

Ю.А. Соловьев

Системы спутниковой навигации

ЭКО-ТРЕНДЗ

Москва, 2000



УДК 621.396.98

629.783

ББК 32.95

39.57

Ю.А. Соловьев

Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-Трендз, 2000.

ISBN 5-88405-026-7

В доступной форме излагаются основные принципы работы, состояние и перспективы развития глобальных спутниковых радионавигационных систем (СРНС) GPS, ГЛОНАСС, Галилео, широкозонных дифференциальных подсистем (ДПС) WAAS, EGNOS, MSAS, региональных и локальных ДПС различного назначения. Основное внимание обращено на такие характеристики СРНС, как точность определения навигационных параметров и времени, доступность, целостность, непрерывность обслуживания. Книга содержит материалы по характеристикам аппаратуры потребителя и ее помехоустойчивости, новым применениям, комплексированию аппаратуры с другими средствами, базам навигационных данных, стандартизации технических решений. В заключение приведены перечни основных терминов и определений, адресов заинтересованных организаций и их страниц в сети Интернет, изданий и календарь наиболее значимых мероприятий на предстоящие годы в области СРНС.

Монография в основном обращена к пользователям спутниковых радионавигационных систем различного уровня подготовки. Издание будет полезно широкому кругу специалистов в навигации различных подвижных объектов, и в смежных областях, таких, как штурманское обеспечение и организация движения воздушного, морского, речного, автомобильного и железнодорожного транспорта, геодезия и картография, землеустройство, мониторинг земной поверхности, обеспечение горных и строительных работ, интенсивное земледелие, синхронизация систем связи и энергетических систем и т.д.

ББК 32.95

39.57

ISBN 5-88405-026-7

© Ю.А. Соловьев, 2000

Содержание

Предисловие	7
Введение	8
Глава 1. Требования потребителей к спутниковым радионавигационным системам	10
1.1. Требования к навигационному обеспечению воздушных судов	11
1.2. Требования к навигационному обеспечению морских судов	14
1.3. Требования к навигационному обеспечению судов речного флота	15
1.4. Требования к навигационному обеспечению наземных объектов	16
1.5. Требования к навигационному обеспечению космических средств	19
Литература к главе 1	19
Глава 2. Спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС	20
2.1. История создания системы.....	20
2.2. Назначение, общая характеристика и состав системы	22
2.3. Космический сегмент	24
2.3.1. Орбитальная группировка.....	24
2.3.2. Навигационный космический аппарат.....	24
2.3.3. Структура навигационных радиосигналов	26
2.3.4. Навигационное сообщение	29
2.3.5. Радионавигационное поле.....	30
2.3.6. Средства запуска на орбиту	31
2.4. Наземный комплекс управления	32
2.5. Принципы функционирования. Сегмент потребителей	35
2.6. Точностные характеристики	37
2.7. Контроль целостности радионавигационного поля.....	39
2.8. Состояние и развитие системы ГЛОНАСС	41
Литература к главе 2.....	43
Глава 3. Спутниковая радионавигационная система GPS	45
3.1. История создания системы.....	45
3.2. Назначение, общая характеристика и состав системы	47
3.3. Космический сегмент	48
3.3.1. Орбитальная группировка.....	48
3.3.2. Навигационный космический аппарат.....	50
3.3.3. Структура навигационных радиосигналов	51
3.3.4. Навигационное сообщение	53
3.3.5. Средства запуска на орбиту	54
3.4. Сегмент управления.....	54

3.5. Принципы навигационных определений. Сегмент потребителей.....	55
3.6. Точностные характеристики.....	59
3.7. Контроль целостности.....	62
3.8. Развитие системы GPS.....	64
Литература к главе 3.....	66
Глава 4. Совместное использование сигналов ГЛОНАСС и GPS.....	67
Литература к главе 4.....	75
Глава 5. Дифференциальный режим и контроль целостности.....	76
5.1. Физические основы и точностные характеристики.....	76
5.2. Разновидности дифференциального режима СРНС.....	79
5.2.1. Дифференциальный режим с коррекцией координат.....	81
5.2.2. Дифференциальный режим с относительными координатами.....	81
5.2.3. Дифференциальный режим с использованием псевдоспутников.....	84
Литература к главе 5.....	85
Глава 6. Широкозонные дифференциальные подсистемы.....	86
6.1. Широкозонная дифференциальная подсистема WAAS.....	86
6.1.1. Структура, принципы построения и функционирования.....	86
6.1.2. Основные характеристики.....	89
6.2. Широкозонная дифференциальная подсистема EGNOS.....	95
6.3. Широкозонная дифференциальная подсистема MSAS.....	98
6.4. Предложения по использованию ШДПС EGNOS и MSAS в интересах авиации РФ.....	99
Литература к главе 6.....	101
Глава 7. Региональные дифференциальные подсистемы.....	103
7.1. РДПС Starfix.....	103
7.2. РДПС SkyFix.....	103
7.3. РДПС Eurofix.....	104
7.4. Другие проекты РДПС.....	105
Литература к главе 7.....	107
Глава 8. Локальные дифференциальные подсистемы.....	109
8.1. Морские ЛДПС.....	109
8.2. Авиационные ЛДПС.....	111
8.3. Геодезические и специальные ЛДПС.....	117
Литература к главе 8.....	118
Глава 9. Навигационная аппаратура потребителей СРНС.....	120
Литература к главе 9.....	140

Глава 10. Помехозащищенность и электромагнитная совместимость СРНС.....	142
10.1. Источники помех	142
10.2. Защита от помех.....	145
10.3. Советы массовым потребителям	149
Литература к главе 10.....	150
Глава 11. Применение спутниковых радионавигационных систем.....	152
11.1. Использование СРНС для определения ориентации	152
11.2. Применение СРНС в горном деле	155
11.3. Использование СРНС при строительстве и контроле сооружений.....	155
11.4. Использование СРНС в сельском хозяйстве	157
11.5. Применение СРНС в гражданской авиации	157
11.5.1. Полет по маршруту.....	157
11.5.2. Заход на посадку	164
11.5.3. Обеспечение решения специальных задач	167
11.6. Использование СРНС на железнодорожном транспорте	169
11.7. Использование СРНС при обеспечении навигации морских и речных судов.....	170
11.8. Применение СРНС для навигации в наземных условиях	171
11.9. Использование СРНС для синхронизации систем связи и энергетических систем	173
11.10. Использование СРНС в геодезии и для мониторинга деформаций земной поверхности.....	174
Литература к главе 11.....	175
Глава 12. Комплексирование СРНС и других навигационных систем	178
12.1. Комплексирование на уровне ПОИ и ПВОИ	179
12.1.1. Частотные методы оценки навигационных параметров	180
12.1.2. Временные методы оценки навигационных параметров	181
12.2. Комплексирование на уровне вторичной обработки информации СРНС	184
12.2.1. Основные схемы комплексирования АП СРНС и автономных систем счисления.....	184
12.2.2. Реализация схем комплексирования АП СРНС с автономными системами	191
12.2.3. Комплексная обработка информации группы объектов, использующих СРНС.....	198
12.2.4. Контроль целостности и комплексирование бортовой спутниковой навигационной аппаратуры потребителя с другими системами и средствами	201
Литература к главе 12.....	206
Глава 13. Перспективные спутниковые радионавигационные системы Галилео.....	208
Литература к главе 13.....	213

Глава 14. Низкоорбитальные спутниковые радионавигационные системы	214
Литература к главе 14	215
Приложение 1. Базы навигационных данных	216
Хранение путевых точек	216
Литература к приложению 1	225
Приложение 2. Стандартизация и сертификация в области СРНС	226
Резолюции ИМО	226
Стандарты МЭК	227
Рекомендация Международного союза ИТУ-R М.823: 1995	227
Литература к приложению 2	236
Приложение 3. Термины и определения в области СРНС	237
Параметры и характеристики	237
Техника и режимы ее работы	240
Обработка сигналов и информации	242
Приложение 4. Календарь международных мероприятий в области навигации и смежных дисциплин на 2000-2001 гг.	244
Приложение 5. Основные издания в области СРНС	249
Книги	249
Основные периодические издания	250
Приложение 6. Адреса заинтересованных и работающих в области СРНС организаций	251
П6.1. Организации, предприятия и фирмы СНГ, работающие в области спутниковой радионавигации и использующие спутниковые технологии	251
П6.2. Интернет-адреса организаций и фирм, работающих с СРНС	257
Фирмы и общественные организации	257
Университеты и научно-исследовательские организации	258
П6.3. Институты навигации Международной ассоциации институтов навигации	259
Список условных обозначений, символов, единиц и терминов	260