**Кораблев Андрей Юрьевич. Методы поляризационной селекции в радиолокационных системах : диссертация ... доктора технических наук : 05.12.04 / Кораблев Андрей Юрьевич; [Место защиты: Московский государственный технический университет гражданской авиации].- Москва, 2003.- 268 с.: ил.**

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

**Экз. №**

**00 301372"**

**Кораблев Андрей Юрьевич**

**МЕТОДЫ ПОЛЯРИЗАЦИОННОМ СЕЛЕКЦИИ В РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

**05.12.4 - "Радиотехника, в том числе системы и устройства радионавигации, радиолокации и телевидения"**

**Диссертация**

**на соискание ученой степени доктора технических наук**

**Научный консультант: Профессор, доктор технических наук**

**Логвин А. И.**

**Москва - 2003 г.**

**jOc**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ 1**

**1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ СЕЛЕКЦИИ РА-ДИОЛОКАЦИОННЫХ ЦЕЛЕЙ 13**

**1.1 Постановка задачи 13**

**1.2 Управление радиолокационным контрастом. 22**

**2. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО КОНТРА¬СТА 37**

**2.1 Метод ортогонализации 37**

**2.2 Влияние угла ссо, 45**

**2.3 Поляризационно-компенсационный метод. 64**

**2.4 Поляризационно-модуляционный метод. 73**

**3. ПРИМЕНЕНИЕ АФФИННОГО ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО БАЗИСА**

**ДЛЯ РАЗРЕШЕНИЯ ДВУХ РАДИОСИГНАЛОВ И УВЕЛИЧЕНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННОГО КОНТРАСТА 82**

**3.1 Разложение поляризованных волн в аффинных поляризаци¬онных базисах 82**

**3.2 Применение аффинного поляризационного базиса для разре¬шения двух радиосигналов. 91**

**3.3 Методы увеличения радиолокационного контраста. 94**

**4. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЯРИЗАЦИОН¬**

**НЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ, ОТ-РАЖЕННЫХ ОТ ЗОНДИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ 117**

**4.1 Применение радиолокационных средств для решения задач**

**дистанционного зондирования 118**

**4.2 Поляризационно-радиолокационная модель подстилающей**

**поверхности 126**

**4.3 Статистические характеристики элементов матрицы рассея¬ния подстилающих поверхностей 132**

**г**

**4.4 Статистические характеристики элементов матрицы рассея¬ния зондируемого объекта. 137**

**5. ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОН-ДИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ СЕЛЕКЦИИ 144**

**5.1 Обнаружение объекта дистанционного зондирования на фоне**

**подстилающей поверхности с помощью одноканальной по поля-ризации РЛС. 144**

**5.2 Обнаружение объекта зондирования на фоне подстилающей**

**поверхности с помощью двухканальной по поляризации РЛС. 147**

**5.3 Сравнительный анализ эффективности обнаружения объек¬тов зондирования одно- и двухканальной по поляризации РЛС 184**

**5.4 Использование поляризационной селекции радиолокацион¬**

**ных сигналов для улучшения угловой разрешающей способности РЛС 190**

**6. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИЕМНИКОВ**

**С ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ СЕЛЕКЦИЕЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ 206**

**6.1 Разработка лабораторного макета для реализации поляриза-ционной селекции радиолокационных сигналов 208**

**6.2 Результаты экспериментов и их анализ 217**

**7. МЕТОДЫ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ СЕЛЕКЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕ¬**

**НИЯ КООРДИНАТ ПРОТЯЖЕННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ЦЕЛЕЙ 246**

**7.1 Вероятностные модели протяженных наземных объектов. 246**

**7.2 Влияние применения поляризационной селекции на угловой**

**шум. 253**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ 271**

**ЛИТЕРАТУРА 275**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В представленном материале исследованы методы поляризационной се­лекции в радиолокационных системах, которые в последние годы находят все более широкое применение, особенно в системах дистанционного зондиро­вания и экологического мониторинга.

В связи с недостаточной проработкой теоретических вопросов по ука­занному направлению рассматривались основные принципы поляризацион­ной селекции и тесно связанные с ними методы увеличения радиолокацион­ного (поляризационного) контраста ^ежду двумя и более радиолокационны­ми объектами.

При теоретическом рассмотрении использовались различные поляриза­ционные характеристики отраженных радиолокационных сигналов, такие как коэффициент поляризационной анизотропии, коэффициент (степень) поляри­зации, элементы матрицы рассеяния и другие.

Решалась основная базовая задача по определению зависимости радио­локационного контраста от вида поляризации облучающей волны.

На основе сформулированных общих положений рассматривались ос­новные методы повышения радиолокационного контраста, к которым отно­сились: метод ортогонализации, поляризационно-компенсационный метод и поляризационно-модуляционный метод. При этом все эти перечисленные ме­тоды повышения радиолокационного контраста предполагали использование

**272**

ортогональных поляризационных базисов.

В то же время имеются дополнительные возможности для увеличения радиолокационного контраста путем применения аффинного поляризацион­ного базиса. Поэтому указанный вопроос был рассмотрен отдельно и под­твердил первичное предположение.

Кроме того, применение аффинного поляризационногобазиса позволяет разрешить радиолокационные сигналы, отраженные от радиолокационных целей, расположенные в одном элементе разрешения, чего нельзя достичь другими методами.

На основе общих теоретических положений, связанных с использовани­ем методов поляризационной селекции, рассматривались практические при­менения этих методов для решения задач дистанционного зондирования. Од­нако вопросы практического применения методов поляризационной селек­ции требуют знания статистических характеристик поляризационных пара­метров, отраженных от зондируемых объектов. Поэтому была разработана поляризационно-радиолокационная модель подстилающей поверхности, ос­новным элементом которой является статистическая матрица рассеяния.

Соответственно находились статистические характеристики элементов матрицы рассеяния зондирующих объектов на фоне подстилающей поверх­ности.

На основе знания статистических поляризационных характеристик под­стилающих поверхностей и этих же характеристик объектов зондирования, расположенных на поверхности, методы поляризационной селекции были

использованы для обнаружения объектов зондирования на фоне подстилаю­щей поверхности.

Рассматривались ситуации применения для обнаружения как однока­нальных, так и двухканальных по поляризации РЛС. Важно отметить, что рассмотрение обнаружения зондируемых объектов на фоне подстилающих поверхностей велось для малоразмерных слабоконтрастных объектов, когда другие методы обнаружения не работают.

Сравнительный анализ показал, что наилучшим образом задача решает­ся если используется двухканальная по поляризации РЛС, а обнаружение ве­дется по коэффициенту поляризационной анизотропности. Кроме того, мето­ды поляризационной селекции могут быть использованы для улучшения уг­ловой разрешающей способности РЛС.

На основе всей теоретической части работы была выполнена практиче­ская реализация приемников с поляризационной селекцией радиолокацион­ных сигналов, которая подтвердила основные теоретические положения. Приемник был реализован в виде экспериментальной установки, с помощью которой проводились измерения элементов матрицы рассеяния земных по­кровов и малоразмерных объектов на их фоне, которые могли рассматри­ваться как точечные радиолокационные цели.

Для изучения возможностей применения поляризационной селекции для обнаружения протяженных радиолокационных целей было выполнено мате­матическое моделирование, которое подтвердило эти возможности.

Таким образом, в работе разработаны теоретические основы и приклад-

274

ные методы поляризационной селекции отраженных радиолокационных сиг­налов для обнаружения с заданной вероятностью объектов дистанционного зондирования на фоне подстилающей земной поверхности или на фоне дру­гих объектов путем анализа поляризационной структуры отраженных от объ­ектов зондирования электромагнитных волн.