

УДК 621.396.934:629.783(076.1)

ББК 32.884.1

Г37

Рецензенты: зам. начальника центра ц13 АО «Российские космические системы», доктор техн. наук, профессор *В. В. Бетанов*; кафедра радиоборудования и схемотехники МТУСИ (зав. кафедрой – доктор техн. наук, профессор *А. В. Пестряков*)

Герко С. А., Вовасов В. Е.

Г37 Практические задания по освоению принципов функционирования глобальных спутниковых радионавигационных систем. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2023. – 84 с.: ил.
ISBN 978-5-9912-0940-4.

Представлены задания и приведены алгоритмы решения ряда типовых задач, решаемых в аппаратуре потребителя сигналов глобальных спутниковых радионавигационных систем (ГНСС): формирование псевдослучайных сигналов, траекторные определения навигационных космических аппаратов по данным оперативной и неоперативной информации, оценка геометрического фактора и доступности навигации, определение абсолютных координат приёмника ГНСС, а также оценка состояния измерительного процесса, осуществляемая при помощи Калмановского фильтра.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 24.03.02 – «Системы управления движением и навигация» и специальностям: 24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», 24.05.06 – «Системы управления летательными аппаратами», 24.05.05.С5 – «Приборы и измерительно-вычислительные комплексы ЛА», 11.05.01 – «Радиоэлектронные системы и комплексы», будет полезно аспирантам и специалистам в области радионавигации.

ББК 32.884.1

Учебное издание

Герко Сергей Александрович, Вовасов Валерий Егорович

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ПРИНЦИПОВ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ
РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Учебное пособие для вузов

Тиражирование книги начато в 2021 г.

Все права защищены.

*Любая часть этого издания не может быть воспроизведена
в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами
без письменного разрешения правообладателя.*

© ООО «Научно-техническое издательство «Горячая линия – Телеком»
www.techbook.ru

© С. А. Герко, В. Е. Вовасов

Оглавление

Предисловие	3
1. Псевдошумовые сигналы	5
1.1. Формирование псевдошумовых сигналов и их свойства	5
1.2. ПСП, применяемая в ГНСС ГЛОНАСС	8
1.3. Формулировка задания	9
Литература	14
2. Координатно-временные определения НКА по эфемеридным данным	15
2.1. Определение проекций координат и составляющих вектора скорости НКА GPS	15
2.2. Определение проекций координат и составляющих вектора скорости НКА ГЛОНАСС	19
2.3. Входные данные для выполнения задания	24
Литература	31
3. Траекторные определения НКА по неоперативным данным	32
3.1. Построение траектории подспутниковой точки для НКА, размещенного на высокоэллиптической орбите	32
3.2. Задание и пример выполнения работы	38
Литература	39
4. Геометрический фактор и его оценка	40
4.1. Определение, назначение и виды геометрического фактора	40
4.2. Оценка мгновенной доступности навигации	44
4.3. Задание для самостоятельного выполнения	46
Литература	47
5. Определение местоположения навигационного приемника	48
5.1. Определение угла возвышения НКА	48
5.2. Решение навигационной задачи	49
5.3. Учет вращения Земли	51

5.4. Решение навигационной задачи при многосистемных измерениях в ГНСС	54
5.5. Задание для самостоятельного выполнения	55
Литература	56
6. Оценка состояния процесса при использовании фильтра Калмана	57
6.1. Оценка координаты, скорости и ускорения процесса в заданный момент времени	57
6.2. Оценка координаты, скорости и ускорения процесса заданный момент времени при подключении акселерометра	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример использования фильтра Калмана.	64
А.1. Выбор метода вторичной обработки измерений навигационного приемника в виде фильтра калмановского типа	64
А.2. Модель траектории движения объекта	66
А.3. Выбор модели движения, оцениваемого и измеряемого векторов ФКТ	67
А.4. Уравнения ФКТ	71
А.5. Результаты тестирования алгоритма ФКТ с помощью компьютерного моделирования	78