

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

УДК 621.396.669:621.396.967

Манюкевич  
Евгений Александрович

Система мониторинга помеховой обстановки в зоне действия  
радиолокационной станции

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра техники и технологии  
по специальности 1-39 81 03 «Информационные радиотехнологии»

Научный руководитель:  
кандидат технических наук,  
доцент Гринкевич А.В.

---

Минск  
2020

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа посвящена описанию базовых алгоритмов обработки принятых сигналов РЛС, применительно к системе внешне траекторных измерений (мониторинга воздушно – помеховой обстановки), осуществляющему радиолокационный контроль помеховой обстановки в зоне действия радиолокационной станции.

В работе представлена разработанная структурная схема обработки сигналов радиолокационного контроля помеховой обстановки в зоне действия радиолокационной станции. Показано, что для эффективного радиолокационного контроля помеховой обстановки необходимо комплексное использование устройств обнаружения факта постановки активной шумовой помехи по главному и боковым лепесткам диаграммы направленности антенной системы и устройства обнаружения областей, занятых мешающими отражениями от поверхностно или объемно распределенных отражателей. Показано, что для повышения эффективности алгоритмов обработки принятых радиолокационных сигналов необходимо реализовывать все этапы первичной обработки принятого сигнала, обеспечивающие увеличение значения отношения сигнал-помеха.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В настоящее время объектом серьезных научных работ и изысканий являются способы создания радиоэлектронных помех, а также способы противодействия таким помехам. Воздействуя на приемные устройства, помехи имитируют или искажают наблюдаемые и регистрируемые аппаратурой сигналы и изображения, затрудняют или исключают выделение полезной информации, ведение радиопереговоров, обнаружение и наблюдение целей, снижают дальность действия РЭС и точность работы автоматических систем управления.

Радиотехнические системы являются сегодня инструментом решения задач радиомониторинга в самых различных областях – от управления использованием радиочастотного спектра (РЧС) до контроля радио обстановки при проведении контртеррористических операций. Такие системы составляют основу технических мероприятий по выявлению источников преднамеренных и непреднамеренных помех, по обеспечению адаптивного управления отдельными системами в целях повышения эффективности их функционирования, по противодействию несанкционированному съему информации, в том числе специальных исследований побочных электромагнитных излучений и наводок. Перечень задач, решаемых с помощью средств радиотехнического контроля помеховой обстановки весьма широк. Основными из них являются:

- выявление и анализ источников радиоизлучений;
- идентификация источников мешающих радиосигналов и помех;
- измерение параметров мешающих радиосигналов сигналов и помех;
- оценка их опасности или ценности для пользователя;
- измерение напряженности электромагнитного поля или плотности потока мощности в требуемых направлениях;
- определение положения источников радиосигналов и радиопомех на местности и т.п.

**Цель работы:** повышение эффективности обработки сигналов радиолокационного контроля помеховой обстановки в зоне действия радиолокационной станции.

Для достижения указанной цели в диссертации были поставлены и решены следующие задачи:

1. Исследовать базовые алгоритмы обработки принятых сигналов РЛС
2. Исследовать устройство обнаружения факта постановки активной шумовой помехи.

3. Разработать библиотеку программных модулей позволяющих моделировать обработку принятой реализации шумовой помехи в основном и дополнительном каналах РЛ модуля.

4. Разработать программный комплекс из следующих устройств:

- имитатор случайной реализации принимаемой активной шумовой помехи;
- имитатор некоррелированного внутреннего шума в основном и дополнительном каналах обработки РЛ модуля;
- устройство согласования;
- устройство непосредственной обработки принятой реализации АШП.

5. Оценить эффективность разработанного программного комплекса.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Первая глава** диссертационной работы является вводной. В ней излагается описание базовых алгоритмов обработки принятых сигналов РЛС.

В первом разделе первой главы проводится особенности контроля за помеховой обстановкой в зоне действия радиолокационной станции.

Во втором разделе первой главы рассматриваются структурная схема обработки сигналов для комплексного контроля за помеховой обстановкой в зоне действия РЛС.

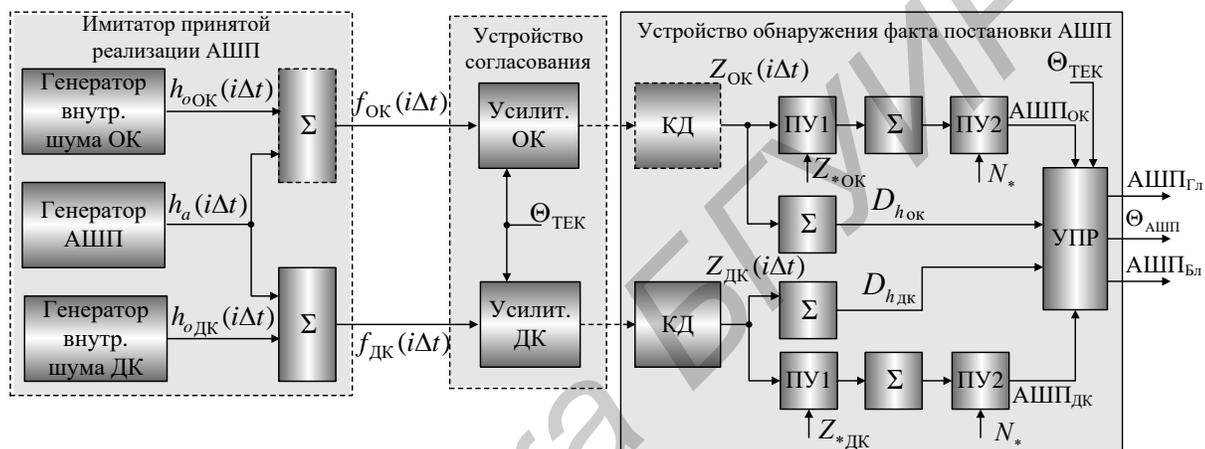
В третьем разделе первой главы рассматриваются пути повышения эффективности контроля за помеховой обстановкой в зоне действия РЛС.

Во **второй главе** описываются основные этапы реализованные разработки программного комплекса и исследование устройство обнаружения факта постановки активной шумовой помехи.

Для реализации алгоритмов обнаружения факта постановки активной шумовой помехи была разработана библиотека программных модулей,

позволяющих моделировать обработку принятой реализации шумовой помехи в основном и дополнительном каналах РЛ модуля, осуществляемую в интересах обнаружения АШП.

На рисунке 1 представлена обобщенная структурная схема моделирующего комплекса.



**Рисунок 1 - Обобщенная структурная схема программного комплекса для обнаружения факта постановки АШП**

На выходе имитатора принятой реализации АШП моделируется аддитивная смесь внутренних шумов и активной шумовой помехи для каждого из каналов обработки (рисунке 1). В состав моделирующего комплекса входит устройство согласования, которое обеспечивает требуемое значение отношения помеха-шум в каналах обработки, для заданных условий наблюдения. Основу устройства согласования составляют регулируемые усилители, коэффициент усиления которых выбирается таким образом, чтобы при рассчитанном значении отношения помеха-шум, обеспечить удобство моделирования и наблюдения отображаемых реализаций АШП в каналах обработки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация принципа адаптации ведет к существенному усложнению структуры радиолокационной системы, а значит к снижению ее надежности и возникновению дополнительных каналов проникновения помех (помехи каналу распознавания). Это обусловлено сложностью практической реализации данной адаптивной системы, которая связана со сложностью учета всех отличительных характеристик распознаваемых помех при решении задачи статистического синтеза структуры устройства обработки. Тем не менее, реализация квазиоптимальных эвристических алгоритмов анализа помеховой обстановки, обеспечивающих адаптивное управление средствами помехозащиты, может оказаться достаточно эффективной. С этой целью необходимо рассматривать перечень помех, способных оказывать воздействие на эффективность функционирования анализируемой радиолокационной системы, производить анализ возможных способов повышения помехоустойчивости РЛС, выбирать из наиболее приемлемый с точки зрения критерия “эффективность-стоимость”.

РЛС обнаружения целей представляет собой радиолокационную систему, реализующую оптимальную обработку принятого сигнала в интересах его обнаружения на сложном радиолокационном фоне. Для обеспечения заданных характеристик обнаружения необходимо максимально исключить маскирующее воздействие активных шумовых помех, принимаемых по основному и боковым лепесткам диаграммы направленности (ДН) приемной антенны. Для эффективного использования устройств защиты РЛС от воздействия АШП, необходимо своевременно определять факт наличия и отсутствия маскирующих шумовых помех в реализации принятого сигнала. Это возможно только при обеспечении постоянного контроля за быстро изменяющейся помеховой обстановкой в зоне радиолокационного наблюдения.

Для решения данной задачи в составе штатного тракта РЛС должны быть предусмотрены дополнительные элементы анализа помеховой обстановки, обеспечивающие обнаружение факта постановки АШП РЛС по основному и боковым лепесткам ДН приемной антенны. При этом анализ воздушной обстановки целесообразно производить как в основном канале (ОК), так и в дополнительном (компенсационном) канале (ДК) обработки принятого сигнала.

В тракте обработки РЛ модуля обнаружения реализуются алгоритмы оптимальной обработки принятого сигнала, обеспечивающие требуемое значение отношения сигнал-шум и заданные характеристики обнаружения. При этом в составе РЛ модуле предусмотрен дополнительный канал защиты РЛС от активных шумовых помех, принимаемых по боковым лепесткам ДН антенны. Дополнительный канал обработки реализует классический корреляционный способ защиты от коррелированных по пространству мешающих излучений. Для решения задачи обнаружения факта постановки активной шумовой помехи в состав тракта обработки сигнала включены дополнительные элементы (рисунок 23). Дополнительный анализ принятой реализации позволяет определить факт постановки АШП по главному лепестку ДНА (вырабатывается признак АШП<sub>Гл</sub>) с одновременной оценкой угловой координаты постановщика помех  $\Theta_{\text{АШП}}$ . Кроме того, имеется дополнительная возможность установления факта приема АШП по боковым лепесткам ДНА (вырабатывается признак АШП<sub>Бл</sub>), которая позволяет осуществлять адаптивное управление дополнительным каналом приема, что приведет к повышению эффективности работы корреляционного автокомпенсатора мешающих излучений.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Манюкевич Е.А., Гринкевич А.В., Поболь А.Ю. Оценка параметров сигнала с линейной частотной модуляцией по короткой цифровой выборке. Сборник тезисов докладов. Минск БГУИР 2020.

2. Манюкевич Е. А., Дорох К. Ю., Козлов С. В. Оценка частотных параметром лчм-сигнала по короткой выборке. XXIV международная научно-техническая конференция (Воронеж) 2018. Том 4 Стр. 362

3. Манюкевич Е.А., Гринкевич А.В., Поболь А.Ю. Оценка времени прихода импульсных сигналов при независимых измерениях на приемных пунктах системы радиомониторинга. Сборник тезисов докладов. Минск БГУИР 2020.