

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

Кафедра радиотехнических систем

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕДАТЧИКА ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЫ**

Методические указания  
к лабораторной работе  
по курсам «Устройства генерирования и формирования  
радиосигналов» и «Радиопередающие устройства»  
для студентов специальностей «Радиотехника»  
и «Радиоэлектронные системы»  
всех форм обучения

Минск БГУИР 2009

УДК 621.396.61 (075.8)  
ББК 32.848 я73  
И88

Составители :  
В. В. Ползунов, Ю. А. Шашков

**Исследование** характеристик передатчика подвижной службы : метод. указания к лаб. работе по курсам «Устройства генерирования и формирования радиосигналов» и «Радиопередающие устройства» для студ. спец. «Радиотехника» и «Радиоэлектронные системы» всех форм обуч. / сост. В. В. Ползунов, Ю. А. Шашков. – Минск : БГУИР, 2009. – 15 с.

В методических указаниях к лабораторной работе рассматриваются структурные схемы и основные характеристики передатчика сухопутной подвижной службы, входящего в состав ультракоротковолновой приемопередающей мобильной абонентской станции типа «Алтай АС-3С».

**УДК 621.396.61 (075.8)**  
**ББК 32.848 я73**

© Ползунов В. В., Шашков Ю. А.,  
составление, 2009  
© УО «Белорусский государственный  
университет информатики  
и радиоэлектроники», 2009

## 1. Цель работы

Изучение структурной схемы передатчика с угловой модуляцией и освоение методик измерения основных характеристик устройства.

## 2. Краткие теоретические сведения

Угловая модуляция (УМ) обеспечивает значительно лучшую помехоустойчивость и более высокие энергетические показатели, чем амплитудная модуляция (АМ). Это обусловило ее широкое применение в системах радиосвязи различных диапазонов частот, радиовещании, звуковом сопровождении телевизионного вещания, наземной радиорелейной связи прямой видимости, тропосферной и космической линиях связи. Однако полоса занимаемых частот колебаний с УМ значительно шире, чем при АМ, поэтому применять УМ можно на относительно высоких частотах. Практически УМ используется начиная с метровых длин волн.

При УМ амплитуда высокочастотного колебания остается неизменной, а изменяется его частота или фаза. При модуляции чисто гармоническим сигналом колебание с угловой модуляцией запишется в виде

$$U(t) = U_m \cos(\omega_0 t + m \sin \Omega t),$$

где  $m$  – индекс модуляции;  $\Omega = 2\pi F_M$  – частота модулирующего колебания.

Модуляция называется *фазовой* (ФМ), если индекс модуляции  $m$  пропорционален амплитуде модулирующего сигнала  $U_\Omega$  и не зависит от его частоты  $\Omega$ . Модуляция называется *частотной* (ЧМ), если девиация (отклонение) частоты  $\Delta\omega$  от среднего значения  $\omega_0$  пропорциональна амплитуде модулирующего сигнала  $U_\Omega$  и не зависит от частоты  $\Omega$ , а индекс модуляции пропорционален  $U_\Omega$  и обратно пропорционален  $\Omega$ .

Таким образом,

для ФМ

$$m = kU_\Omega = \Delta\varphi;$$

$$\Delta\omega = k\Omega U_\Omega;$$

для ЧМ

$$m = \frac{kU_\Omega}{\Omega} = \frac{\Delta\omega}{\Omega};$$

$$\Delta\omega = kU_\Omega,$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности.

Из этих выражений видно, что при неизменной амплитуде модулирующего сигнала девиация частоты при ЧМ неизменна, а при ФМ увеличивается пропорционально частоте модулирующего сигнала или, как принято говорить, увеличивается со скоростью 6 дБ на октаву.

При угловой модуляции средняя мощность модулированного колебания не изменяется по сравнению с мощностью  $P_n$  немодулированного колебания, так как амплитуда остается постоянной. Однако происходит значительное перераспределение мощностей между колебанием  $P_n$  и суммарной мощностью боко-

вых составляющих. Характерно, что при  $m > 1$  основная часть мощности приходится на долю боковых составляющих, которые несут информацию. Этим и объясняются более высокая помехоустойчивость и хорошие энергетические показатели при угловой модуляции.

Основные характеристики и показатели качества при угловой модуляции, как и при других видах модуляции, определяются статическими (СМХ) и динамическими (ДМХ) модуляционными характеристиками. СМХ  $\omega = f(E_{\text{мод}})$  или  $\varphi = f(E_{\text{мод}})$ , где  $E_{\text{мод}}$  – постоянное напряжение, подаваемое на вход модулятора. Эти характеристики должны быть достаточно линейны в пределах требуемой девиации. ДМХ бывает двух видов: *амплитудная* (АДМХ)  $\Delta f; m; \Delta\varphi = f(U_{\Omega})$  при  $\Omega = \text{const}$  и *частотная* (ЧДМХ)  $\Delta f; \Delta\varphi = f(\Omega)$  при  $U_{\Omega} = \text{const}$ .

Спектр колебания с угловой модуляцией теоретически бесконечен. Поэтому при определении практической ширины полосы занимаемых частот колебания ( $\Pi$ ) с угловой модуляцией учитывают лишь те составляющие спектра, амплитуда которых не менее 5 % или 1 % относительно амплитуды немодулированного сигнала. При этом полоса занимаемых частот определяется выражениями

$$\Pi_{1\%} = 2F_M(1 + \sqrt{m} + m); \quad \Pi_{5\%} = 2F_M(1 + m).$$

Осуществлять угловую модуляцию можно прямыми и косвенными методами. При прямых методах модулирующее колебание непосредственно воздействует на необходимый для данной модуляции параметр: частоту или фазу высокочастотного колебания.

В первом случае частотный модулятор представляет собой автогенератор, в контур которого включен реактивный элемент, управляемый модулирующим сигналом. Прямая фазовая модуляция обычно осуществляется в цепи, через которую проходит ВЧ-колебание, сдвиг фазы выходного сигнала изменяется под действием сигнала модуляции.

Прямая ЧМ позволяет получить большую девиацию частоты, однако, стабильность средней частоты при этом невысокая.

Косвенные методы предполагают получение нужного вида угловой модуляции осуществлением модуляции другого вида и соответствующим преобразованием сигнала. Так, ЧМ-колебание косвенным методом можно получить, осуществляя модуляцию по фазе (ФМ), но при этом необходимо устранить зависимость девиации частоты  $\Delta\omega$  от частоты модулирующего сигнала  $\Omega$ , присущую ФМ. Это нетрудно выполнить, пропустив модулирующий сигнал через корректирующую цепь с коэффициентом передачи, пропорциональным  $\frac{1}{\Omega}$  (интегрирующую цепь).

Параметры передатчиков с УМ определяются действующими стандартами. Основными параметрами являются мощность и диапазон частот. Диапазон частот устанавливается в соответствии с Регламентом радиосвязи и решениями Госкомитета по распределению частот (ГКРЧ).

Высокие требования предъявляются к стабильности частоты. Чтобы удовлетворить эти требования применяют фазовую модуляцию с устройствами преобразования ФМ в ЧМ (косвенный метод); используют в качестве модулятора управляемый по частоте кварцевый автогенератор; осуществляют ЧМ на пониженной (промежуточной) частоте; используют системы автоматической подстройкой частоты (АПЧ).

Нормируется также и ряд других параметров передатчика: максимальная девиация частоты, разнос частот между каналами, ширина полосы излучаемых частот, допустимые нелинейные искажения, допустимый уровень паразитной АМ, неравномерность АЧХ и уровень шума.

Важным параметром передатчика является чувствительность модуляционного входа. Она определяется уровнем модулирующего сигнала, при котором достигается номинальная девиация частоты.

### 3. Особенности построения передатчиков подвижной службы

Передатчики подвижной службы входят в состав радиостанций различных систем радиосвязи. Эти радиостанции могут быть стационарными (центральные, диспетчерские), возимыми, носимыми или портативными. Основные параметры передатчиков определяются действующими стандартами [3].

В соответствии с ГОСТ 12252–86 «Радиостанции с угловой модуляцией сухопутной подвижной службы» передатчики должны удовлетворять следующим требованиям:

- выходная мощность: 0,1...50 Вт;
- диапазон частот: 30...50; 117...174; 230...335; 340...430; 440...470; 890...960 МГц;
- максимальная девиация частоты: 5 или 10 кГц;
- разнос частот каналов: 25 или 50 кГц;
- относительная нестабильность частоты:  $(5...30) \cdot 10^{-6}$ ;
- ширина полосы излучаемых частот: 20 кГц;
- полоса передаваемых частот: 300...3400 Гц;
- допустимые нелинейные искажение: 7...15 %;
- допустимый уровень паразитной АМ: минус 30 дБ.

Кроме того, ГОСТ 12252–86 предусматривает обязательную предкоррекцию модулирующего сигнала, т. е. увеличение коэффициента передачи модулирующей цепи на верхних модулирующих частотах со скоростью 6 дБ на октаву, так, что передатчик по существу излучает фазомодулированный сигнал. Предкоррекция необходима для повышения помехоустойчивости передачи речи, поскольку с ростом модулирующей частоты индекс частотной модуляции уменьшается.

На рис. 1, а, б представлены типовые структурные схемы передатчиков подвижной службы с УМ. В целом любой передатчик данного типа состоит из четырех основных блоков: подмодулятора (каскады 1 – 5), возбуждителя с модулятором (6, 11, 12), блока усиления (7 – 10) и антенны.

В передатчике, представленном на первой схеме (см. рис. 1, а), применяется прямая частотная модуляция кварцевого автогенератора варикапом. В блоке подмодулятора низкочастотный сигнал  $U_{\Omega}$  от микрофона 1 усиливается в усилителе низкой частоты 2. В соответствии с ГОСТ 12252–86 в предкорректоре 3 осуществляется подъем верхних модулирующих частот со скоростью 6 дБ на октаву, что обеспечивает повышение помехоустойчивости передачи речи. Затем производится ограничение его по амплитуде (или сжатие динамического диапазона) в ограничителе 4 и ограничение спектра модулирующего сигнала приблизительно до 3,5 кГц с помощью фильтра нижних частот (ФНЧ) 5. В кварцевом автогенераторе 6 осуществляется прямая частотная модуляция. Затем с целью повышения глубины модуляции ( $\Delta f$ ) и увеличения частоты до рабочего диапазона системы радиосвязи производится умножение частоты (каскад 7). Полосовой фильтр 8 ослабляет нежелательные спектральные составляющие, возникающие при умножении частоты. Усилитель мощности ВЧ-сигнала 9 обеспечивает необходимый уровень выходной мощности передатчика, ФНЧ 10 – ослабление излучения высших гармоник (около 40–60 дБ согласно ГОСТ 12252–86) и согласование с антенной.

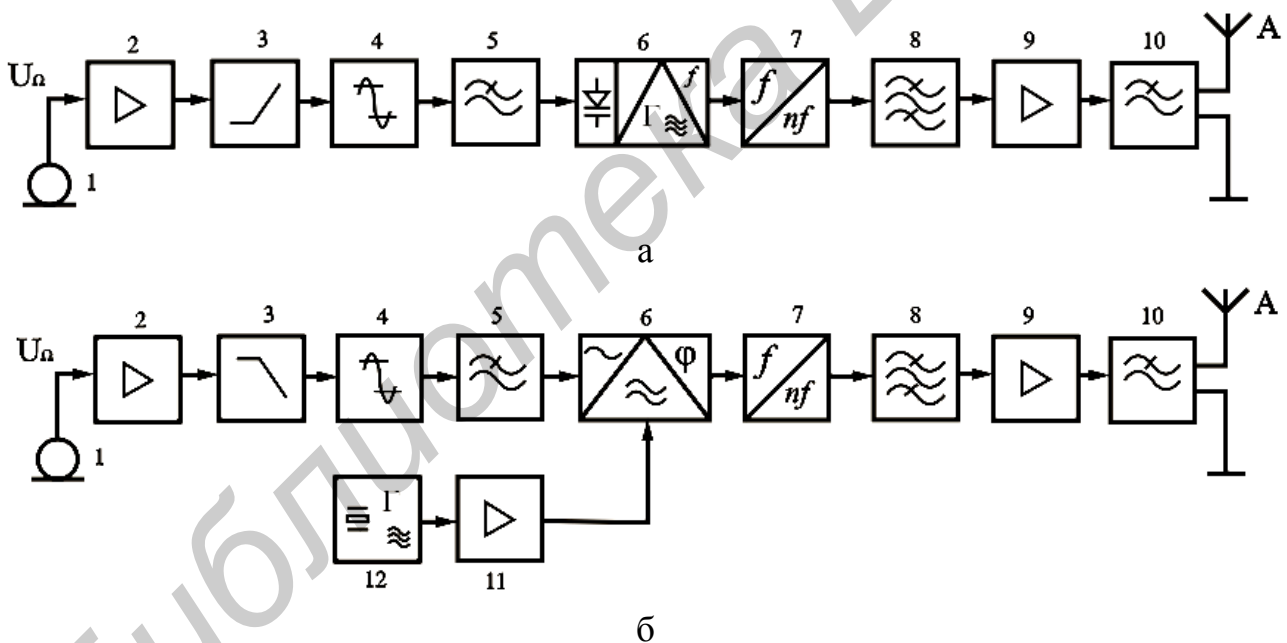


Рис. 1. Структурные схемы передатчиков подвижной службы с угловой модуляцией

Структурная схема передатчика, использующего косвенный метод получения ЧМ-колебаний, показана на рис. 1, б. В фазовом модуляторе 6 осуществляется модуляция несущего колебания, спектр модулирующего сигнала перед входом модулятора может подвергаться дополнительной коррекции в интеграторе 3. Частота задающего генератора 12 стабилизируется кварцевым резонатором, а буферный усилитель 11 уменьшает влияние последующих цепей на час-

тоту автогенератора. Назначение остальных элементов аналогично схеме, представленной на рис. 1, а.

Следует отметить, что реализация каждого из вышеназванных блоков, в особенности возбудителя и блока усиления и обработки модулирующего сигнала, для различных передатчиков подвижной связи имеет свои особенности. Это определяется прежде всего их назначением, уровнем выходной мощности, полосой передаваемых частот, числом каналов связи и рядом других факторов.

#### 4. Структурная схема передатчика

Лабораторная установка собрана на базе передатчика радиотелефонной мобильной абонентской станции типа «Алтай», осуществляющей бесперерывную автоматическую связь на одном из восьми равнодоступных каналов.

Радиостанция состоит из передатчика (РПДУ), приемника (РПрУ), блока автоматики, пульта управления, устройства приоритета, переходного вспомогательного устройства (ПВУ), блока питания и антенно-разделительного фильтра (АРФ), обеспечивающего работу передатчика и приемника на общую антенну. Структурная схема радиостанции показана на рис. 2.

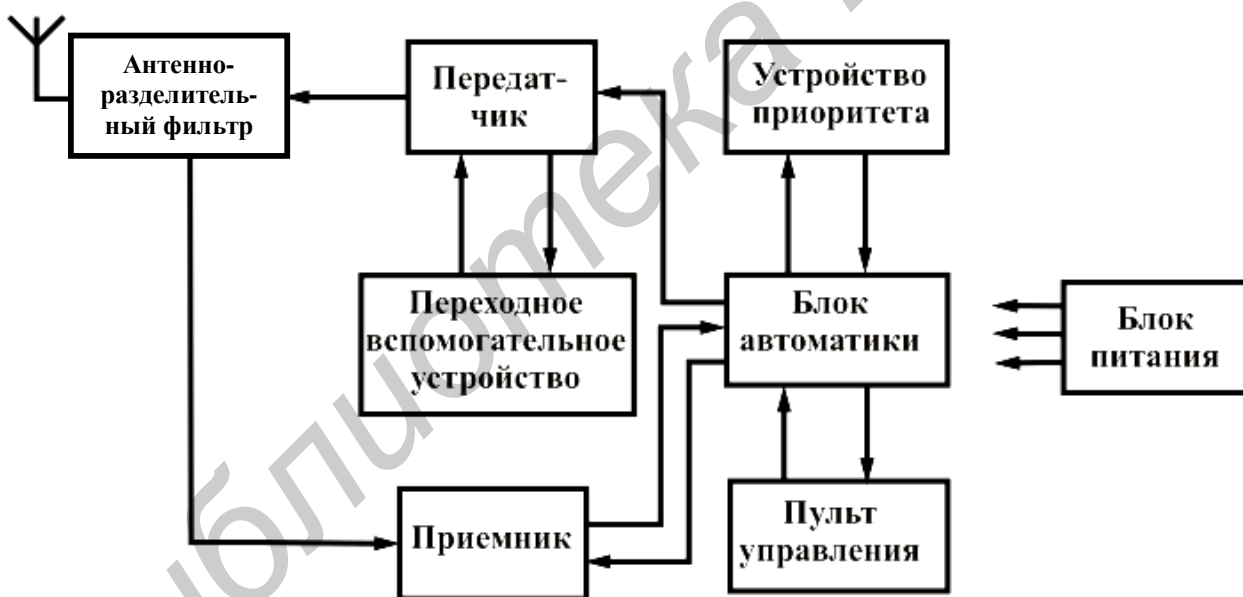


Рис. 2. Структурная схема радиостанции «Алтай»

Структурная схема передатчика станции «Алтай» показана на рис. 3. Она построена в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 1, а. В данном передатчике также используется прямая частотная модуляция варикапом в автогенераторе.

Как и в описанной выше схеме, подмодулятор состоит из усилителя низкой частоты (УНЧ), усиливающего модулирующий сигнал, каскада предкоррекции с подъемом модулирующих частот со скоростью 6 дБ на октаву, ограничителя по амплитуде и фильтра нижних частот (ФНЧ 1) с частотой среза 3,7 кГц. В отличие

от типовой схемы (см. рис. 1, а) в данном передатчике предусмотрена передача тональных посылок, которые поступают в блок подмодулятора через ФНЧ 2 и суммируются с информационным сигналом в сумматоре. С выхода последнего через ФНЧ 1 сигнал подмодулятора подается в блок возбуждителя на частотный модулятор, построенный в виде генератора, управляемого напряжением (ГУН).

Блок возбуждителя состоит из синтезатора частоты (СЧ), предварительного усилителя мощности (ПУМ) и полосового фильтра (ПФ). СЧ предназначен для формирования сетки высокочастотных колебаний в соответствии с управляющим сигналом от устройства управления СЧ (УУСЧ) и используется в качестве задающего генератора передатчика. Кроме того, СЧ обеспечивает модуляцию ВЧ-колебания сигналом передаваемой информации, поступающим из подмодулятора. Синтезатор частоты выполнен на основе метода косвенного синтеза, т. е. с использованием кольца фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и частотно-фазового детектора (ЧФД).

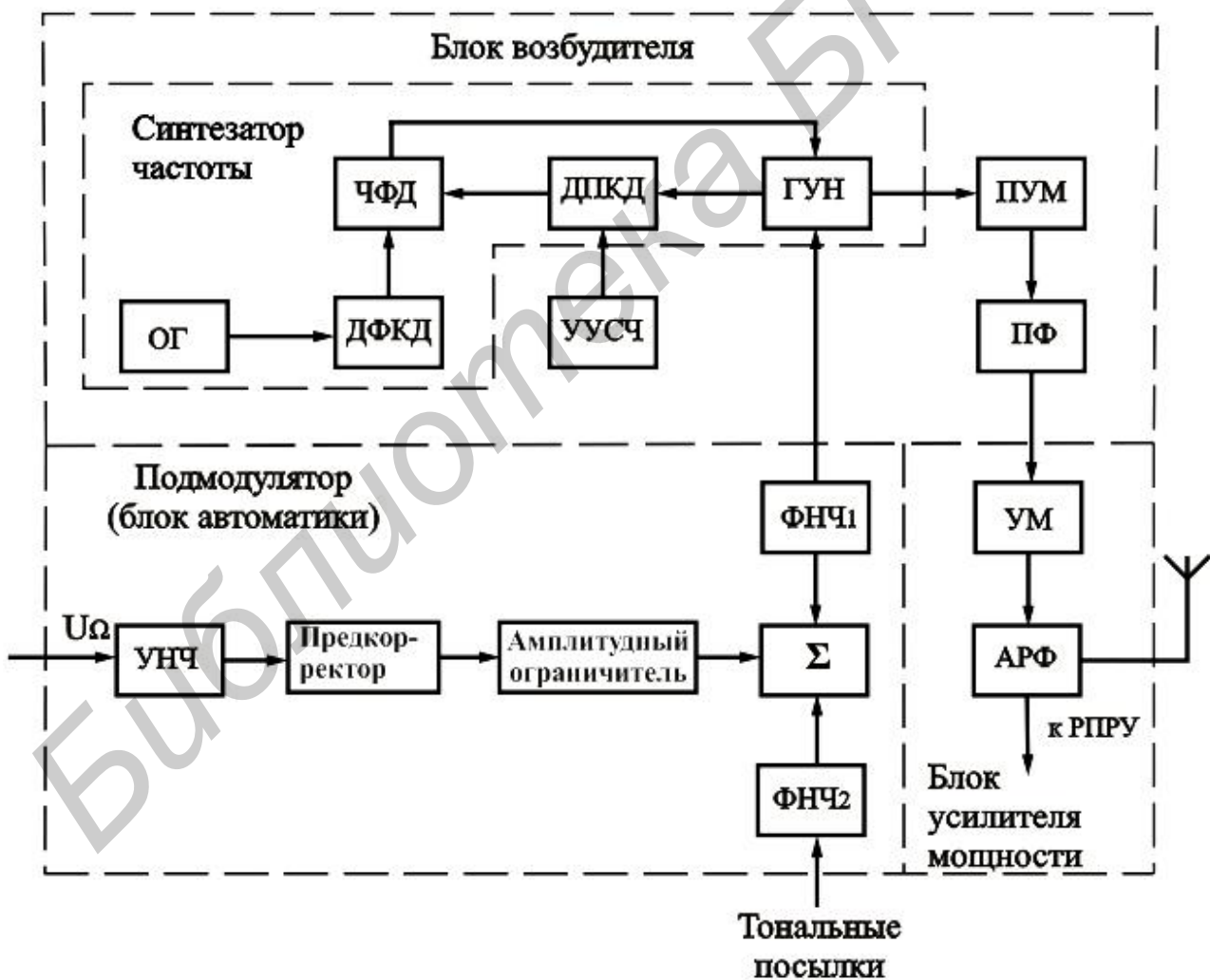


Рис. 3. Структурная схема передатчика станции «Алтай»



Принцип работы СЧ заключается в следующем. Опорный генератор (ОГ), представляющий собой термокомпенсированный автогенератор с кварцевой стабилизацией частоты, генерирует опорный ВЧ-сигнал с частотой 10 МГц. С помощью делителя с фиксированным коэффициентом деления (ДФКД) частота сигнала ОГ делится до частоты сравнения  $f_{cp} = 6,25$  кГц и поступает на один из входов ЧФД. Одновременно частота сигнала, вырабатываемого ГУН, делится с помощью делителя с переменным коэффициентом деления (ДПКД) до значения  $f_n$ , где  $n$  – номер одного из восьми каналов связи, и сигнал с частотой  $f_n$  подается на второй вход ЧФД, где сравнивается с частотой колебания  $f_{cp}$ . Напряжение сигнала ошибки, вырабатываемое ЧФД, пропорционально разности фаз колебаний, действующих на его входах. Выходное напряжение ЧФД воздействует на управляющий элемент ГУН. При этом стабильность частоты ГУН будет стремиться к стабильности частоты опорного генератора.

ЧФД обеспечивает реализацию режима захвата и удержания по частоте и по фазе колебаний ГУН. Фазовый детектор ЧФД с пропорционально-интегрирующим фильтром имеет полосу захвата меньше полосы удержания. Для расширения полосы захвата дополнительно используется частотный детектор (устройство вычитания частот). Напряжение на выходе частотного детектора пропорционально разности частот сигналов, поступающих на его входы. Когда эта разность становится меньше полосы захвата, в действие вступает фазовый детектор и происходит захват частоты ГУН системой ФАПЧ.

Установка выходной частоты  $f_{вых}$  производится путем выбора соответствующего коэффициента деления ДПКД, что осуществляется пятиэлементным двоично-десятичным кодом, поступающим с устройства управления синтезатором частоты. УУСЧ предназначено для управления частотой синтезатора в пределах одного ствола (диапазон частот шириной в восемь каналов связи). ДПКД представляет собой перестраиваемый декадный делитель, позволяющий изменить коэффициент деления в пределах 24 091–28 201.

Данный синтезатор частоты позволяет формировать сетку рабочих частот со стабильностью частоты, равной стабильности частоты опорного генератора.

Генератор, управляемый напряжением (рис. 4), выполнен по схеме емкостной трехточки с общим эмиттером и заземленным по ВЧ коллектором на транзисторе VT2. Неполное включение варикапа VD1 в контур позволяет существенно уменьшить уровень шумов. Модулирующий сигнал подается на варикап через дроссель L2, служащий для развязки НЧ- и ВЧ-колебаний. Кроме того, на варикап подается напряжение смещения  $E_{см}$  для выбора рабочей точки и напряжение сигнала ошибки  $U_{co}$  с фазового детектора. Установка частоты контура производится индуктивностью L1. Выходной сигнал снимается с эмиттера транзистора и поступает на предварительный усилитель мощности (ПУМ).

ПУМ предназначен для усиления выходного сигнала синтезатора частоты до уровня, обеспечивающего нормальную работу блока усилительных каскадов на транзисторах. Необходимая полоса пропускания обеспечивается двухрезонаторным полосовым фильтром (ПФ) на спиральных резонаторах.

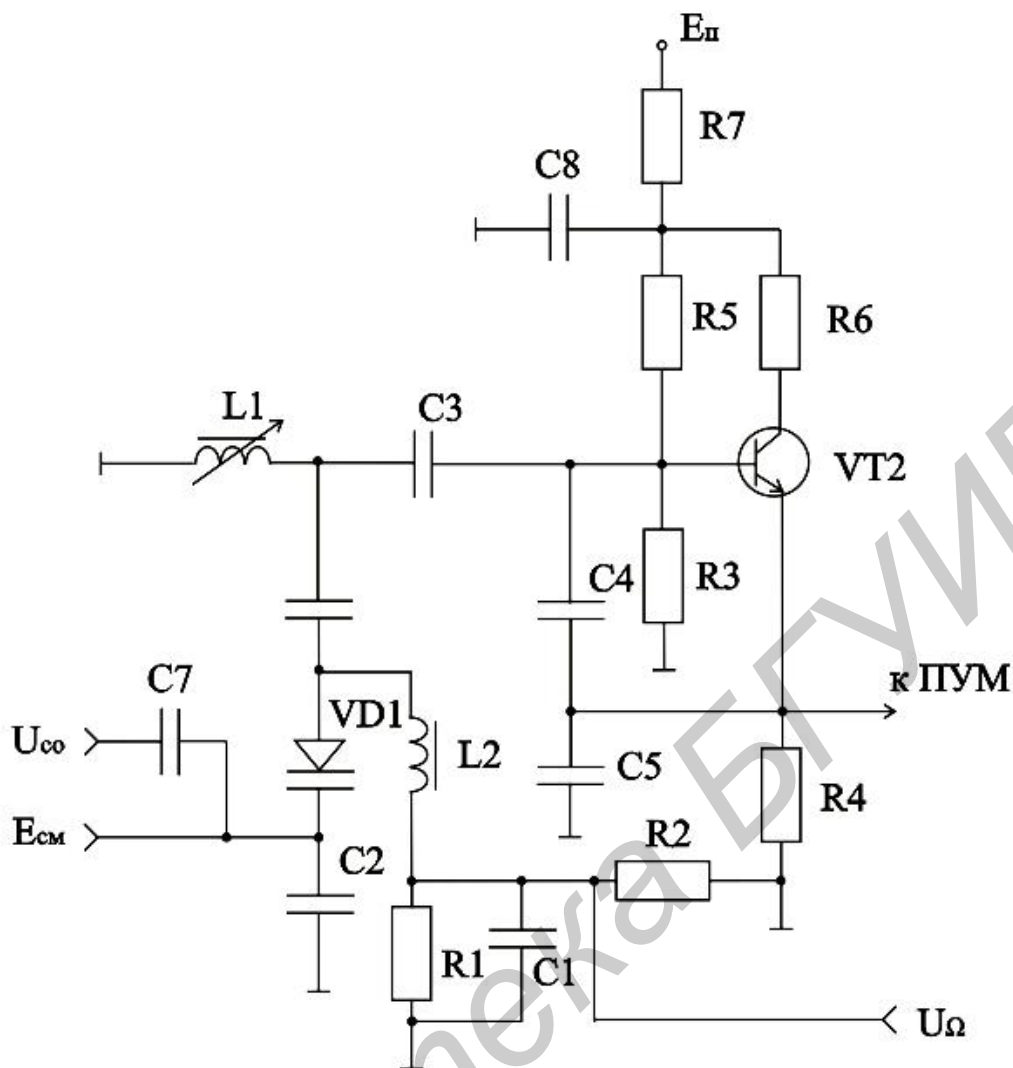


Рис. 4. Принципиальная схема ГУН

В состав блока усилителя мощности входят усилитель мощности (УМ) и антенно-разделительный фильтр (АРФ). УМ предназначен для обеспечения необходимой мощности ВЧ-колебаний в антенне радиостанции (5–15 Вт) в полосе рабочих частот. Он содержит четыре каскада усиления и схему автоматической регулировки мощности. АРФ обеспечивает:

- работу передатчика и приемника радиостанции на общую нагрузку;
- фильтрацию по частоте сигналов приема и передачи;
- необходимое затухание сигнала передатчика на входе приемника;
- необходимую избирательность приемника по зеркальному каналу.

АРФ собран на спиральных резонаторах, каждый из которых размещен в отдельном экране.

## 5. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из радиостанции, блока питания и контрольно-измерительных приборов (рис. 5). Для включения, настройки и про-

верки радиостанции используется специальное переходное вспомогательное устройство (ПВУ). Назначение органов управления следующее:

1. Гнезда ГНЧ1, ГНЧ2, ГНЧ3 предназначены для подключения НЧ-генераторов. Сигнал генераторов контролируется в гнездах «ВНЕШН. МОДУЛ.» и кнопкой «МК» может быть подан на вход модуляционного тракта радиостанции.

2. Переключателем «АСПК» производится автоматический или ручной режим коммутации каналов. Ручное переключение осуществляется кнопкой «КАНАЛ», а индикация первого канала производится по индикатору «КАНАЛ 1».

3. Включение радиостанции осуществляется кнопкой «РС». Сигнализацией включения является загорание индикатора красного цвета на пульте управления.

4. Включение передатчика осуществляется кнопкой «ПРД».

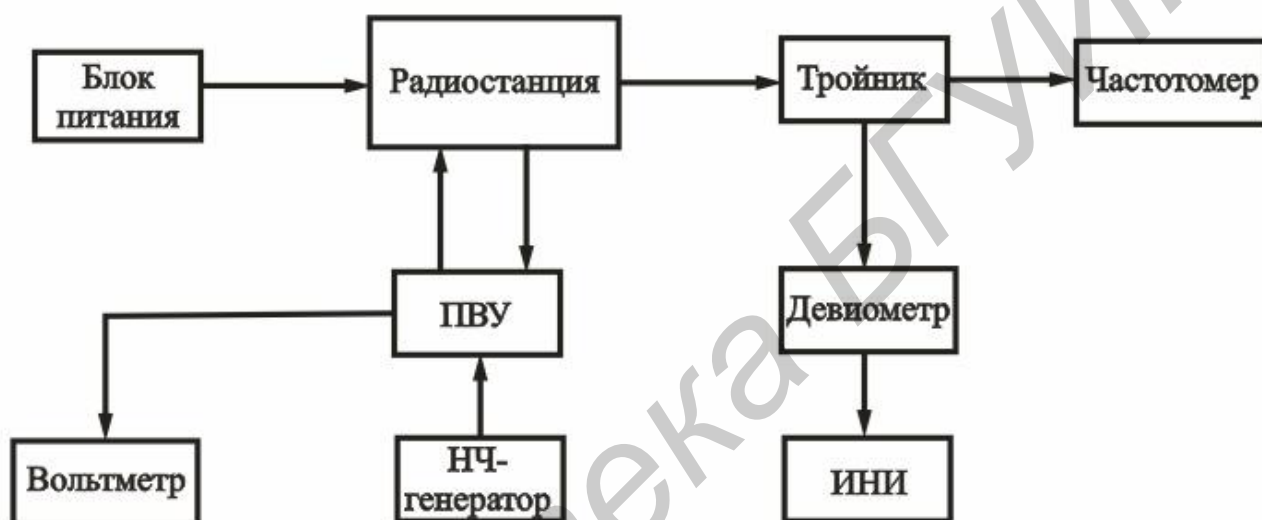


Рис. 5. Структурная схема лабораторной установки

Перед началом измерений все тумблеры на ПВУ должны находиться в выключенном состоянии (переключатель «АСПК» – в положении «РУЧН.», переключатель «КОНТРОЛЬ» – в положении «ПРД»).

Соединение блоков радиостанции и необходимых контрольно-измерительных приборов производится в соответствии со схемой, приведенной на рис. 5. Антенный выход радиостанции через тройник подключен к частотомеру и измерителю девиации частоты.

К ПВУ подключены: к гнездам ГНЧ1 – модулирующий НЧ-генератор; к гнездам «ВНЕШН. МОДУЛ.» – вольтметр, измеряющий амплитуду модулирующего сигнала на входе модуляционного тракта.

## 6. Порядок выполнения работы

Прежде чем приступить к выполнению работы, необходимо ознакомиться со схемой установки и измерительными приборами. Включить контрольно-измерительные приборы.

### 6.1. Определение чувствительности модуляционного входа передатчика

Включить радиостанцию с помощью ПВУ в режим передачи на любом из восьми каналов связи. Подать на вход ПВУ от НЧ-генератора сигнал частотой 1 кГц такого уровня, чтобы девиация частоты, измеренная девиомером на выходе передатчика, была равна 3 кГц.

Амплитуда НЧ-сигнала, подаваемая на вход ГУН и измеренная вольтметром в гнездах «ВНЕШН. МОДУЛ.», будет соответствовать чувствительности модуляционного входа передатчика, которая согласно паспортным данным должна быть равна  $50 \pm 10$  мВ.

### 6.2. Определение относительной нестабильности частоты передатчика

Частотомером на любом из восьми каналов связи произвести в течение 3 – 5 мин 10 измерений значения частоты выходного сигнала передатчика. Определить номинальное значение частоты как среднее из измеренных по выражению

$f_0 = \sum_{n=1}^{10} \frac{f_{n \text{ изм}}}{n}$ , где  $n$  – количество измерений. Вычислить максимальное отклонение частоты как разность  $\Delta f' = f_{\text{изм max}} - f_0$ . Согласно паспортным данным допустимое отклонение частоты от номинального значения должно быть не более  $\pm 3$  кГц.

Определить относительную нестабильность частоты как отношение максимального отклонения частоты к номинальному значению  $\epsilon = \frac{\Delta f'}{f_0}$ .

### 6.3. Проверка работоспособности устройства управления синтезатором частоты

Измерить частоту выходного сигнала передатчика каждого канала связи. Для этого на ПВУ необходимо 8 раз нажать кнопку «КАНАЛ». Переписать значение частот каналов по мере их возрастания, определить разнос по частоте между соседними каналами. В зависимости от модификации радиостанции разнос по частоте может быть равен 25 или 50 кГц.

### 6.4. Исследование модуляционных характеристик передатчика

Снять динамическую амплитудную модуляционную характеристику. Для этого подать на ПВУ от НЧ-генератора сигнал частотой 1 кГц. Изменяя его амплитуду ( $U_{\Omega}$ ) от 0,1 до 4 В, снять зависимость  $\Delta f = \varphi(U_{\Omega})$ , где  $\Delta f$  – девиация частоты, которая измеряется девиомером. Амплитуда модулирующего сигнала измеряется по прибору генератора низкой частоты. Рассчитать и построить зависимость индекса модуляции ( $m$ ) от амплитуды модули-

рующего сигнала:  $m = \frac{\Delta f}{F} = \varphi(U_{\Omega})$ , где  $F$  – частота модулирующего сигнала;  $\Delta f$  – девиация частоты.

Снять динамическую частотную модуляционную характеристику. Для этого подать на ПВУ от НЧ-генератора сигнал амплитудой  $U_{\Omega} = 0,5$  В. Изменяя частоту модулирующего сигнала от 50 до 4000 Гц, снять и построить зависимость девиации частоты от частоты модулирующего сигнала  $\Delta f = \varphi(F)$ .

### 6.5. Измерение коэффициента нелинейных искажений передатчика

Подать на вход ПВУ от НЧ-генератора сигнал частотой 1 кГц такого уровня, чтобы девиация частоты сигнала на выходе передатчика, измеренная девио-метром, была равна 3 кГц. Кнопка «КОНТРОЛЬ» ПВУ при этом находится в положении «ПРД». Измерить коэффициент нелинейных искажений ( $K_{ни}$ ) соответствующим прибором, подключенным к гнездам «ИНИ» блока ПВУ. Согласно паспортным данным  $K_{ни}$  должен быть не более 5 %.

## 7. Содержание отчета

1. Структурная схема передатчика радиостанции «Алтай».
2. Принципиальная схема ГУН.
3. Значения чувствительности модуляционного входа передатчика и относительной нестабильности частоты.
4. Таблицы и графики зависимости  $m = \varphi(U_{\Omega})$  и  $\Delta f = \varphi(F)$ .
5. Краткие выводы по проведенным исследованиям.

## 8. Контрольные вопросы

1. Какие способы получения ЧМ-колебаний вы знаете?
2. Что такое индекс частотной (фазовой) модуляции? На что он влияет?
3. Изобразите структурную схему передатчика с частотной (фазовой) модуляцией.
4. С какой целью применяют предкоррекцию модулирующего сигнала при ЧМ?
5. Чем характеризуется спектр колебания с угловой модуляцией при индексе модуляции  $m = 2,4$ ?
6. Как осуществляется стабилизация средней частоты в ЧМ-передатчиках?
7. Что такое статические и динамические модуляционные характеристики ЧМ-передатчиков?
8. Объясните принцип действия системы ФАПЧ.
9. С какой целью в синтезаторе частоты используется ДФКД?

## Литература

1. Радиопередающие устройства / под ред. В. В. Шахгильдяна. – М. : Радио и связь, 2003. – 560 с.
2. Рыжов, А. В. Синтезаторы частоты в технике радиосвязи / А. В. Рыжков, В. Н. Попов – М. : Радио и связь, 1991. – 261 с.
3. ГОСТ 12252–86. Радиостанции с угловой модуляцией сухопутной подвижной службы. Типы, основные параметры, технические требования и методы измерений. – М. : Гос. комитет СССР по стандартам, 1986.

Библиотека БГУИР

Учебное издание

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕДАТЧИКА ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЫ**

Методические указания  
к лабораторной работе  
по курсам «Устройства генерирования и формирования  
радиосигналов» и «Радиопередающие устройства»  
для студентов специальностей «Радиотехника»  
и «Радиоэлектронные системы»  
всех форм обучения

Составители :

Ползунов Владимир Васильевич  
Шашков Юрий Алексеевич

Редактор Е. Н. Батурчик  
Корректор Л. А. Шичко

---

Подписано в печать  
Гарнитура «Таймс».  
Уч.-изд. л. 1,0

Формат 60×84 1/16.  
Печать ризографическая.  
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.  
Усл. печ. л.  
Заказ 611.

---

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.  
220013, Минск, П. Бровки, 6