

В.И. Федосеев
М.П. Колосов

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по образованию в области приборостроения и оптоэлектроники
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных
заведений, обучающихся по направлению «Оптоэлектроника»
и специальности «Оптико-электронные приборы и системы»*



Москва
Логос
2007

УДК 621.384.31

ББК 32.84

Ф 32

Рецензент

Ю.Г. Якушиенков, доктор технических наук, профессор

Федосеев В.И., Колосов М.П.

Ф32 Оптико-электронные приборы ориентации и навигации космических аппаратов: учеб. пособие. — М.: Логос, 2007. — 248 с.: ил.

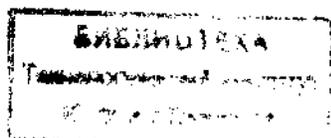
ISBN 978-5-98699-052-1

Рассмотрены оптико-электронные приборы ориентации и навигации космических аппаратов как устройства переработки информации и как оптические устройства. Проанализированы основные типы звездных, земных и солнечных астроприборов, особенности их проектирования, а также методы обеспечения точности и помехозащищенности этих приборов. Изложены принципы построения наиболее важных образцов стендов для проведения точностных испытаний указанных приборов и имитаторов астроориентиров и оптических помех.

Для студентов высших учебных заведений, получающих образование по направлению «Оптотехника» и специальности «Оптико-электронные приборы и системы». Представляет интерес для ученых и специалистов, работающих в области оптического приборостроения и проектирования космических аппаратов.

УДК 621.384.31

ББК 32.84



ISBN 978-5-98699-052-1

© Федосеев В.И., Колосов, М.П. 2007

© Логос, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Список сокращений	7

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

1.1. Задачи, решаемые ОЭП ориентации и навигации на КА	9
1.2. Основные типы приборов ориентации и навигации КА	12
1.2.1. Звездные приборы	15
1.2.2. Земные приборы ИК-диапазона	16
1.2.3. Солнечные приборы	18
1.2.4. Земные приборы видимого диапазона	20
1.3. Астроориентирсы и оптические помехи для приборов ориентации и навигации КА	21
1.3.1. Звезды и помехи для звездных приборов	21
1.3.2. Земля и помехи для земных приборов ИК-диапазона	28
1.3.3. Солнце и Земля как астроориентирсы приборов видимого спектрального диапазона	31

Глава 2

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ КА КАК УСТРОЙСТВА ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

2.1. Основные правила проектирования информационных систем приборов ориентации и навигации КА	33
2.1.1. Правило разделения режимов работы	33
2.1.2. Правило соответствия пространственно-временной обработки и цели режима	35
2.1.3. Правило относительного измерения	39
2.2. Организация режимов работы в приборах ориентации и навигации КА	44
2.2.1. Режим измерения	44
2.2.2. Режим селекции рабочего источника	48
2.2.3. Режим поиска	56
2.2.4. Режим калибровки	60
2.3. Последовательность проектирования информационных систем приборов ориентации и навигации КА	64

Глава 3

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕЖИМОВ КАЛИБРОВКИ, ПОИСКА, СЕЛЕКЦИИ И ИЗМЕРЕНИЯ В ОЭП ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ КА

3.1. Принципы построения оптических систем для обеспечения режима калибровки. Оптика адаптивных угломеров	66
3.1.1. Нерасстраиваемые оптические системы с каналами геометрического эталона	71
3.1.2. Самокалибрующиеся и комбинированные оптические системы	87
3.2. Методы борьбы с оптическими помехами (для режимов поиска и селекции)	103
3.2.1. Методы подавления боковых помех в ОЭП	103
3.2.2. Использование априорной информации в режиме поиска системы солнечно-звездной ориентации	116
3.2.3. Оптическая селекция светящихся частиц по размеру их изображения	121

3.3. Особенности создания оптических систем широкопольных звездных приборов при обеспечении режимов измерения и поиска	122
3.3.1. Критерии качества объективов широкопольных звездных приборов	122
3.3.2. Методика расчета объективов широкопольных звездных приборов	124
3.3.3. Проектирование бленд широкопольных звездных приборов	127

Глава 4

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОЭП ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ КА

4.1. Звездные ОЭП ориентации и навигации КА	130
4.1.1. Звездный прибор солнечно-звездной системы ориентации для межпланетных полетов	130
4.1.2. Помехозащищенный звездный прибор солнечно-звездной системы ориентации	134
4.1.3. Астровизирующий прибор с подвижным угловым полем	142
4.1.4. Прибор ориентации по Полярной звезде	150
4.1.5. Современные звездные приборы — измерители углов трехосной ориентации	156
4.2. Земные ОЭП ориентации и навигации инфракрасного диапазона	160
4.2.1. Датчики наличия Земли	160
4.2.2. Построители местной вертикали	162
4.2.3. Однокоординатные измерители угла отклонения	167
4.2.4. Двухкоординатные измерители угла отклонения	173
4.2.5. Приборы ориентации по Земле на основе многоэлементных приемников ИК-диапазона	176
4.3. Солнечные ОЭП ориентации и навигации КА	180
4.3.1. Датчики направления на Солнце грубые	180
4.3.2. Датчики направления на Солнце точные	183
4.3.3. Измерители угловых координат Солнца грубые	189
4.3.4. Измерители угловых координат Солнца точные	192
4.4. Земные ОЭП ориентации и навигации КА видимого диапазона	198

Глава 5

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СТЕНДОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТОЧНОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ОЭП ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ КА

5.1. Традиционные варианты построения стендов	206
5.2. Стенды на основе нерасстраиваемых и самокалибрующихся сканирующих систем	213

Глава 6

ИМИТАТОРЫ АСТРООРИЕНТИРОВ И ОПТИЧЕСКИХ ПОМЕХ ОЭП ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ КА

6.1. Имитаторы звезды и фона видимого диапазона	221
6.2. Имитаторы Земли	224
6.2.1. Имитатор Земли-атмосферы-космоса инфракрасного диапазона	224
6.2.2. Имитатор Земли видимого диапазона	231
6.3. Имитаторы Солнца	232
6.3.1. Имитаторы Солнца видимого диапазона	232
6.3.2. Инфракрасный имитатор Солнца (боковой помехи)	234
Заключение	237
Список литературы	241