

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук, профессора Ефименко Валерия Сергеевича на диссертацию Камнева Евгения Анатольевича на тему: «РАДИОПОДАВЛЕНИЕ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОЙ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ИНТЕРЕСАХ ОБЪЕКТОВО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация».

Спутниковая навигация стала базисом для современных систем высокоточного оружия. Началом масштабного применения аппаратуры GPS можно считать операции США (НАТО) на Ближнем востоке в начале 90-х годов. О противодействии высокоточному оружию путем постановки помех приемникам спутниковой навигации становится известно с конфликта на Балканах, когда было первое массовое применение высокоточных авиационных бомб JDAM с навигационным обеспечением по GPS. В целом, во второй половине 90-х годов обозначается проблема помехоустойчивости GPS. Так, вводится концепция «навигационной войны» (NAVWAR – Navigation War), разрабатываются технические требования к модулям GPS (GRAM), внедряется модернизированный криптостойкий сигнал P(Y)-код, создаются первые цифровые адаптивные антенные решетки (ЦААР) с повышенной помехоустойчивостью для защиты сигналов GPS. Массовое внедрение ЦААР началось уже в следующем десятилетии. Только компания Raytheon (Великобритания) к 2012 году поставила более 7000 помехоустойчивых ЦААР. Об охвате внедрения различных вооружений ЦААР можно судить, например, по номенклатуре антенных решеток фирмы Antcom: от сверхкомпактных двухэлементных до 16-тиэлементных двухдиапазонных.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № 2
"15" / 10 2018

Из сказанного следует, что тема диссертационной работы Е.А. Камнева, связанная с повышением эффективности пространственно-распределенных систем (ПРС) РЭБ, формирующих противонавигационное поле радиопомех (ПНПР) в интересах объектово-территориальной защиты, в условиях действия помехозащищенных образцов навигационной аппаратуры потребителей (НАП) с ЦААР, за счет совершенствования состава, пространственного размещения и параметров постановщиков активных помех, является несомненно актуальной.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка используемой литературы.

В первом разделе приведена описательная модель помехозащищенной НАП как объекта радиоподавления. Здесь же помещен аналитический обзор современных средств и способов помехозащиты перспективных НАП от маскирующих и дезинформирующих помех.

Основные цели и задачи ПНПР, создаваемого для противодействия НАП в интересах объектово-территориальной защиты, сформулированы *во втором разделе*. Сформулированы условия радиоподавления НАП и разработан методический аппарат, позволяющий на основе аналитических соотношений, определить коэффициенты подавления НАП с учетом основных факторов. Основным результатом раздела – предложен способ создания ПНПР с барьерной зоной.

В третьем разделе дано описание разработанных моделей ЦААР, применяемых в современных помехозащищенных образцах НАП, изложены результаты компьютерного имитационного моделирования по оценке помехоустойчивости ЦААР в условиях воздействия ПРС постановщиков активных помех наземного и воздушного базирования, сформулированы подходы по организации радиоподавления НАП, оснащенной четырех- и семиэлементной ЦААР. В качестве помехового сигнала, излучаемого постановщиком активной помехи, рассматривается

шумовая помеха с равномерной спектральной плотностью мощности в полосе 30 МГц.

В четвертом разделе приводится описание разработанной модели сценария радиоподавления НАП, оснащенной ЦААР. Разработанная модель позволяет построить зоны подавления НАП для произвольной высоты с учетом параметров и режимов работы НАП, постановщиков помех и их размещения и может быть использована в интересах оценки эффективности ПРС на базе конкретных средств РЭБ.

Главным теоретическим и практическим результатом работы является систематическое исследование НАП с адаптивной антенной решеткой как объекта РЭБ. Из основных новых результатов работы выделим:

1) Методику определения энергетических характеристик ПНПР и расчета коэффициентов подавления НАП с учетом действия средств помехозащиты, режимов работы НАП, внутрисистемных факторов и структуры помеховых сигналов.

2) Оригинальные имитационные модели ЦААР.

3) Количественные оценки помехоустойчивости ЦААР, находящихся под воздействием ПРС постановщиков активных помех.

4) Способ создания ПНПР в интересах объектово-территориальной защиты с высокоэнергетической барьерной зоной на границе защищаемой территории.

5) Количественные оценки зон радиоподавления помехозащищенной НАП для различных конфигураций ПРС постановщиков активных помех.

Достоинством работы является и то, что работоспособность и эффективность предложенных решений подтверждается детальным имитационным моделированием, а также натурным экспериментом.

В качестве недостатков работы следует отметить следующее:

1. Все модели и расчеты для системы объектово-территориальной защиты, выполненные в диссертации, предполагают, что ЦААР

противника защищают только диапазон L1 GPS, хотя хорошо известно, что ЦААР вполне может защитить другие диапазоны GPS и других ГНСС, в том числе ГЛОНАСС. Поэтому концепция объектово-территориальной защиты должна разрабатываться

- с расчетом на подавление всех диапазонов GPS и открытых диапазонов других ГНСС;
- с учетом воздействия средств РЭБ на собственные НАП.

2. Большая часть предположений и оценок, сделанных в работе, вызывают доверие. В то же время, основные результаты работы предполагают существенные неопределенности. Например, известно, что НАП разных фирм существенно (до 20 дБ) различаются по уровню помехоустойчивости. В этих условиях такие параметры оценки как среднее или дисперсия становятся малоинформативными, и даже зону подавления следовало бы определять квантилями (область, где вероятность подавления составляет 90% или 80%). Такие оценки возможны после обработки результатов статистического моделирования.

3. Работа написана грамотным техническим языком. Однако оппонент, к сожалению, должен отметить несколько досадных опечаток в формулах (7) автореферата и формулах на стр. 100 диссертации. Кстати, определенные неудобства вызывает отсутствие нумерации некоторых важных формул в диссертации.

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертация Камнева Евгения Анатольевича в целом производит хорошее впечатление и является завершенной научно-квалификационной работой.

Достоверность полученных результатов подтверждена корректным применением математического аппарата, результатами компьютерного имитационного моделирования и полигонного эксперимента, а также соответствием результатов диссертационной работы, в частных случаях, известным результатам.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 7 печатных работах и использованы на предприятии АО «НТЦ РЭБ» при

разработке программного обеспечения программно-аппаратного комплекса в ОКР «Плазма», при проведении испытаний модуля радиопомех СРНС в СЧ ОКР «Поле-48», а также комплекса РЭБ с малоразмерными БЛА «Репеллент».

Автореферат полностью отражает основные результаты и содержание диссертационной работы.

Выводы:

На основании изучения диссертации, автореферата, основных научных статей, опубликованных автором по теме диссертации, и личных бесед с автором можно сделать следующие выводы:

1. Работа соответствует паспорту специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация» и удовлетворяет требованиям п.9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемых ВАК Российской Федерации к диссертациям на соискание ученых степеней кандидата технических наук.

2. Автор диссертации Камнев Евгений Анатольевич достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

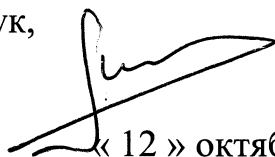
Официальный оппонент

Начальник отдела НИОКР

ОАО «ВНИИР-Прогресс»,

доктор технических наук,

профессор



Ефименко Валерий Сергеевич

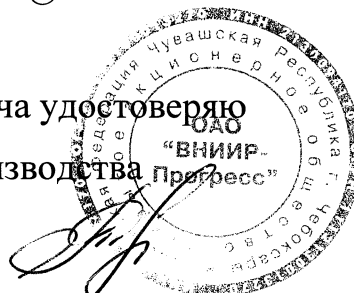
« 12 » октября 2018 г

Рабочий адрес: ОАО «ВНИИР-Прогресс», 109028, г. Москва, Серебряническая наб., д. 29, тел. +7 (495) 735-42-44, e-mail: vefimenko@abselectro.com

Подпись Ефименко Валерия Сергеевича удостоверяю

Начальник отдела кадрового делопроизводства

ОАО «ВНИИР-Прогресс»



Ревина Г.В.