

## АЛЬТЕРНАТИВНАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ПОДАВИТЕЛЯ РАДИОСИГНАЛОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

*Д.А. Бородуля,*

*В.Ф. Янушкевич, канд. техн. наук, доц.*

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой*

*Новополоцк, Беларусь*

*В статье рассмотрены системы обнаружения и отслеживания источников помех радиосигналов, предложен вариант структуры альтернативной системы для автомобильных систем сигнализации, подключенных к ГЛОНАСС и GPS, использующих принцип детектирования отсутствия полезного сигнала от трекера, установленного на автомобиле.*

**Ключевые слова:** радиосигнал, помеха, способ обнаружения помех, автомобильная сигнализация, GPS, ГЛОНАСС.

**Введение и постановка задачи.** Современные автомобили снабжены системами охранной сигнализации, посылающими сигналы на глобальные навигационные системы связи (ГНСС), но злоумышленники легко находят способ заблокировать их посредством включения подавителей. Цель данной статьи – предложить оригинальный вариант системы отслеживания источников помех радиосигналов для системы автомобильной сигнализации, подключенной к GPS и ГЛОНАСС. Для достижения поставленной цели использовались методы поиска информации в сети Интернет, системный подход, анализ данных литературных источников, сравнение, аналогия и синтез.

**Результаты и их обсуждение.** В результате поиска в сети Интернет было обнаружено несколько источников с разбором аналогичных разработок, часть запатентованы. Однако всех их объединяет общность принципа работы – в каждом случае система отслеживает именно дополнительный сигнал – сигнал помехи в спектре в направлении защищаемого объекта вносимой подавителем, и выделяют отдельный канал для его расшифровки, для чего приходится прибегать к различным научно-техническим ухищрениям, повышающим сложность и стоимость аппаратуры.

К примеру, в [1] рассмотрена система обнаружения источников помех радиосигналов на основе помехоустойчивых цифровых антенных решеток (ЦАР), установленных на самоходных роботах, использующих ГЛОНАСС и/или GPS, либо комбинацию спутниковой и инерциальных систем навигации. В систему заложен принцип нулевого приема сигналов в направлении источников помех. Применение двух и более независимых ЦАР позволяет запеленговать источник помех.

В [2] приведено описание устройства обнаружения источников ложных навигационных сигналов навигационной аппаратуре потребителей (НАП) ГНСС. Устройство состоит из антенной решетки, пеленгатора, приемника навигационных сигналов, анализатора информационных сообщений. Если принятые сообщения имеют нарушения

в структуре и содержании навигационного сигнала, то соответствующие им источники являются источниками ложных навигационных сигналов. При получении устройством нескольких сигналов с разными навигационными координатами, но с одного направления, система распознает эти сигналы как ложные. В результате последовательного повторения анализа формируется перечень направлений прихода полезных сигналов и помех, который передается в НАП ГНСС.

В [3] описан коммерчески производимый детектор глушения GPS-сигнала как раз для установки в автомобиле. Работает в связке с GPS-трекером, поэтому при обнаружении факта глушения система, по уверениям разработчика, оперативно отправит владельцу автомобиля online, sms либо email-уведомление. В подробном отчете сообщается общее количество, длительность и местоположение всех включений и выключений подавителя GPS-сигналов. Электрической схемы устройства нет. Подходит для работы с системами GPS и ГЛОНАСС. Авторы утверждают о стоимости, сравнимой со стоимостью самих подавителей.

В [4] описан способ обнаружения и пеленгации источников радиоизлучения на одной частоте для мониторинга радиоэлектронной обстановки при многолучевом распространении радиоволн, воздействию преднамеренных и непреднамеренных помех, отражениях сигнала от различных объектов и слоев атмосферы. Система строит пеленгационную панораму на основании полученного многосигнального углового спектра мощности источника излучения. Сам многосигнальный угловой спектр мощности  $P$  представляет собой распределение квадратов амплитуд по пеленгам  $\alpha$  и  $\beta$  и обеспечивается минимизацией функции максимального правдоподобия, путем обеспечения сходимости по времени накопления цифровых отсчетов, с учетом использования рекурсивного представления для оценки сигнальной и корреляционной матриц сигналов. По пеленгационной панораме определяется количество, интенсивность и пеленги источников радиоизлучения, кроме того, дополнительно определяется критерий наличия сигнала на заданном направлении сканирования. Разработчики утверждают о повышении надежности, точности и скорости пеленгации при приеме электромагнитных сигналов от нескольких источников радиоизлучения, в условиях априорной неопределенности относительно формы сигнала, шумов и помех.

Компания Tehenkom [5] предлагает мобильную систему поиска источников помех Anritsu MX280007A Mobile Interference Hunter на частотах от 9кГц до 54ГГц. Система предназначена для выполнения драйв тестов одним водителем-оператором. Поддерживает также технологию обнаружения координат источников при наличии многолучевых и отражённых сигналов. Совместима с любым автомобилем и обеспечивает полностью автоматический поиск единичных и множественных источников. В условиях плотной городской застройки корректно обрабатывает многолучевые и отражённые сигналы, а также мёртвые зоны. Может удалённо подключаться к стационарным спектральным мониторам [5].

В [6] описана система PCTEL SeeWave для точного детектирования частоты помехи и установления ее источника. PCTel SeeWave использует высокопроизводительные сканирующие радиоприемники PCTEL SeeGull. Центральная платформа подсоединяется

к радиопеленгаторной антенне и планшету с сенсорным экраном. Сканирующий радиоприемник, платформа, антенна и планшет объединены. Система использует продвинутый спектральный анализ и специализированные алгоритмы.

Таким образом, представляется целесообразным предложить систему отслеживания помех радиосигналов GPS и ГЛОНАСС, использующую альтернативный принцип работы – не прямое, а косвенное определение факта и координат глушения сигнала через детектирование отсутствия полезного сигнала от GPS-трекера, установленного на автомобиле.

Структурно система является комбинированной, т.е. сочетает в себе стационарные и мобильные элементы и децентрализованную схему управления.

Основные преимущества такой системы по сравнению с рассмотренными выше заключаются в уменьшении габаритов, сложности и стоимости используемого оборудования, а также в повышении эффективности и надежности срабатывания.

Такая система может иметь структуру, изображенную на рис. 1.



**Рисунок 1. – Структурная схема системы отслеживания источников помех GPS/ГЛОНАСС для автомобильной сигнализации**

Клиентский уровень представляет собой стандартный GPS-трекер с автономным питанием, устанавливаемый внутри автомобиля.

Промежуточный уровень представлен стационарными GPS-трекерами с автономным питанием, установленными на парковках, в подземных гаражах, на развилках оживленных трасс и т.д. на экономически обоснованном расстоянии. Усилитель мощности используется для увеличения дальности действия трекера и не является строго обязательным компонентом системы. Датчики механических воздействий нужны для оповещения диспетчера о попытке снять или вывести из строя стационарный трекер.

Диспетчерский уровень представлен пультом управления с мощным персональным компьютером, специализированным программным обеспечением (ПО), модулем опроса и модулем связи. Диспетчерские пульты управления предполагается устанавливать в крупных городах, районных и областных центрах.

Специализированное ПО регулирует работу всех модулей, содержит базу данных координат стационарных трекеров и альманах сигналов GPS-антенн, протоколы обмена данными с базой ГИБДД.

Принцип действия системы учитывает тот факт, что стационарные трекеры при проезде мимо них угнанного автомобиля с глушителем GPS/ГЛОНАСС сигналов, тоже глушатся и не могут передавать сигналы о своем местоположении.

Модуль опроса регулярно опрашивает стационарные трекеры системы, и, если в момент опроса ответный сигнал не фиксируется спустя определенный временной интервал, модуль опроса передает координаты «замолчавшего» трекера в модуль связи.

При попытке вывести из строя или демонтировать стационарный трекер модуль опроса аналогичным образом передает сигналы с датчиков механических воздействий.

Модуль связи включает оповещение о тревоге, передает координаты «молчащего» трекера в базу ГИБДД, чтобы автомобиль можно отследить и в кратчайшие сроки вернуть владельцу, а также выездной ремонтной бригаде при получении сигналов от датчиков механических воздействий.

**Заключение.** В большинстве случаев помехи от глушителей GPS- и ГЛОНАСС-сигналов отслеживаются напрямую с использованием сложных алгоритмов и громоздкого или дорогостоящего оборудования.

Применение комбинированной системы децентрализованной системы отслеживания помех GPS- и ГЛОНАСС-сигналов, использующей косвенный метод отслеживания помех через детектирование отсутствия полезного сигнала от GPS-трекеров позволит повысить эффективность обнаружения и отслеживания подавителей, ускорить возврат похищенного автомобиля владельцу, уменьшить сложность и стоимость по сравнению с традиционными детекторами подавителей GPS-сигналов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Система и способ определения местоположения источника радиоэлектронных помех сигналам спутниковой навигации: пат. RU 2 675 671 C1 / патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Каскад" (RU) – МПК F41H 11/02 (2006.01) заявл. 14.08.2017, опубл. 21.12.2018, Федеральная служба по интеллектуальной собственности (РФ) – Бюл. № 36.
2. Устройство обнаружения источников ложных навигационных сигналов НАП ГНСС: пат. RU 2 677 929 C1 / А.В. Журавлев, В.Г. Маркин, В.А. Шуваев, Е.М. Красов, А.Ф. Иванов; патентообладатель Акционерное общество научно-внедренческое предприятие "ПРОТЕК" (RU) – МПК G01C 21/24 (2006.01) заявл. 24.01.2018, опубл. 22.01.2019, Федеральная служба по интеллектуальной собственности (РФ) – Бюл. № 3.
3. Детектор глушения GPS-сигнала [Электронный ресурс]. – Официальный сайт компании NewApex / Главная – Оборудование-Дополнительные датчики-Детектор глушения GPS-сигнала // Режим доступа: <https://newapex.by/sensors/detector-glushenia-gps.html>. Дата доступа: 20.05.2024
4. Способ обнаружения и пеленгации источников радиоизлучения на одной частоте: пат. RU 2 517 365 C2 / И.Д. Золотарев, В.А. Березовский, К.А. Сидоренко; патентообладатель Открытое акционерное общество "Омский научно-исследовательский институт приборостроения" (ОАО "ОНИИП") (RU) – МПК G01S 5/04 (2006.01), заявл. 04.07.2012, опубл. 27.05.2014, Федеральная служба по интеллектуальной собственности (РФ) – Бюл. № 15.
5. Мобильная система поиска источников помех до 54 ГГц Anritsu MX280007A [Электронный ресурс] /Официальный сайт компании Техэнком. // Главная- Радиочастотные измерения-Анализаторы спектра-Anritsu MX280007A. – Режим доступа: [https://www.tehencom.com/Companies/Anritsu/MX280007A/Anritsu\\_MX280007A.htm](https://www.tehencom.com/Companies/Anritsu/MX280007A/Anritsu_MX280007A.htm). Дата доступа: 30.09.2024.

6. Система обнаружения помех PCTEL SeeWave [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании 2test // Главная-Решения-Отраслевые решения-Энергетика и нефтегазовый сектор-Система обнаружения помех PCTEL SeeWave. – Режим доступа: <https://2test.ru/solutions/otraslevye-resheniya/neftegazovyy-sektor/sistema-obnaruzheniya-pomekh-pctel-seewave/>. Дата доступа: 05.09.2024.