

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ МНОГОСИГНАЛЬНОЙ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ ПРИЕМНИКА ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Н.А. Самоцвет

Приводится обоснование метода измерения многосигнальной избирательности приемника прямого преобразования. Приведена структурная схема измерительной установки и даны примеры практической реализации процедур измерения, учитывающие специфику измерения многосигнальной избирательности приемника прямого преобразования

Ключевые слова: многосигнальная избирательность, приемник прямого преобразования, показатель, эффективность, помеха

Введение

Испытания РЭС на РЭЗ включают измерения многосигнальной избирательности радиоприемных устройств. Для супергетеродинных приемников методики измерения многосигнальной избирательности разрабатывались в течение нескольких десятилетий и завершились стандартизацией как характеристик избирательности, так и методов их измерений (ГОСТ 12252-86, ГОСТ 22580-84), а также стандартизацией норм на значения характеристик многосигнальной избирательности (ГОСТ 5651-82, Нормы ГКРЧ и др.). Известен также патент РФ № 2287900 на способ измерения многосигнальной избирательности приемника широкополосных сигналов.

Однако до настоящего времени для приемников прямого преобразования (ПРМПП) нет ни полного общепризнанного перечня измеряемых характеристик, ни установившихся способов измерений, ни действующих межведомственных норм на параметры их многосигнальной избирательности.

В последние годы ПРМПП находят все более широкое применение в современных коммуникационных технологиях мобильной связи (например, в оборудовании для «последней мили»). Так, например, широко развита цифровая технология радиодоступа в телефонные сети общего пользования на основе стандарта DECT. В состав аппаратуры связи этого стандарта, выпускаемой многими известными зарубежными и отечественными производителями оборудования, в качестве важнейших элементов входят ПРМПП. Массовое использование указанного оборудования официально разрешено с 1998 г. решением ГКРЧ и приказом Госкомсвязи России. В последнее время стремительно развиваются технологии WiMax, WiFi и другие, которые также широко используют цифровые приемники прямого преобразования.

В связи с тенденцией усложнения проблемы электромагнитной совместимости радиосредств отсутствие данных о многосигнальной избирательности ПРМПП приводит к экстремальным ситуациям в сложной электромагнитной обстановке. Как следствие, прогноз поведения приемников, особенно в

экстремально тяжелой электромагнитной обстановке, ненадежен

Исходя из этого, целью статьи является обоснование метода измерения многосигнальной избирательности радиоприемных устройств, построенных по принципу прямого преобразования частоты.

1. Описание сущности существующего способа измерения частотной избирательности приемников

Способ измерения избирательности однополосных радиоприемников сухопутной подвижной службы изложен в ГОСТ 22579-86 (описание этого стандарта в части измерения характеристик частотной избирательности супергетеродинного приемника многосигнальным методом приведено также в книге Бадалова А.Л. и Михайлова А.С. Нормы на параметры электромагнитной совместимости РЭС: Справочник. – М.: Радио и связь, 1990, на стр. 201 – 208, рис. 8.20) многосигнальную интермодуляционную избирательность супергетеродинного приемника методом измерения А02 определяют в следующей последовательности:

на вход приемника на частоте настройки подают нормальный испытательный сигнал от генератора сигналов 1 и устанавливают уровень полезного сигнала U_c , при котором отношение сигнал/шум равно 12 дБ;

устанавливают частоту генератора сигналов 1, равной $f_{r1} = f_{ном} + 6850$ Гц, и частоту генератора 2 равной $f_{r2} = f_{ном} + 12700$ Гц,

увеличивают уровни мешающих сигналов, до значения, при котором проявляется интермодуляция;

частоту второго генератора помех подстраивают так, чтобы интермодуляция проявилась в наибольшей степени;

увеличивают уровни мешающих сигналов до значения U_p , при котором отношение сигнал/шум на выходе приемника становится равным 12 дБ;

измерения повторяют при установке частоты генератора 1, равной $f_{r1} = f_{ном} - 7300$ Гц,

многосигнальную интермодуляционную избирательность приемника определяют по формуле

$$S_{\text{и}} = 20 \lg U_p / U_c.$$

Недостатком способа является то, что измерение многосигнальной избирательности проводится

для приемников, построенных по супергетеродинной схеме, а для оценки избирательности приемников прямого преобразования этот способ в большинстве случаев непригоден. Он не учитывает особенностей принципов построения ПРМПП.

2. Обоснование метода измерения частотной избирательности приемника прямого преобразования

Для устранения указанного недостатка в способе измерения многосигнальной избирательности ПРМПП с помощью генератора СВЧ формируют входной трехчастотный испытательный сигнал (генератор СВЧ имеет вход для внешней амплитудной модуляции). Генератор обеспечивает подачу на вход приемника смеси из сигнала на частоте настройки генератора f и сигналов двух боковых симметричных составляющих с несущими частотными составляющими на частотах $f + F$ и $f - F$. Измерения проводят в два этапа:

на первом этапе формируют комбинационные и интермодуляционные искажения в приемнике, причем частоту генератора СВЧ настраивают на среднюю частоту соседнего канала ПРМПП, а частоты низкочастотных составляющих выбирают так, чтобы они отстояли на оси частот от модулируемого высокочастотного колебания генератора СВЧ (настроенного на частоту соседнего канала ПРМПП) на симметричные расстояния по частотной оси, численно равные частотному разнесу между каналами приемника (совмещают среднюю частоту спектра трехчастотного амплитудно-модулированного испытательного сигнала со средней частотой соседнего канала при фиксированной настройке приемника);

на втором этапе формируют только комбинационные искажения в приемнике, подавая на его вход только сигнал на частоте f .

Для пояснения сущности способа необходимо перечислить наиболее опасные механизмы возникновения помех по побочным каналам приема в приемнике прямого преобразования при многосигнальном воздействии. Они заключаются в следующем:

Прохождение помех из-за неидеальной линейной избирательности ПРМПП (недостаточный коэффициент прямоугольности полосы пропускания приемника и конечная величина ослабления фильтра НЧ при отстройках).

Нелинейное поражение из-за эффекта блокирования.

Нелинейное поражение из-за возникновения интермодуляционных искажений 3-го порядка вида $2f_1 - f_2$, $2f_2 - f_1$, $f_1 + f_2 - f_3$, попадающих в полосу настройки ПРМПП, где f_1, f_2, f_3 – частоты мешающих сигналов (помех) за пределами полосы настройки приемника.

Нелинейное поражение из-за возникновения комбинационных искажений вида $f_{\Pi} - f_{ГЕТ} = F$, $|f_{ГЕТ} - f_{\Pi}| = F$, $2f_{ГЕТ} - f_{\Pi} = f_C$, где $f_{ГЕТ}$ –

частота настройки гетеродина ПРМПП, f_C – частота настройки ПРМПП, f_{Π} – частота мешающего сигнала (помехи) за пределами полосы настройки приемника.

Необходимо отметить, что механизмы возникновения побочных каналов по пунктам 3 и 4 являются наиболее опасными именно для приемников прямого преобразования (это связано с особенностями их принципа построения), поэтому необходимо обосновать методику измерения многосигнальной избирательности по этим каналам для ПРМПП.

Принцип действия современного приемника прямого преобразования описан в книге Сергея Дингеса «Мобильная связь: технология DECT» / Изд-во СОЛОН-Пресс, 2003 (серия «Библиотека радиоинженера»), указанная информация об особенностях построения и специфических побочных каналах приема ПРМПП приводится также в ресурсах Интернет на информационном портале «Радио Дизайн» в разделе «Архитектура тракта приема РЧ блоков» (рисунки 6, 8 – 10 с пояснениями).

Принцип работы ПРМПП иллюстрируется схемой и эпиярами, приведенными на рисунке 1.

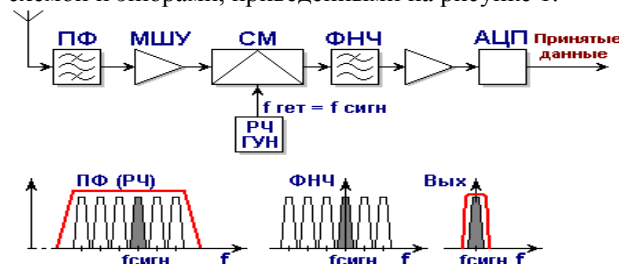


Рис. 1. Структура и принцип работы ПРМПП

В отличие от супергетеродина приемник прямого преобразования содержит только один смеситель, установленный либо непосредственно на входе приемника, либо после УВЧ (маломощного усилителя) с небольшим коэффициентом усиления. Гетеродин настраивается примерно на частоту сигнала, разница между частотами гетеродина и сигнала лежит в области низких (звуковых) частот и составляет, например, 0,5...1 кГц для аналоговых приемников речевых сигналов [1, 2]. На выходе смесителя выделяется сигнал этой звуковой частоты, подаваемый на фильтр нижних частот (ФНЧ), служащий для ослабления сигналов соседних по частоте станций, и далее на УНЧ с большим коэффициентом усиления и с хорошей частотной избирательностью.

В нашем примере при частоте настройки ПРМПП 7010 кГц частота гетеродина должна составлять либо 7009 (нижняя настройка гетеродина), либо 7011 кГц (верхняя настройка гетеродина). И в том и в другом случае преобразованная звуковая частота составит 1 кГц, только полезный и зеркальный каналы (они же соседние каналы для ПРМПП) поменяются местами. При этом фильтр маломощного усилителя (УВЧ или преселектора в виде полосового фильтра) в ПРМПП не может значительно ослабить зеркальный канал (как это делают в супергетеродинном приемнике). Основная избирательность в

ПРМПП обеспечивается фильтром УНЧ, поскольку в таком приемнике тракт промежуточной частоты отсутствует. Еще одна особенность ПРМПП – сигнал гетеродина постоянно создает помеху по соседнему каналу, что приводит к эффекту блокирования полезного сигнала. Избавляются от этой помехи улучшением АЧХ фильтра УНЧ. Однако исследование этого эффекта (как односигнального) выходит за рамки статьи и поэтому в дальнейшем не рассматривается.

Комбинационные искажения (свисты) в ПРМПП возникают из комбинационных частот, близких как к гетеродину, так и к сигналу. Например, при частоте настройки гетеродина 7011 кГц (верхняя настройка) и наличии сигнала помехи достаточной мощности на входе приемника на частоте 7012 кГц в полосу пропускания УНЧ попадет комбинационный сигнал на частоте $7012 - 7011 = 1$ кГц, который будет принят как полезный сигнал. При этом побочный комбинационный канал приема на частоте 7012 кГц одновременно будет являться (только в ПРМПП!) аналогом зеркального канала в супергетеродинном приемнике. Он отстоит на оси частот от частоты настройки ПРМПП (7010 кГц) на удвоенную величину разнеса между каналами (2 кГц).

Интерференционные искажения и соответствующие им побочные каналы приема ПРМПП возникают при многосигнальном воздействии из-за биений частот двух (и более) мешающих сигналов помех на входе приемника, частоты которых не совпадают с частотами основного и побочного каналов приемника [по ГОСТ 23611-79]. Для нашего примера (ПРМ настроен на частоту 7010 кГц при верхней настройке гетеродина) одним из возможных вариантов интермодуляционного поражения ПРМПП является продукт нелинейного преобразования третьего порядка на любых нелинейных элементах (не обязательно в смесителе) приемника на частоте $f_{\text{инт}} = 2f_2 - f_1 = 2 \cdot 7011 - 7012 = 7010$ кГц, где частоты f_1 и f_2 соответствуют помехам из эфира.

Если частота f_2 отсутствует в эфире (на вход приемника воздействует только помеха на частоте 7012 кГц), то в данном случае на частоте 7011 кГц подается сигнал от гетеродина в смеситель и в нем также возникает нежелательная комбинационная помеха на частоте 7010 кГц (такая помеха в принципе может образоваться не только в смесителе, но в нем созданы наиболее «благоприятные» условия для нелинейной комбинации сигналов, поскольку сигнал гетеродина имеет большую амплитуду и принимаемый сигнал помехи на частоте 7012 кГц усилен в УВЧ).

2. Методика измерений

Последний пример позволяет обосновать новую простую практически ценную методику для отдельного оценивания комбинационных и интер-

модуляционных искажений в приемнике по механизмам п.п. 3 и 4. Сущность ее заключается в том, что для выявления комбинационных и интермодуляционных искажений в ПРМПП на его вход подается таким образом специально сформированный трехсигнальный испытательный сигнал, который позволит создать в приемнике одновременно как комбинационные, так и интермодуляционные искажения, а затем, подавая испытательный сигнал только на одной частоте (например, f_2), можно выявить искажения только комбинационного типа. Сравнение двух указанных эффектов путем раздельного определения относительных уровней комбинационных и интермодуляционных каналов приема позволит определить вклад как интермодуляционных, так и комбинационных искажений в помехозащищенность ПРМПП. При этом сложная процедура определения этих каналов упрощается.

Интерференционные искажения являются наиболее опасными в ПРМПП, поскольку их частоты находятся либо в полосе основного приема, либо незначительно удалены от нее по оси частот, то есть находятся в области соседних каналов. Анализ особенностей принципов построения ПРМПП и опыт их эксплуатации показывает, что механизмы 3 и 4 являются наиболее опасными с точки зрения поражения приемника многосигнальными помехами.

Таким образом, для полной оценки характеристик избирательности ПРМПП необходимо измерять характеристики, соответствующие механизмам воздействия по п. п. 3, 4, причем отдельно друг от друга и от механизмов воздействия по другим пунктам. Для оценки параметров многосигнальной избирательности ПРМПП по рассматриваемым в рамках данной статьи механизмам 3 и 4 необходимо сформировать различное распределение частот помех. Покажем, что это распределение возможно реализовать с помощью операций формирования трехчастотного испытательного сигнала, учитывающего особенности принципов построения ПРМПП.

Формирование помех производится в два этапа. На первом этапе создают многосигнальную помеху, приводящую к возникновению как интермодуляционных, так и комбинационных помех в ПРМПП. Этот этап измерений иллюстрируется рисунком 2, на котором использованы следующие обозначения:

$f_c, f_{\text{ГЕТ}}$ – соответственно, частота настройки приемника и частота гетеродина ПРМПП,

f – частота настройки генератора сигналов СВЧ для создания помехи на входе ПРМПП с амплитудой $U_{\text{П}}$,

F – низкая частота, подаваемая на генератор сигналов СВЧ через вход внешней амплитудной модуляции от генератора НЧ.

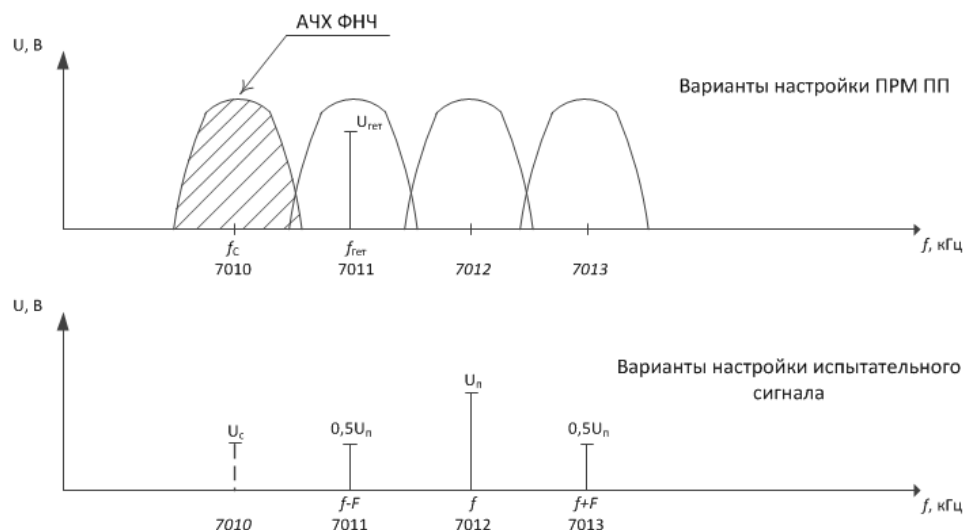


Рис.2. Пример формирования помех

Анализ механизмов возникновения комбинационных и интермодуляционных искажений применительно к рассматриваемому примеру показывает: на выходе приемника (при отсутствии сигнала на входе ПРМ ПП) возникают наиболее опасные помехи интермодуляционного типа на частоте настройки приемника (7010 кГц) при следующих комбинациях частот:

$2(f - F) - f$; - эта «классическая» интермодуляционная помеха проникает на выход приемника через вход ПРМ ПП, настроенного на частоту 7010 кГц;

$f - (f - F)$ - эта интермодуляционная помеха имеет частоту 1 кГц и поэтому проникает на выход приемника через фильтр НЧ с выхода смесителя;

$f + (f - F) - (f + F)$ - возникает за счет явления интермодуляции 3-го порядка при взаимодействии помех на трех частотах и проникает через вход приемника;

$2f - (f + F)$; (эта помеха воздействует по соседнему каналу).

Все указанные искажения являются продуктами интермодуляции 3-го порядка, не ослабляются в УВЧ или преселекторе ПРМ ПП и поэтому приводят к поражению приемника. При настройке средней частоты испытательного сигнала f на частоту 7009 кГц при той же частоте настройки приемника, также возникнут интермодуляционные искажения, частоты которых попадут в приемник либо через вход смесителя, либо через его выход. Вместе с указанными интермодуляционными помехами в ПРМ ПП возникают и комбинационные помехи, например, на частотах $f - f_{ГЕТ}$, $2f_{ГЕТ} - f$ и других. Из анализа рисунка 2 следует, что при отключении внешней амплитудной модуляции от генератора СВЧ (на вход ПРМ ПП подается только сигнал на частоте f) соответствующие побочные комбинационные каналы могут быть измерены по известной методике.

На втором этапе измерений на вход приемника подают сигнал только на частоте генератора СВЧ f

и измеряют относительный уровень комбинационных каналов на частотах $f - f_{ГЕТ}$; $2f_{ГЕТ} - f$. Таким образом, зная вклад этих каналов в общую помехозащищенность приемника, можно отдельно оценить опасность как интермодуляционных, так и комбинационных каналов ПРМ ПП.

Приведенные на рисунке 2 амплитуды испытательного сигнала соответствуют идеальному случаю амплитудной модуляции несущей гармоническим (тональным) сигналом.

Структурная схема измерительной установки для реализации предлагаемого метода оценки многосигнальной избирательности ПРМ ПП приведена на рисунке 3.

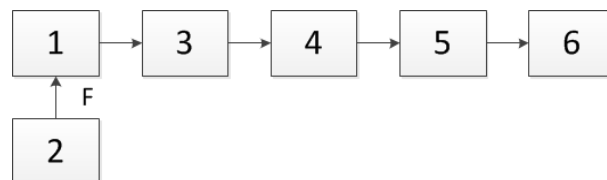


Рис. 3. Структурная схема измерительной установки

На рисунке введены следующие обозначения:

- 1 – генератор сигналов СВЧ;
- 2 – низкочастотный генератор;
- 3 – согласующее устройство;
- 4 – эквивалент антенны приемника;
- 5 – приемник;
- 6 – измеритель отношения сигнал-шум.

Измерение многосигнальной избирательности приемника прямого преобразования сводится к следующему:

1. На вход приемника на частоте настройки подают нормальный испытательный сигнал от генератора СВЧ 1 мощностью P_c и устанавливают отношение сигнал-шум на выходе приемника равным 12 дБ;

2. Включают генераторы помех на частотах, соответствующих сначала первому виду распределения (рисунок 2, генератор 2 включен, этап 1 – формирование комбинационных и интермодуляционных искажений), затем – второму виду распре-

ления (генератор 2 выключен, этап 2 – формирование только комбинационных искажений);

3. Повышают амплитуду помех U_p до проявления интермодуляционных и (или) комбинационных помех при первом и втором вариантах подачи помех;

4. Многосигнальную избирательность приемника определяют по формуле.

$$S_u = 20 \lg \frac{U_n}{U_c},$$

При испытаниях цифровых приемников в соответствии с предлагаемой технологией опасность воздействия интермодуляционной помехи оценивают по показателю BER (относительное количество ошибочно принятых двоичных символов), при этом на вход приемника подают тестовый испытательный цифровой сигнал.

Выводы

Предлагаемый метод измерений обеспечивает количественную оценку относительных уровней побочных каналов ПРМ ПП при многосигнальном мешающем воздействии и позволяет упростить состав аппаратного обеспечения измерений по сравнению со способом-прототипом за счет уменьшения количества применяемых дорогостоящих генераторов СВЧ.

При испытаниях цифровых приемников опасность воздействия интермодуляционной помехи оценивают по показателю BER (относительное количество ошибочно принятых двоичных символов), при этом на вход приемника подают стандартный тестовый испытательный цифровой сигнал.

Литература

1. Бененсон, Л.Д. Рассеяние электромагнитных волн антеннами [Текст] / Л.Д. Бененсон, Я.Н. Фельд // Радиотехника и электроника. - 1988. - Т. 33. - №2. - С. 225 – 245.
2. Воскресенский, Д.И. Эффективная поверхность рассеяния остронаправленных антенн и антенных решеток [Текст] / Д.И. Воскресенский, Л.И. Пономарев, А.В. Шаталов / Вопросы снижения эффективной поверхности рассеяния, под ред. П.Я. Уфимцева. - М.: ИРЭ РАН. - 1989. - С. 117 – 125.
3. Панычев, С.Н. Влияние характеристик рассеяния антенн на точность измерения параметров излучающих систем в ближней зоне [Текст] / С.Н. Панычев, Э.А. Соломин // Измерительная техника. - 1995. - №5. - С. 56 – 58.
4. Гладышев, А.К. Влияние характеристик рассеяния антенны на показатели качества функционирования РЭС [Текст] / А.К. Гладышев, Е.Ф. Иванкин, С.Н. Панычев // Измерительная техника. - 1995. - №2. - С. 48 – 50.
5. Еремин, В.Б. Характеристики рассеяния антенн и фазированных антенных решеток. [Текст] / В.Б. Еремин, С.Н. Панычев // Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. - 1997. - №8. - С. 61 – 70.
6. Панычев, С.Н. Оценка влияния характеристик рассеяния антенны на энергетические параметры спутниковых систем связи. [Текст] / С.Н. Панычев // Известия вузов. Радиоэлектроника. - 2001. - №3–4. - С. 74 – 79.
7. Панычев, С.Н. Косвенный метод определения структурной составляющей рассеяния антенны. [Текст] / С.Н. Панычев, Э.А. Соломин // В сб.: Радиопромышленность. - М.: НИИЭИР. - 1993. - С. 60 – 62.

8. Панычев, С.Н. Оценка влияния характеристик рассеяния измерительных антенн на точность измерения плотности потока энергии электромагнитного поля. [Текст] / С.Н. Панычев, П.М. Мусабеков // Метрология. - 1998. - Т.6. - С. 36 – 41.

9. Панычев, С.Н. Методика расчета энергетических потерь в радиоприемниках, обусловленных рассеянием радиоволн на антеннах СВЧ. [Текст] / С.Н. Панычев // Антенны. - №. 5(51). - 2001. - С. 68 – 70.

10. Гладышев, А.К. Экспериментально-расчетная модель оценки характеристик рассеяния апертурных антенн. [Текст] / А.К. Гладышев, С.Н. Панычев, Е.Ф. Иванкин // Метрология. - 1993. - №11. - С. 24 – 28.

11. Гладышев, А.К. Оценка возможности применения измерительных антенн в качестве рабочих мер ЭПР. [Текст] / А.К. Гладышев, С.Н. Панычев, Е.Ф. Иванкин // Измерительная техника. - 1993. - №2. - С. 57 – 59.

12. Ибрагимов, Н.Г., Панычев С.Н., Савинов В.А. Методика и результаты эксперимента по исследованию характеристик отражения рупорной антенны в широком диапазоне частот. [Текст] / Н.Г. Ибрагимов, С.Н. Панычев, В.А. Савинов. - В кн.: Антенные измерения. ВНИИРИ. Ереван. - 1990. - С. 191 – 192.

12. Кузнецов, А.А. Характеристики рассеяния линейных вибраторных решеток Ван-Атта. [Текст] / А.А. Кузнецов // Журнал радиоэлектроники. - 2014. - №5. - С. 37 – 43.

13. Формализованный подход к генерации радионаличных вариантов развития системы испытаний техники радиоэлектронной борьбы. [Текст] / С.Н. Панычев, Д.М. Бывших, С.В. Суворцев, Н.А. Самоцвет // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2014. - Т. 10. - № 3-1. - С. 71-75.

14. Волков, А. В. Синтез схемы дальномарширования на основе процедур пересечения и объединения с обработкой сигнала во временной области [Текст] / А.В. Волков, В.М. Питолин, Н.А. Самоцвет // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2013. - Т. 9. - № 4. - С. 12-14

15. Оптимальный прием и обработка радиосигналов в нелинейном канале ВЧ-облучения для дистанционного снятия акустической информации [Текст] / В.Б. Авдеев, С.Н. Панычев, Н.Г. Денисенко, Н.А. Самоцвет, М.С. Сковпин // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2014. - Т. 10. - № 5. - С. 94-98

16. Расчетно-инструментальный метод анализа прохождения случайного процесса через нелинейную цепь [Текст] / С.Н. Панычев, М.Ф. Пашук, В.М. Питолин, Н.А. Самоцвет, А.Е. Ломовских // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2014. - Т. 10. - № 5. - С. 109-113.

17. Экспериментально-расчетный метод определения двухсигнальной избирательности цифровых радиоприемных устройств [Текст] / В.М. Питолин, С.Н. Панычев, Н.А. Самоцвет, С.А. Акулинин // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2013. - Т. 9. - №.6-3 С. 45-48.

18. Питолин, В.М. Анализ методов формирования сигналов и помех с заданными законами распределения параметров [Текст] / В.М. Питолин, Н.А. Самоцвет, А.В. Волков // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2013. - Т.9. - №.5-1. - С. 34-36.

19. Панычев, С.Н. Алгоритм формирования имитационных помех с заданными спектральными и информационными свойствами [Текст] / С.Н. Панычев, С.В. Суворцев, С.В. Канавин // Труды XIX Международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь» RLNC- 2013. - Воронеж. - Т.3. - С. 2012-2017.

20. Суровцев, С.В. Когнитивный алгоритм корреляционно-фильтровой обработки сложных сигналов на фоне гауссовых шумов [Текст] / С.Н. Панычев, С.В. Суровцев, Н.А. Самоцвет // Труды XX Международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь» RLNC- 2014. - Воронеж. - Т.4. - С. 2000-2008.

21. Самоцвет, Н.А. Экспериментально-расчетный метод определения двухсигнальной избирательности цифровых радиоприемных устройств. [Текст] / С.Н. Панычев, В.М. Питолин, Н.А. Самоцвет, С.В. Суровцев // Материалы ежегодной Всероссийской конференции «Интеллектуальные информационные системы». - Воронеж: ВГТУ кафедра «Системы автоматизированного проектирования и информационные системы». - 2014. - С. 4-8

22. Самоцвет, Н.А. Методы формирования и обработки радиопомех с учетом их статистических свойств на основе технологий векторной генерации и анализа радиосигналов [Текст] / С.Н. Панычев, Н.А. Самоцвет, Е.А. Сытник // Материалы IV НТК молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы развития систем и средств ВКО». - М.: ГСКБ «Алмаз-Антей». - 2013. - С. 300-306.

23. Авдеев, В.Б. Особенности современных методов моделирования приема и обработки случайных радиосигналов на фоне шумов и помех. [Текст] / Авдеев В.Б., С.Н. Панычев, Н.А. Самоцвет // Доклад на конференцию 04.10.2013 Воронежский институт ФСИН. Воронежского института ФСИН России. - 2013. - №4. - С. 90-97.

24. Самоцвет, Н.А. Моделирование приема и обработки случайных радиосигналов и помех [Текст] / С.Н. Панычев, Н.А. Самоцвет, М.С. Сковпин // Материалы XII Всероссийской научно-технической конференции «Новые технологии в научных исследованиях, проектировании, управлении, производстве». - Воронеж: ВГТУ. - 2013. - С. 18-19.

25. Герасименко, В.Г. Методы защиты акустической речевой информации от утечки по техническим каналам. [Текст] / В.Г. Герасименко, Ю.Н. Лаврухин, В.И. Тупота // Инженерный журнал «Наука и инновации» Выпуск №11(23). - Москва: РЦИБ «Факел». - 2013. - С. 258-262.

26. Железняк, В.К. Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты речевой информации. [Текст] / В.К. Железняк, Ю.К. Макаров, А.А. Хорев // Спецтехника. - 2000. - № 4. С. 39-45.

27. Владимиров, В.И. Избранные вопросы радиоэлектронного подавления цифровых сигналов систем радиосвязи. [Текст] / В.И. Владимиров, И.В. Владимиров, В.В. Наметкин // Оценка удельной пропускной способности цифрового канала передачи информации при наличии помех. - Воронеж: ВАИУ. - 2010. - С. 34-44.

28. Подлесный, С.А. Устройства приема и обработки сигналов. Версия 1.0 [Текст] : учебное пособие [Электронный ресурс] / С.А. Подлесный, Ф.В. Зандер. – Красноярск: ИПК СФУ. – 2008. – С. 126. – Электрон. дан. (4 Мб).

29. Поляков, В.Т. Трансиверы прямого преобразования. [Текст] / В.Т. Поляков. – М.: ДОСААФ, 1984. –144 с.

Воронежский государственный технический университет

MEASUREMENT METHOD OF THE DIRECT TRANSFORMATION RECEIVER'S MULTI-ALARM SELECTIVITY

N.A. Samotcvet

Justification of a measurement method of the direct transformation receiver's multialarm selectivity is given. The block diagram of measuring installation is provided and the examples of practical realization of procedures of measurement considering specifics of measurement of multialarm selectivity of the receiver of direct transformation are given

Key words: multialarm selectivity, receiver of direct transformation, indicator, efficiency, hindrance