

- GPS/ГЛОНАСС: учеб.-метод. пособие // Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. - 2017. – 48 С.
2. Дятлов А.П. Радиоэлектронная борьба со спутниковыми радионавигационными системами // М.: Радио и связь. - 2004. - С. 24-36.
3. Харисов В.Н. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС //М.: ИПРЖР. – 1998. – 400 С.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ В УСЛОВИИ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ПОМЕХ

Бурдик Е.С. (студентка гр. 22-РК)

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Новополоцк, Республика Беларусь

Научный руководитель – **Алиева Светлана Петровна**

(Старший преподаватель кафедры энергетики и электроники УО «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Новополоцк, Республика Беларусь»)

Аннотация: В данной статье представлены методы обеспечения работоспособности навигационных приемников в условии преднамеренных помех. Это является ключевой задачей для устойчивой работы систем позиционирования и навигации. Рассмотрены виды преднамеренных помех, алгоритмы их обнаружения. Показан автокомпенсатор помех, предложены наиболее оптимальные решения для эффективного подавления помех.

Ключевые слова: Навигация, помехи, цифровая антенная решетка, автокомпенсатор помех, спутниковая радионавигационная система, имитационные помехи, энергетические помехи.

Введение

Цель работы заключается в рассмотрении алгоритмических и активных методов обнаружения преднамеренных помех, изучении цифровой антенной решетки. Использование цифрового формирования частотных фильтров на выходе приемных устройств эффективно компенсирует помеховые сигналы. Обзор альтернативного метода в случае, когда помеха и сигнал некоррелированы.

Результаты и обсуждение

Спутниковая радионавигационная система (СРНС) – тип высокоточной системы позиционирования, считается основным элементом временно-частотного и навигационного обеспечения. Существуют глобальные СРНС такие как GPS (Соединенные Штаты Америки), ГЛОНАСС (Российская Федерация), BeiDou (Китай), Galileo (Европейский союз).

Обеспечение работоспособности навигационных приемников в условиях преднамеренных помех – одна из основных проблем для устойчивой работы систем позиционирования и навигации. Необходимо обеспечить помехоустойчивость и помехозащищенность аппаратуры СРНС в реальных условиях с учетом окружающей электромагнитной обстановки. С системными помехами можно бороться оптимизацией конструкции и усовершенствованием алгоритмов обработки в процессе производства [1].

Проблема с искусственными помехами стоит более остро, так как помехи не постоянные, могут появиться и исчезнуть в любой момент времени, видоизменяться. В современных условиях развитие микроэлектронной элементной базы позволяет создать постановщики имитационных помех, которые могут конкурировать по масса-габаритам и стоимостью энергетических формирователей. При этом помехи полностью соответствуют по структуре сигналам СРНС, с небольшим отличием. На данный момент применяются два вида преднамеренных помех: spoofing («имитационные» помехи) и jamming («энергетические» помехи).

«Имитационные» помехи создают ложные сигналы с определенными или с управляемыми параметрами по задержке и частоте и могут полностью повторить структуру навигационного сообщения со спутника, делятся на полностью синтезированные помехи на

основе эфемеридных данных, снятые с реальных спутников; имитационные помехи на основе «сырых данных», полученные от спутника СНРС без изменения структуры сигнала и ее параметров; ретрансляционные помехи, сформированные путем усиления сигналов, принимаемых от реальных спутников, отфильтрованные и усиленные до необходимого уровня и излученные в эфир.

«Энергетические» помехи делятся на узкополосные, полоса у которых в несколько раз меньше, чем спектр сигнала СНРС; широкополосные, полоса у которых равно или соизмерима с полосой сигнала СНРС; импульсные. Действие основано на подавление информационного сигнала более мощным, ухудшая отношение сигнал/шум или блокируя вход приемника.

Существуют алгоритмические методы обнаружения преднамеренных помех:

1. На основе анализа мощности сигнала.
2. На базе анализа пространственных характеристик.
3. При помощи анализа структуры навигационного сообщения.
4. На основе интеграции данных от нескольких независимых навигационных систем.
5. Применение цифровых антенных решеток (ЦАР).
6. Применение автокомпенсаторов помех.

ЦАР представляют собой приемные системы, которые способны регистрировать всю информацию в структуре электромагнитных полей и преобразовывать ее в данные о параметрах объектов с минимальными потерями [2].

Использование ЦАР имеет ряд преимуществ: возможность формирования «нулей» диаграммы (рис.1а); усиление отношения сигнала к шуму с помощью ориентации максимумов лучей; измерение параметров сигналов с высокой точностью и подавление помех, которые возникли из-за переотражений и распространения радиоволн.

Альтернативным методом является использование автокомпенсаторов в случае, когда помеха и сигнал некоррелированы (рис.1б). Если коэффициент подавления помех часто снижается из-за уровня внутреннего шума, несовпадения поляризационных и частотных характеристик антенны, тогда используются методы защиты приемников от помех с использованием ограничения скоростей динамики фазы и кода, проведение анализа сигнала и поиск резких скачков, проверка полученных данных и доплеровского смещения частоты [3].

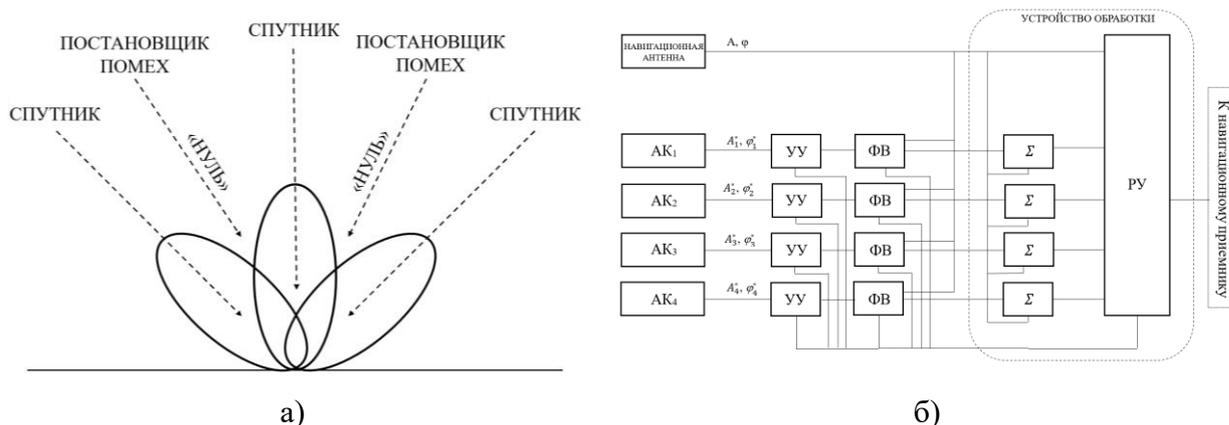


Рис.1. а) Формирование «нулей» диаграммы направленности цифровой антенной решетки,

б) Автокомпенсатор помех. АК – автокомпенсатор, УУ – управляющий усилитель, ФВ – фазовый вращатель, Σ – сумматор, РУ – решающее устройство.

Заключение

Энергетические помехи просто реализуются, но и также легко распознаются. Более опасными являются имитационные помехи, так как содержат навигационную информацию максимально приближенную действительной. Использование цифрового формирования

частотных фильтров на выходе приемных устройств эффективно компенсирует помеховые сигналы. Помехозащищенность обеспечивает расширение динамического диапазона, который получается в процессе пространственно-временной обработки. Принцип работы автокомпенсаторов помех основан на попытке минимизировать ошибку воспроизведения эталонного сигнала. Для настройки параметров фильтра устройство адаптации производит анализ сигнала ошибки и изучает дополнительные данные, полученные из фильтра. Методы позволяют обеспечить помехозащищенность в условиях преднамеренных помех.

Литература

1. Корнилов И.Н. Тестирование навигационной аппаратуры потребителя GPS/ГЛОНАСС: учеб.-метод. пособие // Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. - 2017. – 48 С.
2. Конин В.В. Системы спутниковой радионавигации // К.: Холтех. - 2010. - С. 181-215.
3. Дятлов А.П. Радиоэлектронная борьба со спутниковыми радионавигационными системами // М.: Радио и связь. - 2004. - С. 24-36.

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕСТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПРОГРАММНОГО КОДА В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС УО «БГУИР»

Владыцев В.Д. (магистрант гр. 316641)

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Казак Тамара Владимировна

(доктор психологических наук Республики Беларусь, доктор психологических наук Российской Федерации, член-корреспондент Международной академии психологических наук, профессор, заведующий кафедрой «инженерной психологии и эргономики» БГУИР)

Аннотация: Современная образовательная среда ставит перед учёными и педагогами ряд вызовов, включая необходимость разработки инструментов, способствующих улучшению качества обучения и оценки знаний студентов. В этом контексте важно создать инновационные решения, которые бы сочетали в себе гибкость, надежность и простоту использования.

Ключевые слова: Solve, БГУИР, тестирующей системы.

Введение

На кафедре информатики УО «БГУИР» была разработана автоматизирующая тестирующая система Solve [1], которая позволяет автоматизировать процесс тестирования программного кода, направленного на решение алгоритмических и математических задач. Одной из главной особенности системы является Гибкость и адаптивность Solve предлагает широкий спектр возможностей для создания и настройки тестов, включая различные типы задач и возможность адаптации уровня сложности под индивидуальные потребности студентов. На данный момент системе уже внедрена в учебный процесс в рамках дисциплины «Основы алгоритмизации и программирования», среди студентов 1-го курса. Система показала, что технологическая надёжность нового программного средства крайне высока, т.к. система разработана с использованием передовых технологий, обеспечивающих высокую степень надежности и безопасности во время проведения тестирования и анализа результатов. Использование современных фреймворков позволило повысить скорость работы тестирующих машин в разы, тем самым экономя часы работы серверов, обеспечивающих стабильную работу системы. Благодаря интеграции современных методов анализа данных, Solve позволяет получать глубокие и информативные аналитические данные о процессе обучения и успеваемости студентов. Solve легко интегрируется с другими образовательными платформами и системами, обеспечивая гармоничное взаимодействие и обмен данными.

Результаты и обсуждение

Внедрение тестирующей системы, подобной Solve, в учебный процесс принёс для студентов целый ряд плюсов. На данный момент в процессе обучения студенты могут