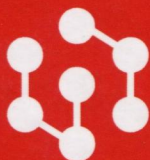


НАУЧНАЯ МЫСЛЬ



В.Н. Тяпкин, Е.Н. Гарин

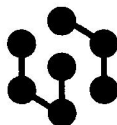
**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
НАВИГАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПОДВИЖНЫХ СРЕДСТВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВОЙ
РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ГЛОНАСС**



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ | SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

В.Н. ТЯПКИН
Е.Н. ГАРИН

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДВИЖНЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС

МОНОГРАФИЯ

Москва
ИНФРА-М

Красноярск
СФУ

2022

УДК 621.396(075.4)

ББК 32.95

Т99

Рецензенты:

С.А. Гаврилов, д-р техн. наук, проф., проректор по научной работе Национально-исследовательского университета «Московский институт электронной техники»;

А.В. Токарев, канд. техн. наук, подполковник, начальник лаборатории «Перспективные системы радионавигации и радиосвязи» Военного учебно-научного центра ВВС Военно-воздушной академии им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

Тяпкин В.Н.

Т99

Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС : монография / В.Н. Тяпкин, Е.Н. Гарин. — Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2022. — 260 с. — (Научная мысль).

ISBN 978-5-16-017324-5 (ИНФРА-М)

ISBN 978-5-7638-2639-5 (СФУ)

Изложены принципы построения спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС. Особое внимание уделено относительным и угловым измерениям на основе глобальных радионавигационных спутниковых систем, методике ориентирования зенитных ракетных, радиолокационных систем и авиационных комплексов перехвата. Представлены результаты исследования погрешностей измерения местоположения подвижных объектов и пространственной ориентации с целью разработки методов их уменьшения, определены направления помехоустойчивости навигационной аппаратуры потребителя спутниковых радионавигационных систем.

Предназначена для широкого круга специалистов, занимающихся разработкой, производством и эксплуатацией аппаратуры потребителей спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС. Может быть полезна студентам, аспирантам и преподавателям высших учебных заведений при изучении дисциплин радиотехнического профиля.

УДК 621.396(075.4)

ББК 32.95

ISBN 978-5-16-017324-5 (ИНФРА-М)

ISBN 978-5-7638-2639-5 (СФУ)

© Тяпкин В.Н., Гарин Е.Н.,
2012, 2018

© Сибирский федеральный
университет, 2012, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
Глава 1. Методы измерения координат подвижных объектов военного назначения с применением СРНС	10
1.1. Перспективная тактика использования средств ПВО в современных условиях	10
1.2. Методы определения координат и параметров движения объектов потребителей СРНС	21
1.2.1. Системы координат, используемые в СРНС.....	21
1.2.2. Дальномерные методы	28
1.2.3. Псевдодальномерный метод.....	29
1.2.4. Разностно-дальномерный и псевдоразностно-дальномерный методы	33
1.2.5. Радиально-скоростной (доплеровский) метод.....	33
1.2.6. Псевдоразностно-скоростной (псевдодоплеровский) метод	35
1.2.7. Разностно-радиально-скоростной метод	36
1.2.8. Комбинированные методы.....	36
1.3. Особенности построения навигационной аппаратуры ГЛОНАСС и GPS.....	37
1.4. Источники погрешностей и точность навигационно-временных определений в СРНС	40
1.4.1. Составляющие погрешности, возникающие на этапе первичной обработки.....	41
1.4.2. Погрешности, возникающие вследствие неполного учета условий распространения радиоволн.....	45
1.4.3. Погрешности бортовой аппаратуры	65
1.4.4. Погрешности аппаратуры потребителя	66
1.4.5. Бюджет погрешностей определения псевдодальности и псевдоскорости.....	67
1.4.6. Погрешности, вносимые на этапе решения навигационной задачи	68
Выводы	73
Глава 2. Методы измерения относительных координат на подвижных воздушных и наземных объектах военного назначения	75
2.1. Методы измерения относительных координат на основе кодовых измерений.....	77

2.1.1. Дифференциальный режим.....	77
2.1.2. Режим относительных измерений.....	79
2.2. Фазовые методы определения относительных координат объектов.....	83
2.3. Одномоментные переборные методы.....	88
2.4. Состав передаваемой информации.....	90
2.5. Применение псевдоспутников для определения относительных координат.....	93
2.6. Применение ретрансляторов для дистанционного определения координат объектов.....	94
2.7. Влияние условий прохождения распространения радиоволн на погрешность определения относительных координат.....	98
2.8. Пропуск числа периодов фазы.....	100
Выводы.....	102
Глава 3. Измерение угловой ориентации подвижных воздушных и наземных объектов военного назначения по сигналам СРНС.....	104
3.1. Принципы измерения угловой ориентации по сигналам СРНС.....	104
3.2. Определение пространственной ориентации трехмерных объектов.....	107
3.3. Методы разрешения фазовой неоднозначности.....	110
3.4. Одномоментные методы разрешения фазовой неоднозначности....	112
3.5. Разрешение фазовой неоднозначности в многобазовом интерферометре.....	122
3.6. Динамические методы определения угловой ориентации.....	131
Выводы.....	134
Глава 4. Комплексование инерциальных и спутниковых радионавигационных систем.....	136
4.1. Принципы построения интегрированных систем.....	136
4.2. Оптимальная инерциально-спутниковая навигационная система.....	138
4.3. Квазиоптимальные интегрированные инерциально-спутниковые навигационные системы.....	139
4.4. Существующие интегрированные инерциально-спутниковые системы.....	143
4.5. Выбор схемы комплексования для навигационной аппаратуры потребителя и инерциальной навигационной системы.....	146
4.6. Комплексование СРНС с инерциальной системой на уровне первичной обработки.....	148

4.7. Комплексирование инерциальной и спутниковой радионавигационной аппаратуры при измерении пространственной ориентации.....	149
4.8. Построение линии сигналов в пространстве фазовых сдвигов двух навигационных спутников.....	152
4.9. Экспериментальные исследования алгоритма комплексирования.....	157
4.10. Использование данных ИНС для управления диаграммой направленности антенны навигационной аппаратуры потребителя при маневрировании объекта.....	159
4.11. Результаты испытаний аппаратуры МРК-11 в комплексе с инерциальной системой.....	160
4.12. Результаты экспериментальной оценки угловой скорости.....	164
Выводы.....	167
Глава 5. Применение спутниковой радионавигации для повышения боевых возможностей зенитных ракетных и радиотехнических войск.....	168
5.1. Принципы определения пространственной ориентации в зенитных ракетных комплексах.....	168
5.2. Принципы определения пространственной ориентации радиолокационных станций.....	175
5.3. Определение пространственной ориентации вращающегося объекта с использованием антенной системы, состоящей из одной антенны.....	178
5.4. Погрешности угломерной аппаратуры, расположенной на вращающемся объекте.....	186
5.5. Применение боевой авиации с использованием аппаратуры спутниковых радионавигационных систем.....	192
Выводы.....	198
Глава 6. Повышение помехоустойчивости аппаратуры потребителей СРНС.....	200
6.1. Обоснование необходимого соотношения сигнал/помеха на входе приемника навигационной аппаратуры потребителя при воздействии помех.....	202
6.1.1. Возможности вероятного противника по организации радиоэлектронного противодействия.....	202
6.1.2. Обоснование необходимого соотношения сигнал/помеха для помехозащищенной навигационной аппаратуры потребителя.....	208

6.2. Основные направления защиты навигационной аппаратуры потребителя от преднамеренных помех.....	209
6.2.1. Использование помехоустойчивых сигналов спутнико- вых радионавигационных систем.....	209
6.2.2. Пространственная селекция помех	210
6.2.3. Фильтрация помех	226
6.2.4. Поляризационная селекция помех	242
Выводы	243
Заключение.....	244
Список литературы.....	246