



О. О. ЧУЖА, О. Г. СИТНИК, В. М. ХІМІН, О. В. КОЖОХІНА

АВІАЦІЙНІ РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ



УДК 629.735.05:621.3 (075.8)

ББК 0561я7

A202

Автори: *О. О. Чужа, О. Г. Ситник, В. М. Хімін, О. В. Кожохіна*

Рецензенти: *В. В. Павлов* – д-р техн. наук, проф. (Міжнародний Центр інформаційних технологій та систем НАН України та МОН України);

Аль-Амморі Алі – д-р техн. наук, проф. (Національний транспортний університет);

О. Ю. Курганський – начальник відділення експериментально-дослідницьких робіт (Державне підприємство «Антонов»)

Рекомендовано вченою радою Національного авіаційного університету (протокол № 8 від 10.06.2015 р.).

Авіаційні радіоелектронні системи : навч. посібник / *О. О. Чужа, О. Г. Ситник, В. М. Хімін, О. В. Кожохіна.* – К. : НАУ, 2017. – 264 с.

A202

ISBN 978-966-932-036-0

Містить навчальний матеріал з дисципліни «Авіаційні радіоелектронні системи», де розкриваються питання призначення, принципу роботи, складу та розміщення на борту радіоелектронних систем навігації, посадки, радіолокації і зв'язку сучасного повітряного судна.

Для студентів напряму підготовки 6.051103 «Авіоніка».

УДК 629.735.05:621.3 (075.8)
ББК 0561я7

ISBN 978-966-932-036-0

© Чужа О.О., Ситник О.Г.,
Хімін В.М., Кожохіна О.В., 2017
© НАУ, 2017

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	6
Вступ.....	10
Частина I. НАЗЕМНІ РАДІОМАЯЧНІ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ, ПОСАДКИ ТА КЕРУВАННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ....	12
Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО АВІАЦІЙНІ РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ.....	12
1.1. Радіотехнічне забезпечення польотів.....	12
1.2. Структура та призначення основних елементів радіотехнічної системи.....	14
1.2.1. Загальна модель радіотехнічної системи.....	14
1.2.2. Методи отримання інформації в радіотехнічних системах.....	21
1.3. Класифікація, характеристики і призначення авіаційних радіоелектронних систем та їх сигналів.....	24
1.3.1. Класифікація і характеристики авіаційних радіоелектронних систем.....	24
1.3.2. Класифікація і характеристики радіосигналів.....	28
1.3.3. Середовище поширення та діапазони радіохвиль.....	40
<i>Запитання та завдання для самоконтролю.....</i>	<i>45</i>
Розділ 2. РАДІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ.....	46
2.1. Наземні засоби радіотехнічного забезпечення польотів.....	46
2.2. Навігаційні елементи та класифікація засобів навігації.....	50
2.2.1. Навігаційні елементи і системи координат.....	51
2.2.2. Класифікація радіотехнічних засобів навігації.....	55
2.3. Кутомірні радіонавігаційні системи.....	57
2.3.1. Принцип дії радіопеленгаторів.....	59
2.3.2. Помилки у визначенні радіопеленгів.....	64
2.4. Кутомірно-далекомірні системи ближньої навігації.....	68
2.5. Принцип дії радіотехнічної системи ближньої навігації.....	72
2.5.1. Принцип дії каналу азимута радіотехнічної системи ближньої навігації.....	73
2.5.2. Принцип дії каналу дальності радіотехнічної системи ближньої навігації.....	76
2.5.3. Принцип дії посадкового тракту радіотехнічної системи ближньої навігації.....	79
2.6. Принцип дії кутомірної системи <i>VOR</i>	82
2.6.1. Стандартний <i>VOR</i> (з вимірюванням фази обвідної амплітудно-модульних коливань).....	84

2.6.2. Система <i>PVOR</i> (із двоступеневим вимірюванням фази).....	91
2.6.3. Система <i>DVOR</i> (з використанням ефекту Доплера).....	97
2.7. Різницево-далекомірні радіонавігаційні системи.....	101
2.7.1. Принцип дії гіперболічної різницево-далекомірної радіонавігаційної системи.....	101
2.7.2. Характеристики опорних наземних станцій різницево-далекомірної радіонавігаційної системи	104
2.7.3. Вимірювальне обладнання типової різницево-далекомірної радіонавігаційної системи	106
2.8. Далекомірне обладнання повітряного судна.....	109
2.8.1. Радіонавігаційні далекоміри.....	109
2.8.2. Літакові радіодалекоміри.....	112
2.9. Супутникова навігаційна система.....	115
2.9.1. Далекомірні та різницево-далекомірні супутникові навігаційні системи.....	117
2.9.2. Принцип дії апаратури супутникової навігації.....	119
<i>Запитання та завдання для самоконтролю</i>	126
Розділ 3. РАДІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ ПОСАДКИ	126
3.1. Типи систем посадки.....	126
3.2. Основні вимоги <i>ICAO</i> до радіомаякових систем посадки.....	133
3.3. Наземна апаратура радіомаякових систем посадки.....	135
<i>Запитання та завдання для самоконтролю</i>	138
Розділ 4. СИСТЕМА ВТОРИННОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ	138
4.1. Системи керування повітряним рухом.....	138
4.2. Засоби вторинної радіолокації.....	140
4.3. Сигнали системи вторинної радіолокації.....	141
<i>Запитання та завдання для самоконтролю</i>	145
Частина II. БОРТОВІ РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ, ПОСАДКИ ТА ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ	
Розділ 5. БОРТОВІ РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ	146
5.1. Автоматичний радіокомпас <i>АРК-25</i>	146
5.2. Радіотехнічна система ближньої навігації <i>РСБН-85</i>	152
5.3. Бортовий далекомір <i>DME/P-85</i>	156
5.4. Бортова апаратура супутникової навігації.....	161
<i>Запитання та завдання для самоконтролю</i>	165
Розділ 6. БОРТОВІ РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ПОСАДКИ	165
6.1. Бортова інтегрована апаратура навігації і посадки «Курс-93М».....	165
6.2. Навігаційні та посадкові режими роботи апаратури «Курс-93М»... ..	171
<i>Запитання та завдання для самоконтролю</i>	174

Розділ 7. РАДІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВОГО ПОЛОЖЕННЯ ЛІТАКА.....	174
7.1. Бортові радіолокаційні системи повітряних суден.....	174
7.1.1. Метеорологічні радіолокатори.....	177
7.1.2. Принцип дії метеонавігаційної радіолокаційної станції.....	179
7.2. Метеонавігаційна радіолокаційна станція «Буран-А».....	184
7.3. Радіовисотомірне обладнання повітряного судна.....	193
7.3.1. Радіовисотоміри із частотною модуляцією	194
7.3.2. Частотний радіовисотомір регіонального літака.....	197
7.3.3. Імпульсні радіовисотоміри.....	200
<i>Запитання та завдання для самоконтролю.....</i>	<i>203</i>
 Розділ 8. БОРТОВА АПАРАТУРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ.....	 204
8.1. Літаковий відповідач регіонального літака.....	204
8.2. Системи запобігання зіткненню у повітрі.....	212
8.3. Система попередження зіткнень TCAS 2000.....	213
<i>Запитання та завдання для самоконтролю.....</i>	<i>230</i>
 Розділ 9. АПАРАТУРА ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ ЛІТАКА.....	 230
9.1. Характеристики систем радіозв'язку.....	231
9.2. Класифікація авіаційних систем радіозв'язку.....	234
9.3. Схема каналу радіозв'язку.....	236
9.4. Апаратура мовного радіозв'язку.....	241
9.4.1. Бортові радіостанції надвисокої частоти	241
9.4.2. Радіостанції надвисокої частоти регіонального літака	243
9.4.3. Бортові радіостанції високої частоти	246
9.4.4. Радіостанції високих частот регіонального літака.....	246
9.5. Система комплексного автоматичного налаштування.....	249
9.6. Система мовної реєстрації.....	252
9.7. Апаратура аварійно-рятувальних систем.....	255
9.7.1. Аварійні радіостанції.....	255
9.7.2. Аварійний радіомаяк.....	257
9.7.3. Підводний акустичний маяк.....	260
<i>Запитання та завдання для самоконтролю.....</i>	<i>261</i>
Список літератури.....	262