Такой модулятор обладает рядом преимуществ по сравнению с модулятором с полным разрядом накопителя. Это объясняется двумя обстоятельствами. Во-первых, данный тип модулятора позволяет получить модулирующий импульс с любой, наперёд заданной степенью приближения к прямоугольному, причём формирование каждого участка импульса (фронта, вершины и спада) может происходить практически независимо от двух других. Во-вторых, модулятор с частичным разрядом накопителя не требует согласования своего внутреннего сопротивления с сопротивлением нагрузки, что важно при модуляции магнетрона, представляющего собой нелинейную нагрузку.

Основным недостатком модулятора с частичным разрядом накопителя является более низкий КПД, чем модулятора с полным разрядом накопителя.

В настоящее время все достаточно мощные импульсные модуляторы строятся в соответствии со структурной схемой, показанной на рис. 1.

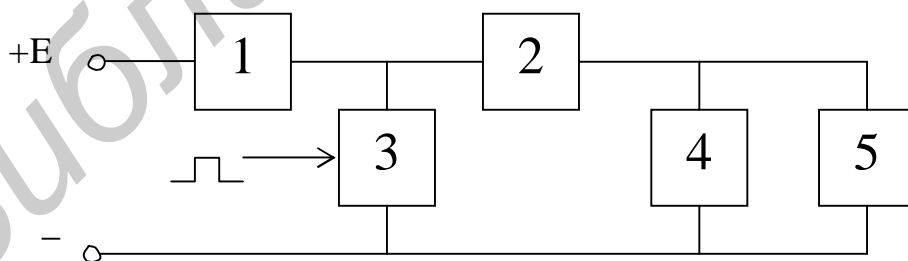


Рис. 1. Структурная схема модулятора:

1 – зарядный элемент; 2 – накопитель энергии; 3 – коммутирующее устройство (коммутатор); 4 – зарядно-разрядный элемент; 5 – нагрузка (активный элемент)

Модулятор работает следующим образом. В интервале между импульсами коммутирующее устройство 3 закрыто, и накопитель энергии 2 заряжается от источника питания E до напряжения U через зарядный элемент 1 и зарядно-разрядный элемент 4. При правильно выбранных параметрах схемы величина U близка к напряжению источника питания E . При открытии коммутатора положительным импульсом, форма, амплитуда и длительность которого определяется подмодулятором, накопитель энергии разряжается через коммутирующее устройство и нагрузку. Таким образом, импульсный модулятор преобразует энергию источника питания (ИП) во времени, при этом мощность ИП равна среднему значению импульсной мощности $P_{0\text{ ср}} = P_{0\text{ и}} / q$, где q – скважность импульсного процесса. Эту среднюю мощность ИП расходует длительное время (в паузах) на увеличение энергии в накопителе энергии (НЭ), а НЭ расходует её за короткий интервал (длительность импульса).

В импульсных модуляторах с частичным разрядом накопителя в качестве коммутирующего устройства (КУ) используются только электронные модуляторные лампы или транзисторы. Это обусловлено тем, что при частичном разряде накопителя моменты включения и выключения КУ должны быть жёстко фиксированы.

Наибольшее применение в качестве модуляторных ламп находят тетроды по следующим причинам:

1. Крутизна линии критического режима у тетрода больше, чем у триода, и при выборе рабочей точки на линии критического режима падение напряжения на аноде лампы невелико. Следовательно, при одинаковом токе лампы потери на аноде тетрода меньше, чем на триоде.

2. Мощность управления тетродом меньше, чем триодом, благодаря чему облегчаются требования к подмодулятору.

Накопитель должен быть электрически прочен и обеспечивать требуемую стабильность вершины модулирующего импульса. В качестве накопителя используется емкость, величина которой выбирается в зависимости от длительности и допустимой нестабильности вершины импульса.

Зарядный элемент должен ограничивать величину тока высоковольтного выпрямителя как через модуляторную лампу во время формирования импульса, так и через накопитель во время его подзаряда в промежутках между импульсами. Тип и параметры зарядного элемента выбираются исходя из двух противоречивых требований: желательно, чтобы для уменьшения величины тока выпрямителя через лампу сопротивление зарядного элемента было большим, но при этом для обеспечения заряда накопителя до заданной величины U потребуется большая величина напряжения E на выходе источника питания. В качестве зарядного элемента может применяться как активное сопротивление, так и индуктивность в сочетании с активным сопротивлением.

Зарядно-разрядный элемент должен:

- 1) обеспечивать требуемую длительность и форму спада модулирующего импульса;
- 2) по возможности не шунтировать нагрузку;
- 3) обладать малой паразитной ёмкостью.

Простейшим зарядно-разрядным элементом является активное сопротивление. Основной недостаток его состоит в том, что при реальных величинах паразитной емкости модулятора обеспечение требуемой длительности спада импульса возможно при сопротивлениях, сильно шунтирующих нагрузку. По этой причине в мощных модуляторах активное сопротивление в качестве зарядно-разрядного элемента практического применения не находит. Однако в маломощных модуляторах, когда энергетические соотношения существенной роли не играют, активное сопротивление может применяться как зарядно-разрядный элемент из-за своей простоты. В мощных модуляторах в качестве зарядно-разрядных элементов применяются либо индуктивность с гасящим диодом, либо индуктивность с активным сопротивлением.

Принципиальная электрическая схема модулятора, где в качестве зарядного и зарядно-разрядного элементов используются сопротивления (R_1 и R_2), показана на рис. 2.

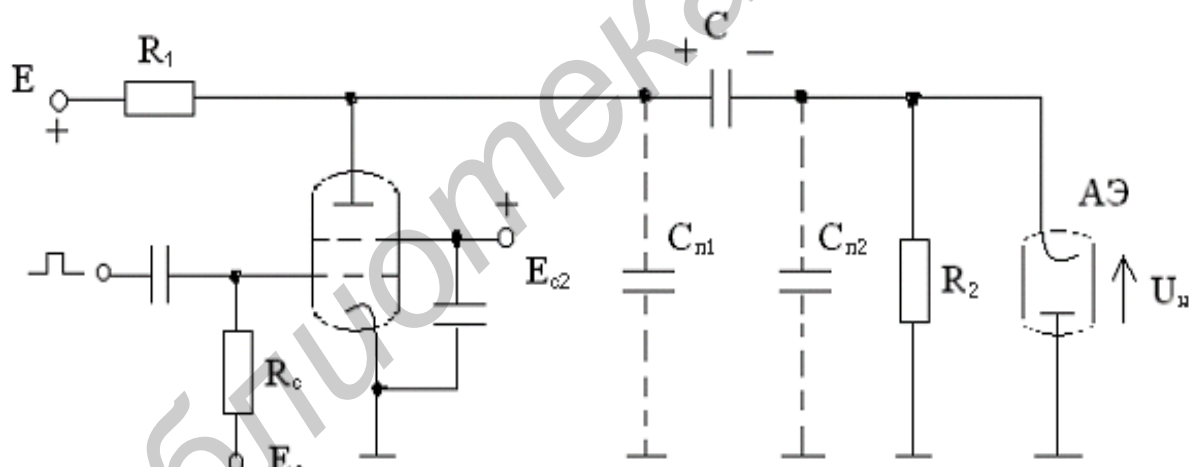


Рис. 2. Принципиальная схема модулятора

Рассмотрим влияние элементов схемы модулятора, представленной на рис. 2, на параметры модулирующего импульса.

Форма импульса напряжения на нагрузке (АЭ) модулятора изображена на рис. 3.

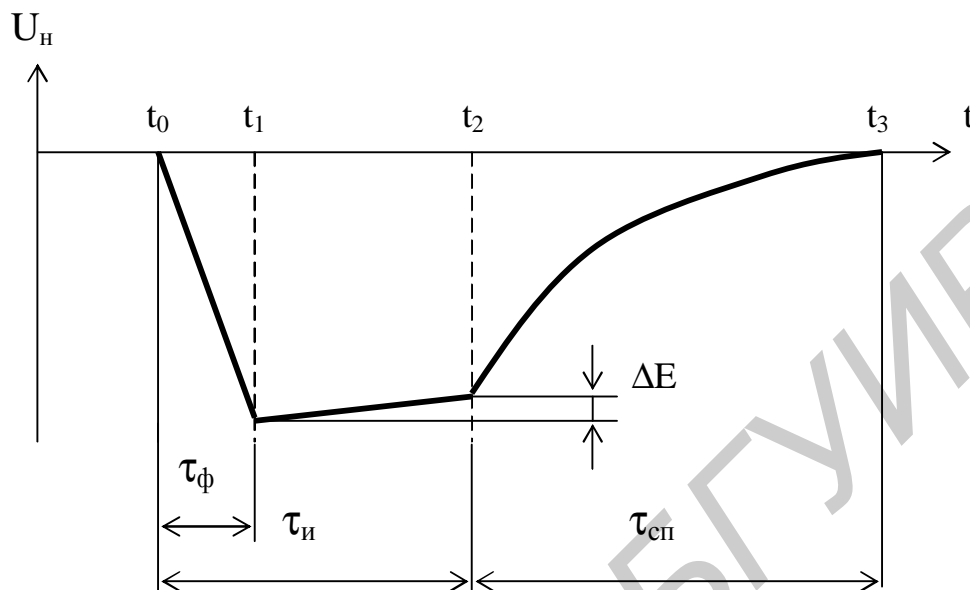


Рис. 3. Форма модулирующего импульса:
 τ_ϕ – время фронта; τ_n – длительность импульса; $\tau_{cп}$ – время спада

Импульс разделён на участки, соответствующие характерным физическим процессам в модуляторе и этапам расчёта формы импульса.

В момент времени $t = t_0$ от подмодулятора на управляющую сетку модуляторной лампы подаётся импульс положительной полярности. Модуляторная лампа открывается и начинается разряд накопительного конденсатора (C) через лампу и включённые параллельно паразитные ёмкости ($C_{п1}$, $C_{п2}$) и зарядно-разрядное сопротивление (R_2).

На этом участке сопротивление магнетрона очень велико. Поэтому можно считать, что цепь нагрузки при этом разомкнута.

Крутизна фронта модулирующего импульса является важнейшим эксплуатационным параметром модулятора. Так, для магнетрона скорость нарастания напряжения обычно составляет (100...300) кВ/мкс, что соответствует $\tau_\phi \approx (0,1 \dots 0,2)\tau_n$. При слишком крутом фронте модулирующего импульса колебания на π -виде могут вообще не возбуждаться, а при слишком пологом фронте возникает опасность возбуждения низковольтных паразитных колебаний.

Скорость нарастания (и длительность) фронта модулирующего импульса ограничена постоянной времени заряда паразитной ёмкости модулятора $C_{п}$, подключённой параллельно магнетрону:

$$\tau_{\phi} \approx 2,2 R_{\Sigma} C_{\Pi}, \quad (1)$$

где $C_{\Pi} = C_{\Pi 1} + C_{\Pi 2}$,

$$\frac{1}{R_{\Sigma}} \approx \frac{1}{R_i} + \frac{1}{R_2},$$

R_i – внутреннее сопротивление модуляторной лампы.

Величина паразитной ёмкости (C_{Π}) складывается из выходной ёмкости модуляторной лампы, ёмкости монтажа, входной ёмкости АЭ и составляет $C_{\Pi} \approx (50 \dots 200)$ пФ. Из соотношения (1) следует, что длительность фронта будет тем больше, чем больше паразитная ёмкость (C_{Π}) и эквивалентное сопротивление (R_{Σ}).

Второй участок (от t_1 до t_2) модулирующего импульса характеризует процесс разряда накопительной ёмкости (C) на магнетрон и зарядно-разрядное сопротивление R_2 . Поскольку величина R_2 выбирается достаточно большой, то для спада напряжения на вершине модулирующего импульса можно записать следующее соотношение:

$$G = \frac{\Delta E}{U_{\max}} = \frac{r_g \cdot \tau_{и}}{C(r_i + r_g)R_r} \quad (2)$$

где r_g – динамическое сопротивление магнетрона;

r_i – внутреннее сопротивление модуляторной лампы в рабочей точке;

R_r – сопротивление магнетрона импульсному току.

Из соотношения (2) следует, что для получения малого спада напряжения на вершине импульса необходимо при заданном режиме работы модулятора увеличивать накопительную ёмкость.

Требования к относительной нестабильности напряжения на вершине импульса (G) достаточно жёсткие и зависят от тока активного элемента. Обычно для лампового автогенератора $G \leq 0,1$, а для магнетронного генератора $G \leq 0,02$.

После запираания модуляторной лампы на участке ($t_2 < t < t_3$) происходит разряд паразитной ёмкости через нагрузку и шунтирующие цепи.

Время спада напряжения модулирующего импульса можно приближённо оценить как

$$\tau_{\text{сп}} \approx 2,2 C_{\text{п}} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}. \quad (3)$$

Поскольку R_1 и R_2 имеют достаточно большие значения, то время спада оказывается большим и значительно превышает длительность самого импульса. Сокращение $\tau_{\text{сп}}$ путём уменьшения сопротивления R_2 недопустимо, поскольку приводит к увеличению его шунтирующего действия нагрузки и уменьшению КПД модулятора.

Для уменьшения времени спада ($\tau_{\text{сп}}$) иногда вместо R_2 в модуляторах включают корректирующую индуктивность (L) и демпфирующий диод (VD). Принципиальная схема такого модулятора показана на рис. 4, а форма модулирующего импульса – на рис. 5.

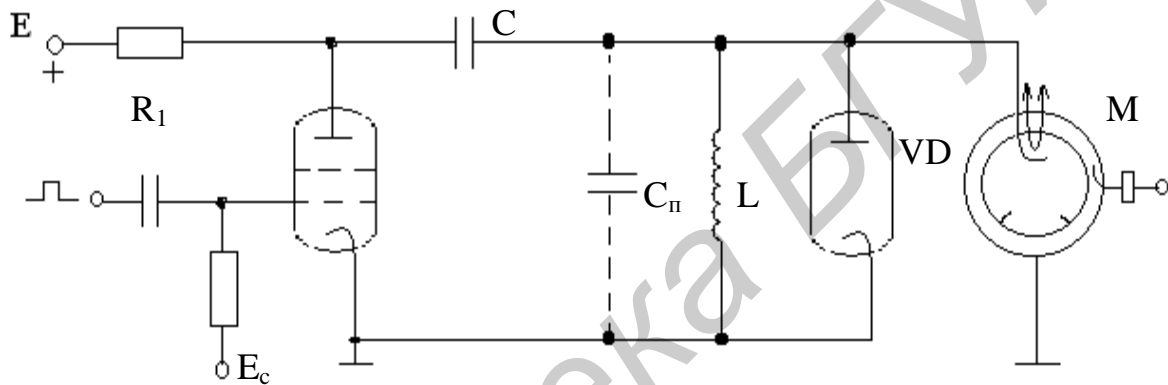


Рис. 4. Принципиальная схема модулятора

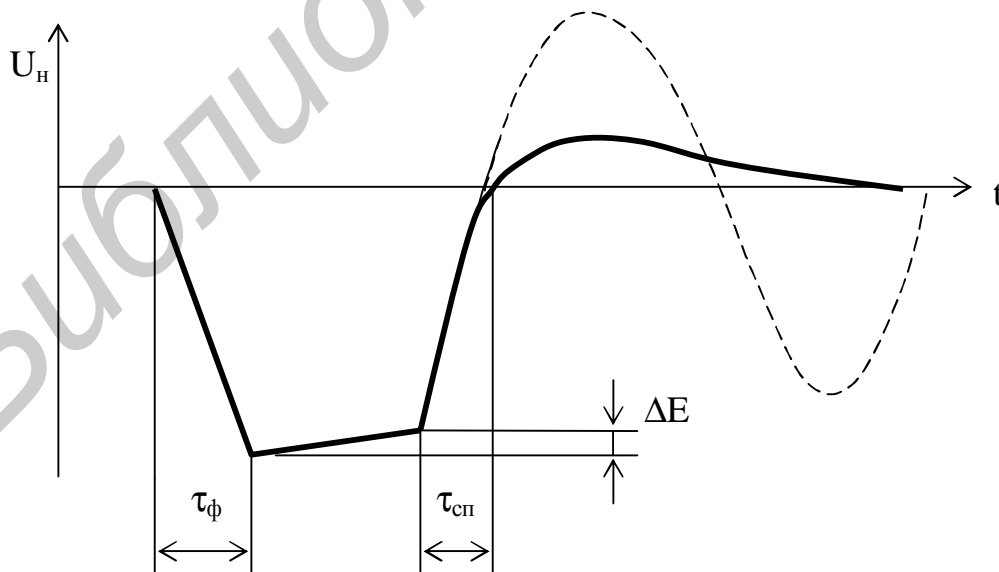


Рис. 5. Форма модулирующего импульса

Процесс формирования фронта и вершины модулирующего импульса в схеме (рис. 4) практически не отличается от уже рассмотренных. Заметим только, что возрастание тока через индуктивность в процессе формирования вершины импульса приводит к увеличению суммарного разрядного тока накопительного конденсатора и большему спаду напряжения на плоской части импульса. Соответственно и модуляторная лампа должна рассчитываться на большее значение тока.

После запираания модуляторной лампы и срыва колебаний в магнетроне паразитная ёмкость ($C_{\text{п}}$) разряжается через индуктивность (L). За счёт контура, образованного $C_{\text{п}}L$, напряжение на магнетроне (при отсутствии демпфирующего диода) будет носить колебательный характер обычно с не резко выраженным затуханием (пунктирная линия на рис. 5).

Такой колебательный процесс по окончании модулирующего импульса нежелателен по двум причинам: во-первых, напряжение во время первой полуволны синусоиды, складываясь с напряжением на накопителе, оказывается приложенным между анодом и катодом модуляторной лампы, в связи с чем более вероятен ее пробой; во-вторых, во время следующей полуволны напряжения возможна повторная генерация магнетрона. Для предотвращения нежелательных явлений включается в схему диод VD. При соответствующем выборе внутреннего сопротивления диода можно обеспечить апериодический процесс в контуре $C_{\text{п}}L$ (сплошная кривая на рис. 5). Включение диода в схему несколько усложняет и удорожает модулятор. Вот почему вместо индуктивности и диода иногда последовательно с индуктивностью включают активное сопротивление. При этом послеимпульсный колебательный процесс в контуре $LC_{\text{п}}R$ сохраняется, однако амплитуда колебания невелика и имеет резко выраженный затухающий характер.

Для приближённой оценки длительности спада импульса можно воспользоваться выражением

$$\tau_{\text{сп}} \approx \frac{C_{\text{п}} \cdot L}{t_{\text{н}}} \quad (4)$$

Форма модулирующего импульса оказывает существенное влияние на спектр высокочастотного сигнала. При идеально прямоугольной форме модулирующего импульса огибающая амплитудного спектра подчиняется закону $(\sin x)/x$. При неудовлетворительной форме модулирующего импульса спектр высокочастотного сигнала искажается. Происходит расширение основного лепестка и изменение в амплитудных соотношениях между боковыми лепестками спектра. Спад напряжения на вершине импульса (ΔE) приводит к расширению спектра из-за паразитной частотной модуляции, которая обуславливается электронным смещением частоты в магнетроне. Электронное смещение частоты (ЭСЧ) характеризуется зависимостью генерируемой магнетроном частоты от величины его анодного тока. Величина

ЭСЧ магнетрона может быть оценена по следующему приближенному соотношению:

$$e = \frac{\Delta f}{\Delta I} = \frac{(0,001 \dots 0,003) \cdot f}{I_a}, \frac{\text{МГц}}{\text{А}}. \quad (5)$$

3. Описание лабораторной установки

Конструктивно лабораторная установка выполнена в виде отдельного устройства, имеющего откидную переднюю панель, на которой размещены органы управления и контроля работы модулятора, подмодулятора и выходной волноводной системы.

В состав установки входят: задающий генератор, определяющий период повторения запускающих импульсов; подмодулятор (ждущий блокинг-генератор), задающий амплитуду и длительность управляющего импульса и собственно сам модулятор с частичным разрядом накопителя. Нагрузкой модулятора является магнетронный генератор трёхсантиметрового диапазона с выходной импульсной мощностью порядка 10 кВт.

Принципиальная схема модулятора и выходного волноводного тракта показана на рис. 6. В качестве ключа в модуляторе использована электронная лампа (L1) типа ГМИ-83. Переключатель SA1 позволяет изменять значение накопительной ёмкости модулятора, а переключатель SA2 – величину зарядно-разрядного сопротивления (R7...R9). Параллельно магнетрону включены ёмкости C5 и C6, которые имитируют паразитную ёмкость схемы. Величина паразитной ёмкости устанавливается при помощи переключателя SA3.

Для включения высокого напряжения используется отдельный выключатель «Высокое». Установка высокого напряжения осуществляется при помощи ЛАТРа (TU1) и контролируется по прибору, выведенному на переднюю панель установки. Для ограничения токов при пробоях в модуляторной лампе и подавления паразитной генерации в цепи сеток и анода лампы включены защитные (антипаразитные) сопротивления (R1...R3). Переключатели SA1...SA3 выведены на переднюю панель. Для контроля формы модулирующего импульса на передней панели имеется специальный разъём ($U_{\text{мод}}$), подключённый к ёмкостному делителю (C7, C8).

В выходной тракт магнетрона через направленные ответвители подключены анализатор спектра (АС) типа ГКЧ-19А и амплитудный детектор (VD1) для контроля огибающей СВЧ-импульса. Наблюдение формы модулирующего импульса и огибающей СВЧ-сигнала производится при помощи осциллографа.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Подготовка к выполнению работы.

Рассчитать по выражениям (1...3) параметры модулирующего импульса ($\tau_{\text{ф}}$; $\tau_{\text{сп}}$; G) при следующих условиях:

Библиотека БГУИР

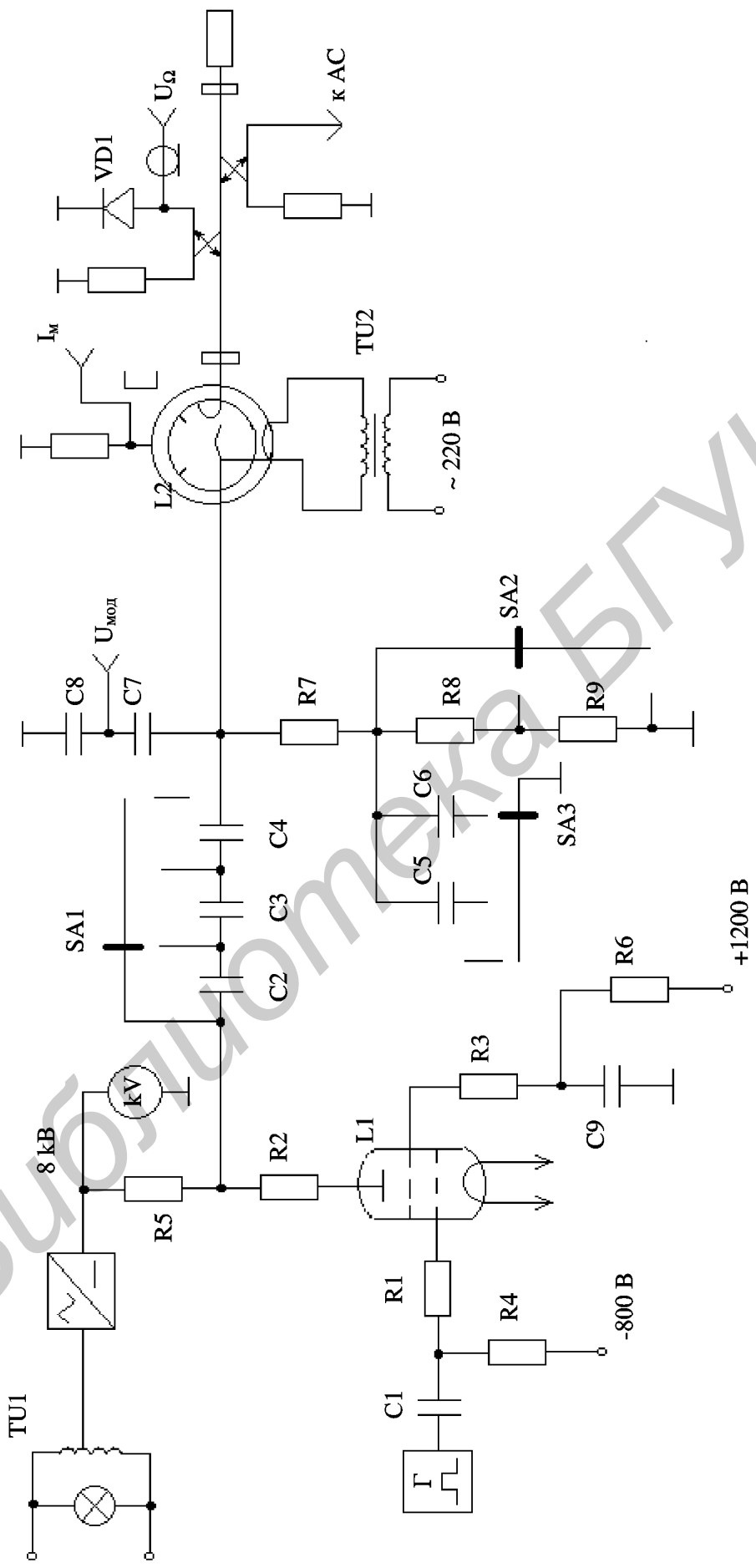


Рис. 6. Принципиальная схема макета

внутреннее сопротивление модуляторной лампы, Ом $R_i = 1000$;
зарядное и зарядно-разрядное сопротивление, кОм $R_1 = R_2 = 20$;
паразитная емкость, пФ $C_{\Pi} = 20$;
динамическое сопротивление магнетрона, Ом $r_d = 150$;
внутреннее сопротивление модуляторной лампы в рабочей
точке, Ом. $r_i = 180$;
статическое сопротивление магнетрона импульсному току, Ом $R_r = 1200$;
длительность импульса, с $\tau_{и} = 1 \cdot 10^{-6}$;
емкость накопительного конденсатора, мкФ $C = 0,025$.
Значения параметров модулирующего импульса свести в таблицу.

4.2. Выполнение работы

4.2.1. Ознакомиться со схемой установки, органами управления и измерительными приборами.

4.2.2. Включить измерительные приборы и подготовить прибор ГК4-19 к работе согласно приложению.

4.2.3. Подготовить установку к работе. Для этого необходимо:

поставить переключатель C_{Π} в положение 0,025;

переключатель C_{Π} – в положение 0;

$R_{зр}$ – в положение 20к;

ЛАТР – в крайнее левое положение.

Включить лабораторный макет и проверить питающие напряжения (не включая высокого напряжения). Дать макету прогреться в течение 2-х минут.

Включить высокое напряжение и установить ЛАТРОм такое высокое напряжение, при котором появляется ток магнетрона (6,2...6,5 кВ).

Варьируя в небольших пределах высокое напряжение, добиться максимально симметричного спектра СВЧ-сигнала. Отметить это значение высокого напряжения и тока магнетрона и в дальнейшем считать их исходными.

Внимание. Все переключения в макете производить только при выведенном высоком напряжении.

4.2.4. Исследовать влияние величины зарядно-разрядного сопротивления на форму модулирующего импульса.

Для этого вывести высокое напряжение. Переключатель $R_{зр}$ поставить в положение 10к. Установить высокое напряжение согласно п. 4.2.3. Измерить по осциллографу параметры модулирующего импульса. Вывести высокое напряжение и поставить переключатель $R_{зр}$ в положение 30к. Повторить измерения параметров модулирующего импульса.

Полученные данные записать в табл. 1.

Таблица 1

Положение переключателя $R_{зр}$	$\tau_{ф}$, мкс	$\tau_{и}$, мкс	$\tau_{сп}$, мкс
20к			
10к			
30к			

Проанализировать полученные результаты и сделать соответствующие выводы.

4.2.5. Исследовать влияние паразитной емкости на форму модулирующего импульса.

Вывести высокое напряжение. Установить переключатель $R_{зр}$ в положение 20к, а переключатель $C_{п}$ – в положение 47 пФ. Установить высокое напряжение, аналогичное пп. 4.2.3. Измерить параметры модулирующего импульса и зарисовать форму спектра СВЧ–сигнала. Вывести высокое напряжение, установить переключатель $C_{п}$ в положение 100 пФ и повторить измерения. Полученные данные свести в табл. 2.

Таблица 2

Положение переключателя $C_{п}$	$\tau_{ф}$, мкс	$\tau_{и}$, мкс	$\tau_{сп}$, мкс	$I_{м}$, мА	Форма спектра СВЧ–сигнала
0					
47					
100					

Проанализировать полученные результаты.

4.2.6. Исследовать влияние накопительной емкости на параметры модулирующего импульса и форму спектра СВЧ–сигнала.

Поставить переключатели: $R_{зр}$ в положение 20к; $C_{п}$ – в положение 0; $C_{н}$ – в положение 0,05. Установить высокое напряжение согласно пп. 4.2.3. Измерить параметры модулирующего импульса и зарисовать форму спектра СВЧ–сигнала. Вывести высокое напряжение и установить $C_{н}$ в положение 0,075. Повторить измерения. Данные свести в табл. 3.

Таблица 3

Положение переключателя C_H	τ_{ϕ} , мкс	$\tau_{и}$, мкс	$\tau_{сп}$, мкс	G, %	I_M , мА	Форма спектра СВЧ–сигнала
0,025						
0,05						
0,075						

Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

4.2.7. Снять зависимость частоты, генерируемой магнетроном, от величины тока магнетрона.

Установить $R_{зр}$ в положение 20к; $C_{п} = 0$; $C_H = 0,05$. Изменяя высокое напряжение от 6 до 7 кВ по экрану анализатора спектра с помощью метки волномера снять зависимость генерируемой частоты от величины тока магнетрона ($f_{г} = \varphi(I_M)$). Полученные результаты представить в виде графика.

5. Содержание отчёта

- 5.1. Принципиальная схема модулятора.
- 5.2. Результаты расчёта параметров модулирующего импульса.
- 5.3. Результаты измерений в виде таблиц и графиков.
- 5.4. Выводы по соответствующим пунктам задания.

6. Контрольные вопросы

- 6.1. Достоинства и недостатки модулятора с частичным разрядом накопителя.
- 6.2. Требования, предъявляемые к коммутирующему устройству.
- 6.3. Из каких соображений выбирается величина накопительной ёмкости?
- 6.4. Типы зарядных и зарядно-разрядных устройств и требования, предъявляемые к ним.
- 6.5. Влияние паразитной ёмкости модулятора на параметры модулирующего импульса и спектр СВЧ–сигнала.
- 6.6. Влияние зарядно-разрядного сопротивления на форму модулирующего импульса.
- 6.7. Влияние величины накопительной ёмкости на модулирующий импульс и форму спектра выходного сигнала.
- 6.8. Начертить принципиальную схему модулятора с частичным разрядом накопителя.

Литература

1. Радиопередающие устройства / Под ред. М.В. Благовещенского. – М.: Радио и связь, 1982.
2. Расчёт элементов импульсных радиопередающих устройств / Под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Сов. радио, 1971.

Библиотека БГУИР

РАБОТА С ПРИБОРОМ ГК4-19А

ПОДГОТОВКА ПРИБОРА

Включение прибора

Перед включением прибора в сеть необходимо:

1. Повернуть ручку «УСТ. МОЩН.» до отказа против часовой стрелки (положение минимальной мощности).
2. Тумблер стрелочного индикатора «ТОК СМЕСИТ.» – «МОЩНОСТЬ» поставить в положение «ТОК СМЕСИТ.» во избежание перегрузки индикатора, а тумблер «КАЛИБРОВКА» – «РАБОТА» – в положение «РАБОТА».
3. Ручку «ЯРКОСТЬ» повернуть до отказа против часовой стрелки.
4. После этого включить сеть, для чего тумблер «СЕТЬ» – «ВЫКЛЮЧЕНО» на блоке питания перевести в положение «СЕТЬ». При этом должна загореться сигнальная лампочка. Тумблер «ВЕНТИЛЯТОР» – «ВЫКЛЮЧЕНО» ставится в положение «ВЕНТИЛЯТОР».
5. Дать прибору прогреться в течение 3–4 минут.

Предварительная регулировка

1. Установить волноводные переключатели в положение «ГЕНЕР. СИГН.» или «ИЗМЕР. МОЩН», аттенюаторы «ОСЛАБ. I» и «ОСЛАБ. II» поставить в положение 7дБ, а предельный аттенюатор «ОСЛАБЛЕНИЕ» – в положение максимального затухания, для чего их ручки повернуть до отказа по часовой стрелке.
2. Переключатель «РОД РАБОТЫ» поставить в положение «КОНТРОЛЬ», ручку «ЧАСТОТА» поставить примерно в среднее положение, а ручку «АМПЛИТУДА МЕТКИ» повернуть против часовой стрелки до упора.
3. Ручками «ЯРКОСТЬ» и «ФОКУС» отрегулировать на экране электронно-лучевой трубки чёткую линию развёртки, ручкой «СМЕЩ. X» установить линию развёртки посередине экрана, а ручкой «СМЕЩ. Y» – несколько ниже середины.

Работа прибора в качестве спектроанализатора

1. При работе прибора в качестве спектроанализатора волноводные переключатели, а также переключатель рода работы необходимо поставить в положение «СПЕКТР». Повернуть ручку «ДЕВИАЦИЯ» по часовой стрелке. На экране электронно-лучевой трубки должна наблюдаться зона генерации клистрона, которую вращением ручки «НАПР. ОТРАЖ» устанавливают

посередине экрана. При необходимости ручкой «УСТ.МОЩН.» увеличить мощность колебаний генератора до получения удобной для наблюдения величины зоны генерации.

2. Установить по шкале волномера частоту, указанную преподавателем. Повернуть ручку «АМПЛИТУДА МЕТКИ» по часовой стрелке. Наблюдая на экране электронно-лучевой трубки зону генерации, вращать ручку «УСТАН. ЧАСТОТЫ» до появления в центре зоны частотной метки волномера. При этом следует корректировать напряжение отражателя «НАПР. ОТРАЖ», поддерживая зону генерации в центре экрана.

3. Поставить тумблер «ТОК СМЕСИТ.» – «МОЩНОСТЬ» в положение «ТОК СМЕСИТ.» и ручкой «УСТ.МОЩН.» отрегулировать мощность генератора так, чтобы ток смесителя составлял 0,25–0,5 полного отклонения стрелки индикатора (полное отклонение соответствует току 2мА). При контроле тока смесителя девиация должна быть почти или полностью выведена, т.е. ручка «ДЕВИАЦИЯ» повернута против часовой стрелки.

4. Отрегулировать с помощью ручки «ЧАСТОТА» частоту развёртки в пределах 5–10 Гц, а с помощью ручки «ДЕВИАЦИЯ» установить максимальную девиацию.

5. Постепенно выводить предельный аттенюатор до появления на экране трубки спектра. Первоначально спектр имеет форму узкой вертикальной полоски, осторожным вращением ручки «ДЕВИАЦИЯ» против часовой стрелки растянуть спектр, чтобы он принял удобную для исследования ширину, одновременно корректируя ручкой «НАПР. ОТРАЖ» напряжение отражателя, чтобы изображение оставалось посередине экрана. Отрегулировать частоту развёртки так, чтобы линии спектра были достаточно близкими друг к другу, однако не сливались между собой. С помощью ручки «СМЕЩ. Y» сместить изображение спектра до совпадения линии развёртки с нижней контрольной линией на шкале трубки, а с помощью аттенюатора отрегулировать высоту спектра так, чтобы его главный (средний) лепесток достиг верхней контрольной линии на шкале трубки.

6. Для определения ширины спектра поступают следующим образом: вращением волномера получают частотную метку, которая накладывается на картину спектра. С помощью ручки «АМПЛИТУДА МЕТКИ» устанавливают небольшую амплитуду метки так, чтобы она выступала незначительно над линией развёртки. Затем осторожным вращением волномера перемещают метку между теми точками спектра, расстояние которых (в МГц) желают определить. Искомое расстояние, т.е. ширина спектра, определяется как разница соответствующих показаний волномера. Такой метод пригоден в случае узких спектров, в остальных случаях удобнее использовать другой метод: сначала калибруют масштаб развёртки по частотам. Для этой цели перемещают частотную метку между крайними точками нижней контрольной линии, длина которой составляет 40 мм. Небольшой регулировкой девиации добиваются, чтобы это перемещение соответствовало целому числу мегагерц, например

4 МГц. Затем определяют по шкале трубки расстояние между исследуемыми точками спектра (в миллиметрах) и вычисляют искомую ширину в мегагерцах.

7. Измерение амплитуды боковых лепестков по отношению к главному производится с помощью предельного аттенюатора. Фиксируя визуально амплитуду главного лепестка и ослабление аттенюатора, снижают ослабление до величины, при которой боковой лепесток вырастает до зафиксированного значения главного лепестка. Разность величин ослаблений предельного аттенюатора указывает отношение амплитуд в децибелах.

Библиотека БГУИР

Учебное издание

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО МОДУЛЯТОРА
С ЧАСТИЧНЫМ РАЗРЯДОМ НАКОПИТЕЛЯ**

Методическое руководство
к лабораторной работе
по курсу «Радиопередающие устройства»
для студентов специальностей «Радиотехника»,
«Радиоэлектронные системы» всех форм обучения

Составители:
Ползунов Владимир Васильевич,
Ясюля Георгий Иванович

Редактор Т.Н. Крюкова
Корректор Е.Н. Батурчик
Компьютерная верстка Т.В. Шестакова

Подписано в печать 26.05.2003.
Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 0,8.

Формат 60x84 1/16.
Гарнитура «Таймс».
Тираж 150 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,28.
Заказ 30.

Издатель и полиграфическое исполнение
Учреждение образования:
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
Лицензия ЛП № 156 от 30.12.2002.
Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.
220013, Минск, П. Бровка, 6.