

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

УДК 621.396.963

Метельский
Игорь Анатольевич

Обнаружение и измерение параметров движения объектов в
радиолокационных датчиках малого радиуса действия

АВТОРЕФЕРАТ

На соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-39 80 02 «Радиотехника, в том числе системы и
устройства радионавигации, радиолокации и телевидения»

Научный руководитель
Шаляпин С.В.
к.т.н.

Минск 2019

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в науке и технике широко представлены однопозиционные радиолокационные датчики различных типов, основным назначением которых является определение местоположения объекта в заданной области пространства в заданные моменты времени. Для этого такие датчики должны обладать высокими разрешающими способностями по координатам радиолокационного наблюдения, в том числе и относительно высокой разрешающей способностью по угловой координате. Улучшение разрешающей способности по угловой координате обеспечивается за счет увеличения размеров приемной антенны. Второй способ улучшения разрешающей способности является метод доплеровского облучения ДНА приемной антенны или еще более совершенный метод, основанный на инверсном синтезе апертуры антенны.

Данная работа посвящена разработке структурной схемы радиолокационного датчика, решающего данную задачу, функциональных схем отдельных его узлов и проведению имитационного моделирования с целью проверки работоспособности разработанного устройства в заданной помеховой обстановке.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа относится к области радиолокации.

Целью данной работы является разработка радиолокационного датчика, основным назначением которого является определение момента времени, в который некоторый объект находится в заданном угловом положении относительно места установки датчика. Определение момента срабатывания датчика производится за счет измерения доплеровского смещения отраженного от объекта сигнала.

Актуальность данной работы обусловлена целями и задачами, стоящими перед предприятием АЛЕВКУРП.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Ознакомление с принципами радиолокационного обнаружения и измерения параметров движения объектов.
- Разработка структурной схемы радиолокационного датчика и функциональных схем отдельных его компонент.
- Разработка имитационной модели на языке C++ в среде Qt с целью проверки работоспособности предложенной схемы.

На основании предложенной схемы, автором разработана имитационная модель радиолокационного датчика, включающая в себя модель движения распределенного объекта, модель отраженного от объекта сигнала, модель помехового сигнала, обусловленного отражением зондирующего сигнала от земной поверхности, модель устройства обработки сигнала на промежуточной частоте.

Результаты работы были представлены и опубликованы в сборнике тезисов докладов научной конференции «Информационное общество: технологические, экономические и технические аспекты становления».

Полученные результаты предполагается применить в ОКР «Шмель», выполняемой предприятием АЛЕВКУРП.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В работе рассмотрены основные принципы обнаружения радиолокационных сигналов, отраженных от объектов и измерения параметров движения объектов на основании принятого сигнала.

Исходная формулировка целей и задач работы предполагает возможность использования разрабатываемого радиолокационного датчика для широкого класса задач. Устройство может быть установлено как на стационарные пункты, так и на движущиеся носители. Поскольку тип возможного места установки не оговаривается отдельно, сформулируем следующее требование к условиям работы: радиолокационный датчик должен срабатывать по объектам, наблюдаемым на фоне мешающих отражений:

- на фоне земной и водной поверхности;
- на фоне облаков гидрометеоров;
- на фоне объемно-распределённой пассивной помехи.

С учетом изложенных требований, в качестве зондирующего сигнала используется непрерывный сигнал, который обеспечивает высокую разрешающую способность как по дальности, так и по частоте Доплера. В качестве модуляции используется линейная-частотная модуляция.

Радиолокационный датчик реализован на основании схемы несledящего измерителя дальности и скорости. Приемная и передающая антенны радиолокационного датчика разносятся в пространстве с целью снижения влияния прямого сигнала, проникающего на вход приемника по боковым лепесткам диаграммы направленности приемной антенны.

Моделирование работы РД состоит из двух этапов:

- Моделирование отраженного сигнала
- Моделирование процесса вторичной обработки отраженного сигнала и принятия решения на срабатывание.

Имитационная модель радиолокационного датчика включает в себя:

- Модель объекта:
 - Модель геометрического расположения блестящих точек пространственно-распределенного объекта.
 - Модель движения блестящих точек в СК, связанной с объектом.
 - Модель движения объекта в СК, связанной с местом установки датчика.
- Модель земной поверхности в виде совокупности блестящих точек.
- Модель отраженного сигнала, включающая в себя отраженный от объекта сигнал и радиолокационный фон (шум приемника, мешающие отражения, прямой сигнал, фазовый шум гетеродина).

- Обработку сигнала на промежуточной частоте:
 - Автокомпенсатор прямого сигнала.
 - Устройство череспериодного вычитания прямого сигнала.
 - Фильтр одиночного сигнала.
 - Устройство формирования стробов по дальности.
 - Устройство формирования порогов по дальности и скорости.

Поскольку в работе не оговаривается отдельно область применения разработанного устройства, в качестве критерия качества его работы полагается возможность измерения доплеровского смещения принятого сигнала (и, как следствие, углового положения объекта) в широком диапазоне радиальных скоростей объекта.

В работе представлены результаты моделирования при наличии всех заданных компонент помеховой обстановки (внутренние шумы приемника, прямой сигнал, проникающий на вход приемника по боковым лепесткам диаграммы направленности приемной антенны, фазовые шумы гетеродина, мешающие отражения от земной поверхности).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Составлена структурная схема радиолокационного датчика и функциональные схемы отдельных его компонент. Сформулированы требования к зондирующему сигналу и основные принципы работы радиолокационного датчика.

Составлена имитационная модель радиолокационного датчика и на ее основе показана принципиальная возможность использования предложенной схемы для решения задачи измерения углового положения объекта относительно места установки радиолокационного датчика.

Поскольку в работе не оговаривается отдельно область применения разработанного устройства, в качестве критерия качества его работы полагается возможность измерения доплеровского смещения принятого сигнала (и, как следствие, углового положения объекта) в широком диапазоне скоростей объекта. Исходя из этого, можно сделать вывод, что разработанный радиолокационный датчик способен эффективно решать задачу измерения углового положения объекта в условиях наличия внутренних шумов приемника, прямого сигнала, проникающего на вход приемника по боковым лепесткам диаграммы направленности приемной антенны и наличия фазового шума гетеродина.

При работе в условиях наличия мешающих отражений от земной поверхности и местных предметов не происходит ложного срабатывания датчика по ним, однако диапазон измеряемых скоростей может ограничиваться.

Для оценки качества работы разработанного датчика по распределенным объектам необходимо дополнительно уточнить критерии качества работы устройства.

Задача обеспечения работоспособности радиолокационного датчика в условиях наличия активных шумовых помех в работе не ставилась.

Список публикаций соискателя

1-А. Метельский, И.А. Измерение параметров движения объектов с использованием радиолокационных датчиков ближнего радиуса действия. / И.А. Метельский // Информационное общество: технологические, экономические и технические аспекты становления (выпуск 34) : Сборник тезисов докладов В 3 ч. Ч.3 – Тернополь. 2018 – С.50 – 53.