

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра Радиотехнических систем

БРОВКО ТАТЬЯНА АНТОНОВНА

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА  
КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОЙ СИСТЕМЫ  
ЛОКАЛЬНОЙ РАДИОНАВИГАЦИИ И ДАТЧИКА УГЛОВОЙ СКОРОСТИ  
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СМАРТФОНАХ**

Специальность 11.04.01 – «Радиотехника»

Автореферат  
выпускной квалификационной работы  
(магистерской диссертации)

Руководитель  
Куликов Роман Сергеевич  
к.т.н., доц.

Москва – 2021

## **Актуальность темы**

Определение местоположения и маршрутов объектов внутри помещений является актуальной научно-практической задачей. Это подтверждается огромным количеством публикаций по всему миру.

На сегодняшний день многие системы позиционирования внутри помещений используют изначально непригодные для задач навигации узкополосные стандарты радиопередачи. С другой стороны, широкое распространение сегодня получил специализированный навигационно-связной стандарт сверхширокополосных (СШП) радиосигналов. К тому же, с недавнего времени он стал доступен и в обычных смартфонах.

Таким образом, актуальной задачей становится разработка алгоритмов позиционирования для систем локальной навигации на базе СШП сигналов с возможностью применения их на смартфонах.

**Объектом** магистерской диссертации является алгоритм комплексной обработки измерений приемопередатчика сверхширокополосной локальной навигационной системы и датчика угловых скоростей смартфона.

## **Цели и задачи работы**

**Целью** работы является синтез и исследование алгоритма комплексирования сверхширокополосной системы локальной радионавигации и датчика угловой скорости для использования в смартфонах

Для достижения цели работы требуется решить ряд **задач**:

1. Провести синтез алгоритма комплексирования;
2. Провести аналитический расчет оценок предельных ошибок фильтрации;
3. Провести имитационное моделирование и получить оценки предельных ошибок фильтрации;
4. Провести экспериментальные измерения и моделирование и получить оценки предельных ошибок фильтрации;
5. Провести сравнительный анализ результатов.

**Методы исследования.** При решении поставленных задач использованы теоретические методы исследования: синтез, имитационное моделирование и анализ, а также эмпирические методы исследования: эксперимент и анализ результатов.

**Научная новизна.** В работе получены следующие новые результаты, выносимые на защиту:

- а) новый синтезированный алгоритм комплексирования СШП ЛНС и ДУС;
- б) использование «облегченного» вектора состояния в основе алгоритма;

**Практическая ценность работы.**

- а) Синтезированный алгоритм применим в перспективных комплексных системах навигации на базе смартфонов, в составе которых есть сверхширокополосный приемопередатчик;
- б) Оценка точности алгоритма проведена аналитически, на имитационном моделировании и экспериментально.

**Структура и объем работы.** Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и пяти приложений. Работа изложена на 102 страницах машинописного текста, содержит 31 рисунок и список литературы из 21 наименования.

**Основное содержание работы**

**Во введении** обоснована актуальность и практическая значимость алгоритма комплексирования для смартфонов.

**В первой главе** представлен обзор по теме алгоритмов обработки для современных систем позиционирования внутри помещений научно-технических источников, проиндексированных в базах: РИНЦ, ВАК, Scopus, WoS.

**Во второй главе** изложен синтез алгоритма комплексирования измерений локальной навигационной системы на базе сверхширокополосных сигналов и датчика угловых скоростей, а также аналитическая оценка точности синтезированного алгоритма фильтрации.

**В третьей главе** приведены результаты имитационного моделирования синтезированного алгоритма.

**В четвертой главе** представлено описание структуры макета локальной навигационной системы, на базе которого проводились эксперименты по исследованию синтезированного алгоритма. Здесь же изложены сравнительные оценки погрешностей определения координат, полученные с использованием разработанного алгоритма.

**В заключении** констатируется достижение цели работы и приводятся основные результаты ВКР.

### **Основные результаты работы и выводы**

1. Проведен синтез и анализ алгоритма комплексирования СШП ЛНС и ДУС;
2. Рассчитаны аналитические выражения для оценивания предельных ошибки фильтрации;
3. Проведено имитационное моделирование синтезированного алгоритма и получены оценки предельных ошибок фильтрации из матрицы дисперсий
4. Проведен эксперимент и получены оценки предельных ошибок фильтрации из матрицы дисперсий
5. В результате анализа полученных результатов можно сделать вывод, что соответствующие значения оценок ошибок фильтрации одинаковы в пределах погрешности.