

УДК 629.78.072.1:53.088(075.8)

ББК 39.571-52

П44

Рецензенты: кафедра «Радиоэлектронные системы и комплексы» Российского технологического университета МИРЭА; зам. начальника центра ц13 АО «Российские космические системы», доктор техн. наук, профессор *В. В. Бетанов*

Подкорытов А. Н.

П44 Погрешности навигационных измерений в спутниковых радиосистемах управления. Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2021. – 96 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-0850-5.

Рассмотрены аппаратурные и геофизические эффекты, являющиеся источниками погрешностей навигационных измерений в глобальных навигационных спутниковых системах. Приведены подробные математические модели измерений ГЛОНАСС и GPS, а также их линейные комбинации, используемые в режиме высокоточного абсолютного местоопределения и в других режимах. Описаны методы компенсации соответствующих систематических смещений, приведены численные оценки и модели. Уделено внимание особенностям обработки высокоточных, но неоднозначных псевдофазовых измерений, использование которых является одним из ключевых факторов достижения сантиметровой точности определения координат потребителя.

Для студентов вузов, обучающихся по укрупненным группам специальностей и направлениям подготовки: 24.00.00 – «Авиационная и ракетно-космическая техника», 11.00.00 – «Электроника, радиотехника и системы связи». Будет полезно аспирантам и специалистам соответствующих направлений.

Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU

Учебное издание

Подкорытов Андрей Николаевич

ПОГРЕШНОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ
В СПУТНИКОВЫХ РАДИОСИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Учебное пособие

Тиражирование книги начато в 2020 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

© А. Н. Подкорытов

Оглавление

Введение	3
1. Виды и модели навигационных измерений в ГНСС	7
1.1. Математические модели исходных измерений навигационного приемника	7
1.2. Модель измерений GPS на исходных частотах	10
1.3. Модель измерений ГЛОНАСС на исходных частотах ..	13
1.4. Ионосферосвободные модели измерений	15
1.4.1. Ионосферосвободная модель измерений GPS	16
1.4.2. Ионосферосвободная модель измерений GPS с разделенными часами	18
1.4.3. Ионосферосвободная модель измерений ГЛОНАСС ...	21
1.4.4. Совместная ионосферосвободная модель измерений GPS и ГЛОНАСС	23
Контрольные вопросы	24
2. Релятивистские и гравитационные эффекты	25
2.1. Релятивистское расхождение показаний часов в ГНСС и его компенсация	25
2.2. Гравитационная задержка	30
Контрольные вопросы	32
3. Ионосферная задержка сигнала	33
3.1. Общие сведения об ионосферной задержке сигнала ...	33
3.2. Моделирование ионосферной задержки	36
3.3. Компенсация ионосферной задержки сигнала в одночастотном приемнике	38
3.4. Компенсация ионосферной задержки сигнала в двухчастотном приемнике	40
Контрольные вопросы	41
4. Тропосферная задержка сигнала	42
4.1. Общие сведения о тропосферной задержке сигнала ...	42
4.2. Моделирование тропосферной задержки	43
Контрольные вопросы	46
5. Смещения фазового центра антенн	47

5.1. Смещения и вариации фазового центра антенн спутников	47
5.2. Смещения и вариации фазового центра антенн приемника	51
Контрольные вопросы	54
6. Погрешности эфемеридно-временной информации	55
6.1. Оперативная эфемеридно-временная информация	55
6.2. Высокоточная эфемеридно-временная информация ...	56
Контрольные вопросы	58
7. Многолучевое распространение сигналов	59
7.1. Общие сведения о многолучевом распространении сигналов	59
7.2. Кодовая и фазовая многолучевость	62
7.3. Подавление ошибок многолучевости	64
Контрольные вопросы	66
8. Шумы и аппаратурные смещения измерений	68
Контрольные вопросы	70
9. Приливные эффекты	71
9.1. Твердотельные приливы (приливы в упругом теле Земли)	72
9.2. Полярные приливы (смещения полюсов Земли)	74
9.3. Океанические приливы	75
Контрольные вопросы	77
10. Взаимная ориентация антенн спутника и приемника	78
Контрольные вопросы	79
11. Приложения. Линейные комбинации измерений в ГНСС	80
11.1. Ионосферосвободная комбинация измерений псевдодальностей	80
11.2. Ионосферосвободная комбинация псевдофазовых измерений	81
11.3. Комбинация псевдофазовых измерений на разностной длине волны	81
11.4. Комбинация кодовых измерений на суммарной длине волны	82
11.5. Ионосферосвободная кодово-фазовая комбинация измерений Мельбурна-Вуббена	83
11.6. Геометрически свободные комбинации измерений	84
11.7. Разностные комбинации измерений	84

11.8. Обнаружение срывов слежения за фазой несущего сигнала	88
Контрольные вопросы	90
Литература	91