ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ В КАНАЛЕ ПОЕЗДНОЙ РАДИОСВЯЗИ ПОСРЕДСТВОМ ПРЕРЫВАНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО ТРАКТА НА ВРЕМЯ ДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

Н. Ф. Швачка

Харьков

Одним из факторов резкого ухудшения качества передачи в телефонном канале поездной радиосвязи на участках с электротягой на переменном токе являются импульсные помехи [8]. Причиной образования такого рода помех считают частичные разряды газовых пузырьков, микровключений и микротрещин в исправных и дефектных изоляторах контактной сети, находящихся под высоким напряжением (25 *кв*) [3, 7]. По своим характеристикам электрические помехи на участках с электротягой на переменном токе представляют пачки импульсов со случайными амплитудой, числом импульсов и фазовым положением в пачке [7].

Известны различные способы борьбы с такого рода помехами, основанных на повышении помехозащищенности радиоприемного устройства [2, 5]. Наивысшей эффективностью среди них обладает способ прерывания тракта на время действия импульса помехи [1]. Однако подобные устройства достаточно сложны из-за наличия отдельного канала формирования помех с прерывателем.

В канале поездной радиосвязи с частотной модуляцией устройство существенно упрощается, если для усиления напряжения импульсов помехи использовать каскады радиостанции, а выделение импульсов помехи вести по амплитудному признаку. Точки подключения канала выделения помех к схеме радиостанции можно найти, учитывая возможность появления паразитной амплитудной модуляции при прохождении частотно-модулированного сигнала через узкополосные каскады радиостанции. При прохождении частотно-модулированного колебания

$$u_c(t)_{вх} = U_c \sin(\omega_c t + m \sin \Omega t) \tag{1}$$

через резонансный усилительный каскад с комплексным коэффициентом усиления

$$k(j\omega) = -\frac{Sz_{эр}}{1 + j\dfrac{2(\Delta\omega_0 + \omega_g)}{\omega_p} Q} \tag{2}$$

напряжение на выходе его можно найти как

$$u_c(t)_{вых} = u_c(t)_{вх} k(j\omega). \tag{3}$$

Здесь

ω_p — резонансная частота контура;
ω_c — несущая частота модулированного сигнала;
ω_g — девиация частоты;
Ω — частота модулирующего сигнала;
m — индекс модуляции;
$z_{эр}$ — резонансное сопротивление контура;
Q — добротность контура;
S — крутизна характеристики лампы усилителя;
$\Delta\omega_0$ — расстройка между частотами настройки контура и несущей.

Когда частота настройки контура совпадает с частотой несущей, подставляя в (3) выражения (1) и (2), получим

$$u_c(t)_{вых} = -Sz_{эр}\frac{U_c}{\sqrt{1+\left(\frac{2\omega_д}{\omega_c}\right)^2 Q^2}}\sin(\omega_c t + m\sin\Omega t + \varphi), \qquad (4)$$

где $\varphi = \operatorname{arctg}\frac{2\omega_д}{\omega_c}$ — фазовый угол.

Из (4) видно, что глубина паразитной амплитудной модуляции определяется величиной отношения $\frac{\omega_c}{\omega_g}$ и добротностью контура. Расчеты по формуле (4) показывают, что при подключении канала выделения помех к каскадам усилителя промежуточной частоты (УПЧ) радиостанции коэффициент модуляции достигает 30%, к каскадам усилителя высокой частоты (УВЧ) — лишь 4%, поэтому в канале выделения помех можно использовать только каскады УВЧ радиостанции.

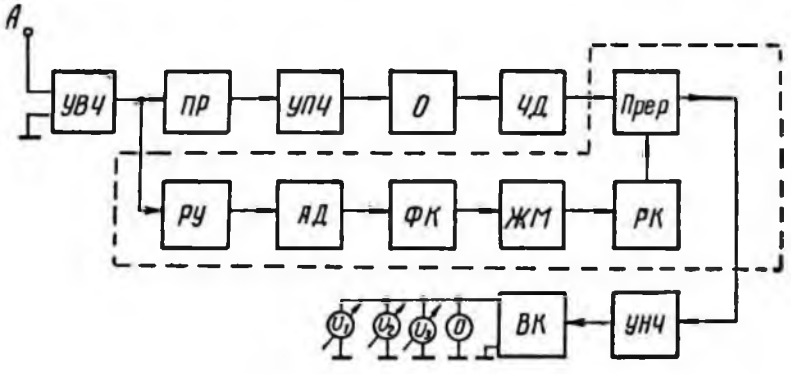

Рис. 1. Блок-схема испытаний.

Высокая эффективность подавления помех в рассматриваемом способе реализуется лишь при одновременном приходе импульсов помех по основному каналу и каналу выделения помех, поэтому рассмотрим причины возможного изменения фазовых параметров импульса, сформированного в канале помех. Следует заметить, что влияние неодновременности прихода заднего фронта импульса по двум каналам можно сравнительно просто устранить, создав в канале помехи импульс длительностью несколько большей, чем наибольший импульс в основном канале (длительность импульса в последнем определяется полосой пропускания узкополосного тракта радиостанции). Достаточно точное совпадение передних фронтов импульсов, приходящих по обоим каналам в прерыватель (рис. 1), достигается правильным выбором параметров канала выделения помех (формирующий каскад ФК ждущий мультивибратор ЖМ, разделительный каскад РК, прерыватель) и возможностью выделения импульса помех амплитудным детектором АД на достаточно низком уровне. Последний определяется паразитным напряжением гетеродина, проникающего от преобразователя на выход УВЧ и, следовательно, на вход резонансного усилителя РУ канала выделения помех. Временной сдвиг переднего фронта импульса на выходе АД Δt можно найти из решения системы уравнений (5), (6) [4]

$$U_в = \frac{1}{2}k_1 U_m\left[1+\frac{2}{\pi}\sin\frac{\Delta\omega}{2}(t-t_0)\right] \qquad (5)$$

$$U_2 = k_2 U_{mr}, \qquad (6)$$

где $U_и$ — текущее значение амплитуды высокочастотного напряжения в радиоимпульсе на выходе УВЧ;

k_1 — отношение амплитуды импульса на выходе РУ к амплитуде импульса на выходе УВЧ в установившемся режиме;

U_m — амплитуда импульса на выходе УВЧ;

$\Delta\omega$ — полоса пропускания РУ;

$t_0 = \frac{\partial\varphi}{\partial\omega}$ — тангенс угла наклона фазовой характеристики резонансной системы РУ к оси абсцисс;

k_2 — коэффициент передачи напряжения от гетеродина до входа амплитудного детектора;

U_{mr} — амплитуда напряжения частоты гетеродина;

U_2 — амплитуда напряжения частоты гетеродина, проникающего на вход амплитудного детектора.

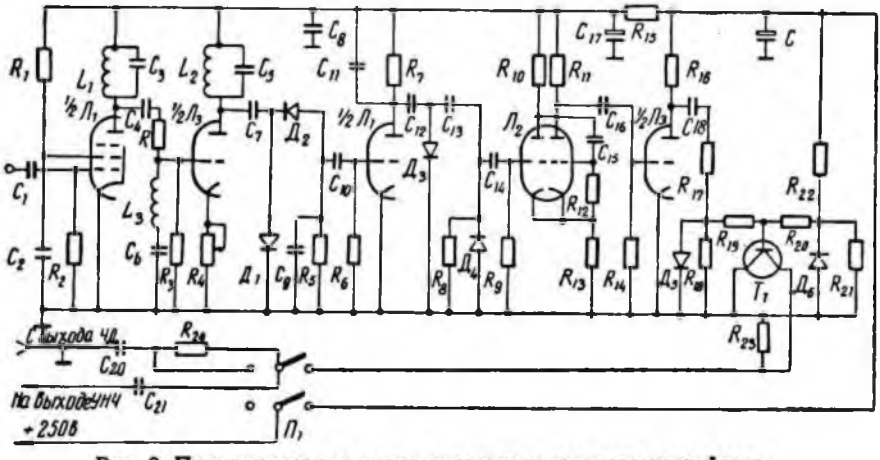

Рис. 2. Принципиальная схема экспериментального устройства.

Расчеты по приведенным формулам и результатам измерений дают величины Δt порядка 8—10 *мксек*.

Для более точного выделения переднего фронта импульса (уменьшения Δt в 40—50 раз) необходимо подавить напряжение частоты гетеродина, поступающее на вход АД. Эту задачу можно решить включением апериодического режекторного фильтра [6] R, L_3, C_6 с добротностью $Q = 1$ (рис. 2).

На рис. 2 приведена принципиальная схема экспериментального устройства. Два первых по схеме каскада на лампах $^1/_2$ Л$_1$, $^1/_2$ Л$_3$ — резонансные усилители, далее следует формирующий каскад ($^1/_2$ Л$_1$), ждущий мультивибратор (Л$_2$), разделительный каскад ($^1/_2$ Л$_3$) и прерыватель на транзисторе Т$_1$, собранный по схеме с общим коллектором. Из схемы видно, что транзистор Т$_1$ подключен параллельно входу усилителя низкой частоты радиостанции. При поступлении импульса помехи на вход радиостанции, он передается через канал помехи на базу транзистора, открывая его. Сопротивление перехода эмиттер — коллектор уменьшается, не давая возможности импульсу помехи пройти с выхода частотного детектора (ЧД) на вход усилителя низкой частоты (УНЧ) радиостанции (основной канал).

Для проведения испытаний экспериментальное устройство было подключено к радиостанции ЖР-3 в соответствии с блок-схемой рис. 1.

Напряжение помех на вход радиостанции подавалось от генератора ГИС-2 индуктивным способом; напряжение сигнала — от другой радиостанции, расположенной на расстоянии 10 *м* от испытуемой. Эффективность подавления помех оценивалась по данным измерений напряжения помех и сигнала широкополосным U_1 и селективным вольтметрами U_3, псофометром U_2 с фильтрами МККТТ и МККР и шлейфовым осциллографом МПО-2.

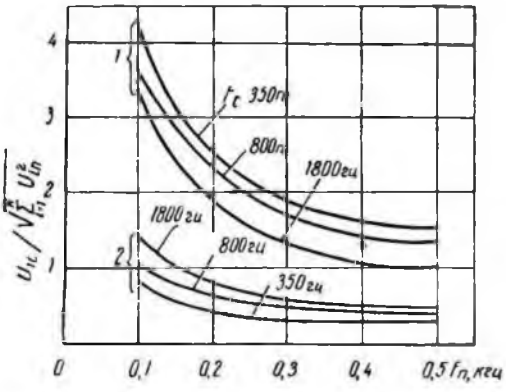

Рис. 3. К оценке эффективности схемы подавления импульсных помех.

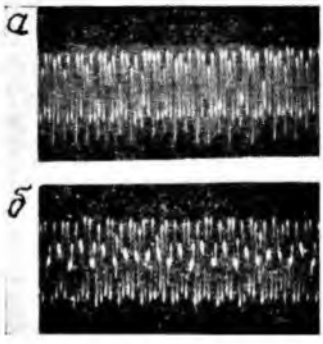

Рис. 4. Осциллограммы напряжения на выходе радиостанции.

В качестве критерия оценки взято отношение сигнал-помеха на выходе радиостанции в виде

$$\frac{U_c}{U_п} = \frac{U_{1c}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{k} U_{iп}^2}}, \qquad (7)$$

где U_{1c} — амплитуда напряжения первой гармоники сигнала;
$U_{iп}$ — амплитуды напряжения гармонических составляющих помехи.

Результаты измерений представлены на рис. 3 (*1* — с включенной схемой, *2* — без нее). Из рис. 3 видно, что выигрыш в 2—4 раза отношения сигнал — помеха зависит от частоты следования импульсов помехи $F_п$ и частоты модулирующего сигнала F_c. С повышением частоты следования импульсов эффективность подавления помех уменьшается. При частоте повторения импульсов 100 *гц* (частота повторения пачек импульсов в канале поездной радиосвязи) отношения сигнал — помеха улучшается в 3—6 раз. На рис. 4 представлены осциллограммы напряжения на выходе радиостанции (при включенной схеме прерывания *а* и без нее *б*) для частоты модулирующего сигнала $F_c = 700$ *гц* и частоты повторения импульсов $F_п = 300$ *гц*.

Окончательная оценка степени повышения качества передачи производилась по величине разборчивости слов газетного текста (передано 500 слов). При частоте повторения импульсов помехи 100 *гц* без экспериментального устройства получена разборчивость 10%, при включении схемы она увеличивалась до 92%. Существенное возрастание разборчивости (на 50—60%) сохранялось до частот следования импульсов помехи порядка 500 *гц*.

ВЫВОДЫ

1. Система прерывания тракта радиоприемного устройства с узкополосной частотной модуляцией позволяет повысить помехозащищенность приема в 3—6 раз, а качество передачи речи — на 40—80%.

2. С целью упрощения устройства в канале выделения помехи можно использовать каскады усилителя высокой частоты радиостанции, производя выделение импульсов помех по амплитудному признаку.

3. Для подавления напряжения частоты гетеродина, проникающего в канал выделения помехи, следует использовать апериодический режекторный фильтр с добротностью, равной единице.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Гольденберг. Характеристики систем подавления импульсных помех. «Электросвязь», 1966, № 2.

2. Ю. И. Медведев. Экпериментальные исследования экстраполяционного способа борьбы с импульсными помехами при радиовещательном приеме. «Радиотехника», т. 18, № 6, 1958.

3. В. В. Сарапкин. Высокочастотные колебания в линиях 6,10 и 35 *кв*, образующиеся от нормальных и дефектных изоляторов. «Электричество», 1966, № 9.

4. В. И. Сифоров. Радиоприемные устройства. Воениздат, 1951.

5. А. М. Шабалин. К вопросу о помехоустойчивости системы широкая полоса — прерыватель — узкая полоса. Труды ГПИ, т. 20, вып. 5. Волжско-Вятское книжное издательство, 1964.

6. А. М. Шабалин. Метод подавления при приеме часто следующих импульсных помех посредством прерывания широкополосного высокочастотного тракта и применения апериодических контуров. Труды ГПИ, т. 18, вып. 2 Волжско-Вятское книжное издательство, 1962.

7. Н. Ф. Швачка. Исследование помех от изоляторов контактной сети. Труды ХИИТа, вып. 98. Изд-во «Транспорт», 1968.

8. Н. Ф. Швачка. Исследование качества передачи в канале поездной радиосвязи в диапазоне частот радиостанции ЖР-3. Труды ХИИТа, вып. 112. Изд-во «Транспорт», 1969.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИНТЕЗА ОБУЧАЮЩИХСЯ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕТОДОМ *R*-ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

И. Б. Сироджа, В. И. Салыга

Харьков

Разработка принципиально новых методов построения систем автоматического управления сложными технологическими комплексами — одна из актуальных задач настоящего времени. Основное в развитии теории и практики автоматического управления — получение оптимального решения в любой производственной ситуации, возникающей в процессе функционирования системы. Главная проблема оптимального управления заключается в наиболее эффективном использовании имеющейся информации об объекте. Однако современные объекты управления характеризуются большим числом коррелированных внешних воздействий, объем информации о которых и скорость ее поступления зачастую превышают способность человека вырабатывать решения о действительном состоянии объекта [1]. В этих условиях наиболее целесообразным является построение обучающихся систем управления, использующих методы теории автоматического распознавания образов.

При синтезе обучающихся систем основное внимание следует уделить построению алгоритмов, удобных для современных быстродейству-