

А.Г. Барский

Опτικο-электронные следающие и прицельные системы

Издание второе, переработанное и дополненное

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



Москва • ЛОГОС • 2013

УДК 535
ББК 32.965.8
Б26

Серия основана в 2003 г.

Рецензенты

В.Л. Левшин, доктор технических наук, профессор
Ю.М. Климов, доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы

Барский А.Г.

Б26 Оптико-электронные следящие и прицельные системы: учеб. пособие / А.Г. Барский. — М.: Логос, 2013. — 248 с. (Новая университетская библиотека).

ISBN 978-5-98704-717-0

Изложены теория, методы расчета и проектирования оптико-электронных следящих линейных и нелинейных систем, широко используемых при решении различных задач в области управления, прежде всего в военной технике. Даны методы их анализа и синтеза, учитывающие специфику систем пространственного слежения с модуляцией. Особое внимание уделено получению инженерных зависимостей для параметров звеньев систем с точки зрения обеспечения оптимальности их характеристик. Оптико-электронные прицельные системы освещаются на примере базовой конфигурации, разработанной для истребителя СУ-27. Рассмотрены основные задачи и характеристики этих систем, элементная база, принципы проектирования и работы в различных режимах.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Оптотехника» и специальности «Оптико-электронные приборы и системы». Может быть полезна специалистам, занимающимся разработкой оптико-электронных следящих и прицельных систем.

УДК 535
ББК 32.965.8

ISBN 978-5-98704-717-0

© Барский А.Г., 2009, 2013
© Логос, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	9
Часть I. Линейные оптико-электронные следящие системы	15
Глава 1. Задача управления объектом при наведении на цель.....	17
1.1. Системы управления с самонаведением. Методы наведения объекта на цель	17
1.2. Структурная схема системы самонаведения.....	22
Глава 2. Оптико-электронная следящая система как система слежения за целью	25
2.1. Структурная схема ОЭСС. Назначение и характеристики звеньев системы	25
2.2. Динамические параметры ОЭСС. Определение требований к коэффициенту усиления системы.....	35
2.3. Влияние возмущений на динамические параметры ОЭСС	38
Глава 3. Гироскопические устройства, используемые в оптико-электронных следящих системах.....	42
3.1. Гироскопы. Основные понятия и определения	42
3.2. Закон прецессии	48
3.3. Гироскопический момент	53
3.4. Гиростабилизаторы. Основные понятия и определения	56
3.5. Устройство, принцип действия, уравнения движения и передаточные функции двухосного гиростабилизатора с силовой разгрузкой	62

Глава 4. Синтез корректирующих устройств, обеспечивающих устойчивость системы. ОЭСС — измеритель угловой скорости линии визирования.....	71
4.1. Аналитический метод синтеза корректирующих устройств. Расчет корректирующего устройства ОЭСС	71
4.2. Графический метод синтеза корректирующих устройств	80
4.3. ОЭСС как измеритель угловой скорости линии визирования цели	84
Глава 5. Оптико-электронные двухканальные системы пространственного углового сопровождения движущихся объектов	89
5.1. Двухканальные системы с идентичными каналами и антисимметричными перекрестными связями	89
5.2. Двухканальные системы с модуляцией и широкополосным электронным трактом. Устойчивость ОЭСС и управление оптической осью в пространстве	95
5.3. Двухканальные системы с модуляцией и узкополосным электронным трактом. Устойчивость систем	107
Часть II. Нелинейные оптико-электронные следящие системы	119
Глава 6. Приближенный метод исследования нелинейных систем	121
6.1. Метод гармонического баланса.....	121
6.2. Гармонические коэффициенты усиления типовых нелинейностей. Примеры определения автоколебаний в нелинейных системах	130
6.3. Нелинейная система при наличии управляющего воздействия	138
6.4. Устойчивость периодического решения	141
Глава 7. Нелинейные оптико-электронные двухканальные системы углового сопровождения движущихся объектов	146
7.1. Двухканальные следящие системы с двумерными нелинейностями общего вида	146
7.2. Оптико-электронные следящие системы с нелинейным модулятором	151
7.3. Оптико-электронные следящие системы с нелинейностями в каналах двухканальной части контура	156

7.4. Синтез корректирующих устройств в нелинейных двухканальных системах по заданным требованиям к параметрам периодического режима	163
7.5. Моделирование оптико-электронных систем	168
Часть III. Оптико-электронные прицельные системы	175
Глава 8. Описание оптико-электронной прицельной системы	177
8.1. Назначение и основные требования к системе, состав и ее структурная схема.....	177
8.2. Органы управления оптико-электронной прицельной системы. Работа летчика	180
Глава 9. Оптико-локационная станция	187
9.1. Назначение и технические характеристики станции	187
9.2. Структурная схема станции, назначение ее звеньев и узлов.....	188
9.3. Функциональная схема станции. Характеристики звеньев и узлов	191
9.4. Модулятор следящего тепlopеленгатора.....	195
9.5. Лазерный дальномер.....	198
9.6. Режимы работы станции.....	201
Глава 10. Нашлемная система целеуказания.....	211
10.1. Назначение, структурная схема и размещение НСЦ на самолете.....	211
10.2. Функциональная схема системы. Назначение, принцип действия и устройство ее блоков.....	214
10.3. Определение азимутальных угловых координат излучающих диодов в системе координат оптико-локационных блоков.....	220
10.4. Порядок работы летчика с нашлемной системой целеуказания перед полетом. Встроенный контроль.....	223
Глава 11. Режимы работы оптико-электронной прицельной системы в дальнем ракетном бою	225
11.1. Режим обзора воздушного пространства и обнаружения цели	225
11.2. Режим автоматического захвата и сопровождения цели из режима обзора	227
11.3. Режим ручного захвата и сопровождения цели из режима обзора	231

Глава 12. Режимы работы оптико-электронной прицельной системы в ближнем воздушном бою при визуально-наблюдаемой цели и по наземным целям	235
12.1. Режим захвата цели при выдаче целеуказания с использованием нацеленной системы целеуказания — режим «Шлем».....	235
12.2. Режим захвата цели при выдаче целеуказания с использованием ручного стробирования цели — режим «Оптика»	237
12.3. Режим захвата цели с использованием оптико-локационной станции — режим «Вертикаль»	239
12.4. Режим работы оптико-электронной прицельной системы по наземным целям — режим «Земля»	241
Список литературы	243