

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

УДК 621.396.96

Астровская
Дарья Николаевна

Приемный тракт системы радиовидения

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-39 80 01 «Радиосистемы и радиотехнологии»

Научный руководитель

Забеньков Игорь Иванович
доктор техн. наук, профессор

Минск 2021

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Радиовидение позволяет получать с помощью радиоволн видимое изображение внутреннего содержания объектов, непрозрачных в оптическом диапазоне длин волн, либо объектов, находящихся в оптически непрозрачной среде. Оно основано на воздействии радиоволн на некоторые люминофоры, изменяющие интенсивность свечения, на полупроводниковые монокристаллы, фотопленки, изменяющие оптические характеристики, на методе сканирования. Радиовидение осуществляется с помощью радиовизоров.

Для радиовидения обычно используются радиоволны миллиметрового и сантиметрового диапазонов, что позволяет различать на оптическом изображении достаточно мелкие детали объекта. Радиоволны, излученные или рассеянные (в зависимости от типа радиовидения) телами, несут информацию об их внутреннем содержимом. Эта информация содержится в распределении интенсивности и фазы радиоволн, в характере их поляризации, времени запаздывания и т. д. Основная задача радиовидения – собрать информацию и отобразить ее в видимом изображении. В радиовидении используют различные физические эффекты и явления.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью диссертации является проектирование приемного тракта системы пассивного радиовидения миллиметрового диапазона для обнаружения потенциально опасных скрытых предметов. При проектировании использовались последние технологические достижения в области элементной базы.

В рамках исследований в соответствии были решены следующие **основные задачи**:

- проведение анализа существующих типов систем радиовидения;
- анализ структурных составляющих системы радиовидения;
- исследование и разработка широкополосного высокочувствительного приемного тракта системы ближнего радиовидения;
- анализ полученных результатов и постановка задач для дальнейших направлений исследований.

Объект исследования – система радиовидения, структуры составляющих подсистем и блоков.

Предметом исследования – приемный тракт системы радиовидения, обладающий высокой чувствительностью и широкополосностью.

Научная новизна

Научная новизна диссертационной работы заключается в использовании криогенного усилителя и синхронного детектора.

В связи с тем, что уровень тепловых шумов приемного тракта определяется входными каскадами, то использование криогенного усилителя позволяет уменьшить тепловые шумы, не усложняя конструктив приемного тракта. В настоящее время для выполнения этой задачи проектируются криогенные усилители, что приводит к усложнению конструкции и приводит к удорожанию производства самого конечного изделия.

Применение синхронного детектирования обеспечивает повышение помехоустойчивости приема сигналов. При синхронном детектировании обработка сигнала происходит не непрерывно, а в такт (т. е. синхронно) с модулирующей частотой. В промежутках между тактами (моментами) детектирования помехи не воспринимаются. При таком типе детектирования используется опорное колебание с частотой и фазой соответствующими частоте и фазе несущего колебания. Таким образом, обеспечивается высокая чувствительность и селективность. Синхронный детектор, по существу, является преобразователем частоты и переносит спектр сигнала в область низких частот без изменения формы сигнала и соотношений между составляющими спектра. Это позволяет использовать последетекторную обработку сигнала.

Личный вклад соискателя

Все основные результаты, изложенные в диссертационной работе, а также их обработка, анализ и интерпретация, получены автором самостоятельно. Вклад научного руководителя заключается в формулировке целей и задач исследования.

Основным соавтором опубликованных работ является научный руководитель, доктор технических наук, профессор И. И. Забеньков.

Апробация результатов диссертации

Положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на республиканской научно-практической конференции «Информационные радиосистемы и радиотехнологии» (Минск, Беларусь, 2020) и на 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, Беларусь, 2021).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликованы 2 печатные работы в сборниках трудов и материалов конференций в БГУИР.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из перечня условных обозначений, введения, пяти разделов, заключения и списка использованных источников.

В первом разделе приведено состояние области изучения радиовидения в настоящее время

Во втором разделе приведены примеры разработанных и используемых в настоящее время систем радиовидения, приведены их характеристики и принцип действия.

Третий раздел посвящен обзору способов формирования изображений в конечном устройстве с использованием алгоритмов сверхразрешения.

В четвертом разделе анализируются типовые структуры приемных трактов, рассматриваются компенсационный, модуляционный и корреляционный радиометры.

Пятый раздел посвящен проектированию структурной и функциональной схем приемного тракта системы пассивного радиовидения для миллиметрового диапазона.

Общий объем работы составляет 65 страниц, из которых основного текста – 60 страниц, 33 рисунка, 10 таблиц, список использованных источников из 29 наименований на 2 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во **введении** определена область и указаны основные задачи диссертационной работы, показана актуальность темы, дана краткая характеристика вопроса, определены объект и предмет исследования.

Первый раздел «Современные системы радиовидения» посвящен определению типов радиовидения, проанализированы отличия между ними. Описан прототип системы радиовидения. Приведены основные характеристики систем пассивного и активного радиовидения.

Во **втором разделе** «Примеры систем радиовидения» приводятся примеры систем радиовидения как активных, так и пассивных. В разделе показаны несколько разработанных и успешно примененных на практике систем радиовидения, приведены их технические характеристики и описаны принцип функционирования.

Третий раздел «Разрешающая способность систем радиовидения» проведен анализ методов формирования изображения. В качестве методов формирования изображений используются методы сверхразрешения. В разделе представлена классификация методов в соответствии с типом систем (одноканальные и многоканальные). Также в разделе представлены алгоритмы, которые используются в настоящее время на практике. Завершается раздел описанием особенностей применения алгоритмов сверхразрешения на практике.

В **четвертом разделе** «Типовые структуры приемного тракта систем радиовидения» приведен анализ типовых структур приемных трактов систем радиовидения. Проанализированы различные структуры компенсационного, модуляционного и корреляционного радиометров. Приведены принципы работы, достоинства и недостатки каждого из указанных типов радиометров.

В **пятом разделе** «Структурная и функциональная схемы приемного тракта» выполнена разработка и анализ приемного тракта системы пассивного радиовидения; разработаны структурная и функциональная схемы; выполнен расчет дальности действия спроектированного приемного тракта.

В **заключении** представлены результаты о проделанной работе, включая выводы по каждому разделу и выводы о соответствии разработанного приемного тракта для поставленной цели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Радиовидение подразделяется на активное радиовидение и пассивное. При активном радиовидении исследуемый объект облучается и построение радиоизображения происходит от отраженных от исследуемого объекта радиоволн. При пассивном радиовидении приемник регистрирует собственное излучения из исследуемого объекта. Для реализации этой последовательности действий проектируются системы радиовидения.

Классифицировать системы радиовидения можно по нескольким признакам: по количеству каналов приёма (одноканальные и многоканальные), по типу регистрации излучения (активные и пассивные) и др.

Основным функциональным узлом системы радиовидения является радиометр. Компенсационный радиометр реализует компенсационную схему измерения случайного сигнала. В корреляционном радиометре реализуется коррелирование смеси сигнала и шума с копией сигнала. При использовании модуляционного радиометра производят селекцию основного сигнала и стабильного пилот-сигнала по времени, коммутируя поочередно антенное устройство и эквивалент антенны. Чувствительность такого типа радиометра хуже, чем у других типов радиометров, однако это компенсируется значительным выигрышем в технологичности изготовления.

Для последующей обработки информации в блоке обработки информации используются алгоритмы сверхразрешения. Данные алгоритмы представляют собой довольно сложный математический аппарат, для реализации которого используются аналого-цифровые преобразователи.

Приемный тракт разработан по схеме модуляционного радиометра с применением гетеродина. В выбранной схеме осуществляется селекция основного сигнала и стабильного пилот-сигнала по времени. Для реализации этого поочередно коммутируются антенное устройство и эквивалент антенны (эталонный шумовой источник). К особенностям такого типа радиометров относятся: выходной сигнал калибруется и нормируется в виде шкалы абсолютной температуры в градусах Кельвина, ввиду присутствия внутри системы фазочувствительных элементов, выходной сигнал также зависит от фазы.

Согласно поставленной задаче, спроектированный приемный тракт должен использоваться для поиска скрытых за непрозрачной преградой объектов на небольшом расстоянии. Согласно расчетам, дальность действия составляет 0,585 м, что соответствует поставленной задаче.

Сведения, изложенные в настоящей работе, могут использоваться для дальнейших исследований в области разработки приемных трактов систем пассивного радиовидения.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Астровская Д.Н. Обзор алгоритмов сверхразрешения, используемых для восстановления изображений в системах радиовидения / Д.Н. Астровская, И.И. Забеньков // Республиканская научно-практическая конференция «Информационные радиосистемы и радиотехнологии» (Республика Беларусь, г. Минск, 28-29 октября 2020). – Минск: БГУИР, 2020.

2. Астровская Д.Н. Использование криогенного усилителя в системе пассивного радиовидения / Д.Н. Астровская, И.И. Забеньков // 57-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов (Республика Беларусь, г. Минск, 19-23 апреля 2021). – Минск: БГУИР, 2021.

Библиотека БГУИР