

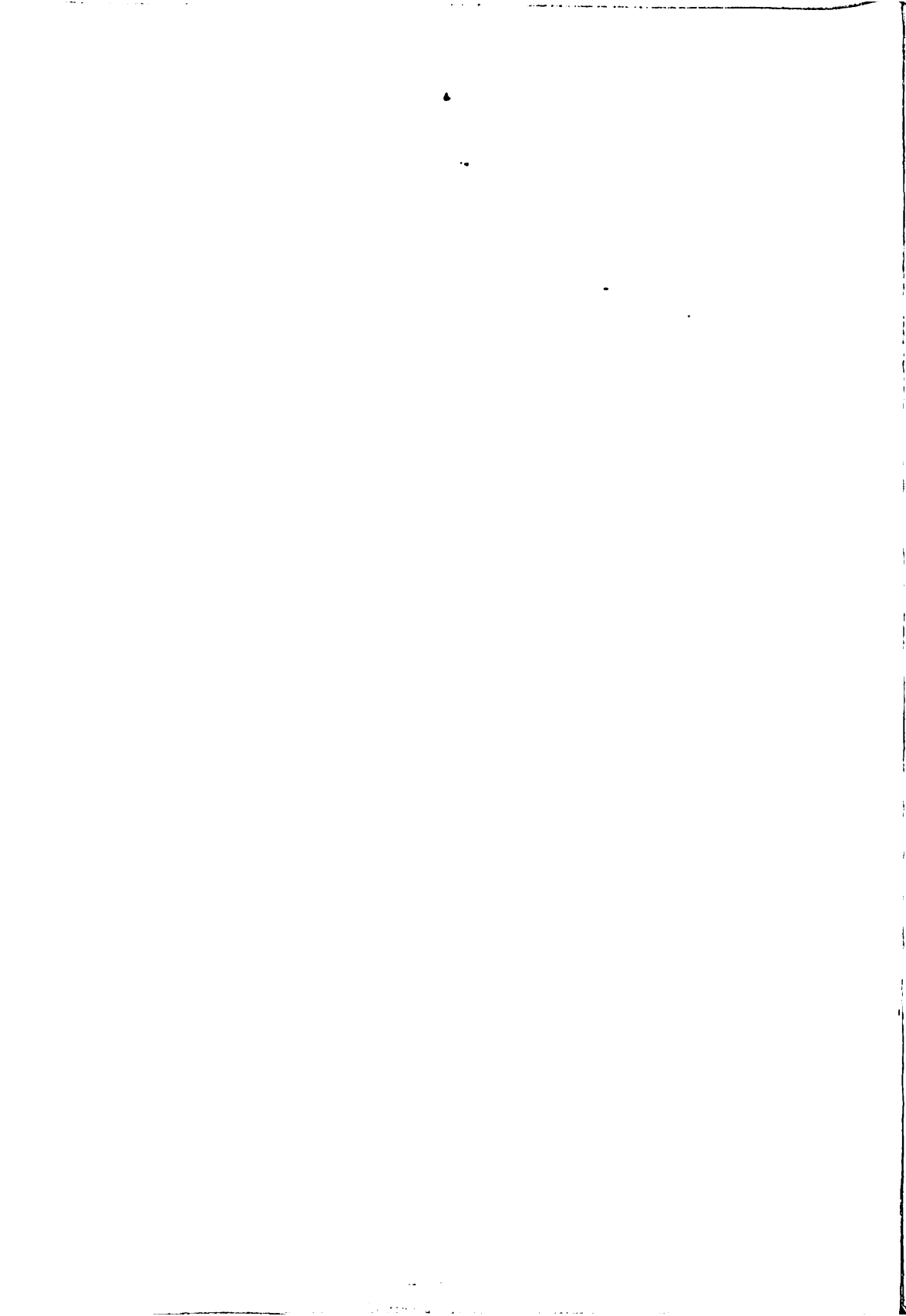
В. В. Бурцев

**СИСТЕМОТЕХНІЧНІ ОСНОВИ
ПОБУДОВИ ТА БОЙОВОГО
ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСІВ
І СИСТЕМ ЗЕНІТНОГО
РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ**

Навчальний посібник



Харків 2018

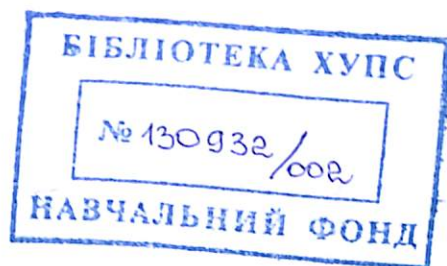


МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ імені ІВАНА КОЖЕДУБА

В. В. БУРЦЕВ

СИСТЕМОТЕХНІЧНІ ОСНОВИ
ПОБУДОВИ ТА БОЙОВОГО
ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСІВ
І СИСТЕМ ЗЕНІТНОГО
РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ

Навчальний посібник



Харків
2018



УДК 629.7.05(083)
Б91

Затверджено до видання вченою радою
Харківського університету Повітряних Сил
(протокол № 2 від 20.01.2016 р.)

Рецензенти: В. Д. Карлов, заслужений діяч науки і техніки, докт. техн. наук, проф. (ХНУПС);
Ю. В. Стасєв, заслужений діяч науки і техніки, докт. техн. наук, проф. (ХНУПС)

Бурцев В. В.

Б91 Системотехнічні основи побудови та бойового застосування комплексів і систем зенітного ракетного озброєння: навч. посіб. / В. В. Бурцев. – Х. : ХНУПС, 2018. – 424 с.

У навчальному посібнику в систематизованому вигляді надаються відомості про принципи побудови засобів зенітні ракетні комплексів і систем з урахуванням їхнього впливу на показники бойових можливостей. Він призначений для тих, хто одержує базові знання з побудови комплексів і систем зенітного озброєння і може бути корисним також викладачам, які проводять заняття з курсантами факультету ЗРР, та науковцям, напрямок діяльності яких пов'язаний з розвитком зенітного ракетного озброєння та його бойового застосування.

Матеріал навчального посібника може бути використаний для аналізу відповідності зразків зенітного ракетного озброєння, що застосовувалися у бойових діях при проведенні антитерористичної операції на сході України, вироблення пропозицій щодо удосконалення та модернізації існуючих і розробки нових зразків озброєння.

УДК 629.7.05(083)

© Бурцев В. В., 2018
© Харківський національний
університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба, 2018

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	10
ПЕРЕДМОВА.....	15
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ	16
ВСТУП.....	18
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗЕНІТНЕ РАКЕТНЕ ОЗБРОЄННЯ.....	21
1.1. Основні етапи створення зенітного ракетного озброєння	21
1.2. Аеродинамічні і балістичні засоби повітряного нападу як цілі для зенітних ракетних військ протиповітряної оборони.....	29
1.3. Діапазон висот і швидкостей польоту та маневрені можливості повітряних цілей	38
1.4. Повітряні цілі як джерела випромінювання електромагнітних коливань	40
1.5. Призначення та класифікація зенітного ракетного озброєння.....	43
1.6. Тактико-технічні показники і показники можливостей бойового застосування зенітних ракетних комплексів	44
1.6.1. Тактико-технічні показники зенітних ракетних комплексів.....	44
1.6.2. Просторові показники можливостей бойового застосування ЗРК. Зони обстрілу, поразення і пуску.....	46
1.6.3. Операції, що виконуються при бойовому застосуванні зенітних ракетних комплексів.....	49
1.6.4. Часові показники можливостей бойового застосування ЗРК.....	50
1.6.5. Імовірнісні показники можливостей бойового застосування ЗРК.....	53
2. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗЕНІТНИМИ РАКЕТАМИ І МЕТОДИ НАВЕДЕННЯ.....	56
2.1. Загальні положення і поняття.....	56
2.2. Характеристика систем керування зенітними ракетами	57
2.3. Класифікація систем керування за видами функціонування	63
2.4. Комбінування систем наведення ракет.....	65
2.5. Похибки наведення і причини їх виникнення.....	67
2.6. Загальна характеристика систем телекерування першого виду	75

2.7. Загальна характеристика систем телекерування другого виду	78
2.8. Системи самонаведення	79
2.9. Загальні відомості про методи наведення ракет	81
2.10. Триточкові методи наведення ракет	83
2.10.1. Метод "трьох точок"	84
2.10.2. Методи випередження	86
2.11. Двоточкові методи наведення	90
2.11.1. Методи погоні і прямого наведення	90
2.11.2. Метод паралельного зближення	94
2.11.3. Метод пропорційного зближення	97
2.12. Комбінування методів наведення	99
3. ЗЕНІТНА КЕРОВАНА РАКЕТА ЯК АЕРОДИНАМІЧНИЙ ЗАСІБ ПОРАЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ	101
3.1. Загальні відомості про бойове спорядження зенітної керованої ракети	101
3.2. Вражаючі дії бойової частини	103
3.2.1. Фугасна дія	103
3.2.2. Кумулятивна дія	105
3.2.3. Осколкова дія	106
3.2.4. Уразливість повітряних цілей від осколкових бойових частин зенітних керованих ракет	112
3.3. Принципи побудови неконтактних радіопідривачів	117
3.3.1. Область спрацьовування неконтактного підривача	117
3.3.2. Активні радіопідривачі з неперервним монохроматичним сигналом	119
3.3.3. Напівактивні радіопідривачі з неперервним сигналом	120
3.3.4. Активні радіопідривачі з імпульсним зондувальним сигналом	126
3.4. Ефективність бойового спорядження зенітної керованої ракети	129
3.5. Імовірність поразення цілі бойовою частиною ракети	135
4. ЗЕНІТНА РАКЕТА ЯК ОБ'ЄКТ КЕРУВАННЯ У КОНТУРІ НАВЕДЕННЯ	139
4.1. Загальні поняття	139
4.2. Агрегатне компонування зенітних керованих ракет	139
4.3. Планер і аеродинамічне компонування зенітних керованих ракет	141
4.4. Загальні відомості про ракетні двигуни	147
4.5. Загальні відомості про земну атмосферу	152

4.6. Поширення пружних коливань в повітряному просторі. Число Маха	154
4.7. Системи координат для літальних апаратів	156
4.8. Поняття про аеродинамічні сили	159
4.9. Аеродинамічні сили, що діють на ракету в польоті	162
4.10. Аеродинамічні моменти, що діють на ракету в польоті	166
4.11. Статична стійкість і керованість зенітної керованої ракету	169
4.12. Повна аеродинамічна сила	170
4.13. Маневреність і допустимі перевантаження ракети	171
4.14. Рівняння руху і передавальні функції зенітної керованої ракету	172
4.15. Принципи корекції динамічних властивостей ЗКР за допомогою системи стабілізації	179
4.15.1. Недоліки ЗКР як об'єкта керування.....	179
4.15.2. Принцип корекції сталої часу ракети	179
4.15.3. Принцип корекції коефіцієнта демпфірування ракети.....	182
4.15.4. Структурна схема каналу тангажа системи стабілізації ракети	183
4.15.5. Принцип побудови каналу крену системи стабілізації ракету	185
5. КІНЕМАТИЧНІ ВИМОГИ ТРИТОЧКОВИХ МЕТОДІВ НАВЕДЕННЯ РАКЕТ ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ПРИСТРОЇВ ВИРОБЛЕННЯ КОМАНД У СИСТЕМАХ З ТРИТОЧКОВИМИ МЕТОДАМИ НАВЕДЕННЯ.....	188
5.1. Кінематика триточкових методів наведення ракет	188
5.2. Потрібні нормальні прискорення ракети при методі “трьох точок”	190
5.3. Потрібні нормальні прискорення ракети при методі половинного спрямлення	193
5.4. Параметри керування при триточкових методах наведення.....	194
5.5. Загальні відомості про пристрої вироблення команд у системах з триточковими методами наведення	197
5.6. Структура пристрою вироблення команд на етапі наведення	198
5.7. Методи компенсації похибок наведення ракети	202
5.8. Складові команд керування на етапі наведення зенітної керованої ракети	204
5.9. Спрощена структурна схема аналогового пристрою вироблення команд.....	207

6. КІНЕМАТИКА ДВОТОЧКОВИХ МЕТОДІВ НАВЕДЕННЯ РАКЕТ. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ПРИСТРОЇВ ВИРОБЛЕННЯ КОМАНД У СИСТЕМАХ З ДВОТОЧКОВИМИ МЕТОДАМИ НАВЕДЕННЯ	209
6.1. Кінематика двоточкових методів наведення ракет	209
6.2. Причини, що приводять до появи нормального відносного прискорення при двоточковому наведенні.....	212
6.3. Структура і стійкість систем з двоточковими методами наведення.....	215
6.4. Промах при наведенні зенітної керованої ракети двоточковими методами.....	219
6.5. Вимоги до двоточкового методу наведення, що забезпечують мінімальний промах зенітної керованої ракети у точці зустрічі.....	224
6.6. Використання методу пропорційного зближення в системах наведення зенітних керованих ракет	228
6.7. Нормальне кінематичне прискорення і умови існування стійких траєкторій наведення ракети на ціль при методі пропорційного зближення.....	229
6.8. Формування параметра розузгодження для методу пропорційного зближення у системах наведення з наземним координатором	233
6.9. Формування команд керування за методом пропорційного зближення у системах наведення.....	236
6.10. Формування параметра розузгодження для методу пропорційного зближення у системах наведення з бортовим координатором.....	240
6.11. Побудова та режими роботи гіростабілізатора	245
6.12. Алгоритм формування команд керування за методом пропорційного зближення в системі наведення з бортовим координатором.....	254
6.13. Врахування керування ракетою за креном у командах керування.....	257
6.14. Структурна схема каналу ПВК у площині тангажа	259
6.15. Паралельне комбіноване наведення з використанням ТК-I і ТК-II	261
7. ПРИСТРОЇ ПІДГОТОВКИ, СТАРТУ І ВИВЕДЕННЯ ЗЕНІТНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ НА КІНЕМАТИЧНУ ТРАЄКТОРІЮ.....	264
7.1. Головні завдання та характеристика різноманітних видів старту ЗКР	264

7.2. Врахування паралакса між РЛС наведення та бортовим координатором ракети при старті	266
7.3. Виведення ракети на кінематичну траєкторію при похилому старті у системі керування з триточковими могодами наведення	269
7.4. Виведення ракети на кінематичну траєкторію в ЗРК з телекеруванням і вертикальним стартом ракет.....	272
7.5. Організація наведення бортового координатора ракети на ціль в польоті.....	274
7.6. Розрахунок даних на борту для наведення бортового координатора при неконтрольованому польоті ракети з боку наземної станції.....	278
7.7. Принципи побудови пристроїв передачі команд керування та команд корекції	283
7.8. Спосіб перетворення команд керування	284
7.9. Способи ущільнення і розділення сигналів.....	286
7.10. Спрощена структурна схема і характеристики пристрою передачі команд	291
8. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ КООРДИНАТОРІВ СИСТЕМ НАВЕДЕННЯ ЗЕНІТНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ	294
8.1. Види, склад і режими функціонування координаторів систем наведення	294
8.2. Вимоги до координаторів систем наведення.....	297
8.3. Загальні положення про сигнали та їх обробку в координаторах систем наведення.....	301
8.4. Види простих радіолокаційних сигналів, що використовуються в радіолокаційних координаторах	305
8.5. Види складаних прямокутних імпульсних радіолокаційних сигналів, що використовуються в радіолокаційних координаторах.....	309
8.6. Види складаних частотно- і фазокодомодульованих радіолокаційних сигналів, що використовуються в радіолокаційних координаторах.....	315
8.7. Використання поляризації сигналів	320
8.8. Організація вимірювання координат цілей і ракет у координаторах систем наведення.....	321
8.9. Слідуючі вимірювачі дальності	327
8.9.1. Одноканальний слідуючий вимірювач дальності з відслідковуванням максимуму амплітуди згорнутого за часом сигналу	328
8.9.2. Двоканальні слідуючі вимірювачі дальності	333

8.9.3. Флуктуаційні похибки вимірювання дальності.....	338
8.10. Слідкуючі вимірювачі радіальної швидкості цілі.....	340
8.10.1. Загальні поняття про доплерівські слідкуючі вимірювачі радіальної швидкості цілі.....	340
8.10.2. Доплерівський слідкуючий вимірювач радіальної швидкості цілі за мінімумом похідної логарифма відношення правдоподібності.....	341
8.10.3. Особливості використання доплерівського вимірювача радіальної швидкості цілі у наземних та бортових координаторах.....	345
8.10.4. Доплерівський слідкуючий вимірювач радіальної швидкості цілі за максимумом логарифма відношення правдоподібності.....	348
8.10.5. Дисперсія флуктуаційної похибки вимірювання радіальної швидкості.....	352
8.11. Методи слідкуючого вимірювання кутових координат і кутових швидкостей змін напрямків на ціль чи на ракету.....	353
8.12. Вимірювач кутових координат з послідовним порівнянням сигналів.....	357
8.12.1. Вимірювач кутових координат з послідовним лінійним порівнянням сигналів.....	357
8.12.2. Вимірювачі кутових координат з послідовним кінцевим порівнянням сигналів.....	362
8.13. Слідкуючі вимірювачі кутових координат з пеленгацією за миттєвим порівнянням сигналів.....	365
8.13.1. Амплітудні вимірювачі кутових координат з пеленгацією за миттєвим порівнянням сигналів.....	365
8.13.2. Двоканальний вимірювач кутових координат з миттєвим порівнянням сигналів.....	371
8.13.3. Фазові вимірювачі кутових координат з пеленгацією за миттєвим порівнянням сигналів.....	375
8.13.4. Пеленгаційні характеристики вимірювачів кутових координат з миттєвим порівнянням сигналів.....	378
8.13.5. Похибки вимірювання кутових координат цілі і ракети.....	379
9. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ПРИСТРОЇВ ПІДГОТОВКИ ТА КОНТРОЛЮ СТРІЛЬБИ ЗЕНІТНИМИ КЕРОВАНИМИ РАКЕТАМИ.....	383
9.1. Завдання, що забезпечуються пристроями підготовки та контролю стрільби.....	383
9.2. Вимоги до систем пошуку та виявлення цілей у ЗРК.....	385

9.3. Організація пошуку цілі за кутовими координатами.....	388
9.3.1. Способи й вимоги до пошуку за кутовими координатами	388
9.3.2. Способи і пристрої пошуку за кутовими координатами з використанням конічного й за спіраллю сканування діаграми направленості антени.....	388
9.3.3. Способи і пристрої пошуку за кутовими координатами з використанням секторного сканування діаграми направленості антени.....	391
9.4. Способи і пристрої огляду за дальністю	393
9.4.1. Послідовний огляд за дальністю	393
9.4.2. Паралельний огляд за дальністю.....	395
9.5. Способи і пристрої огляду простору за радіальною швидкістю.....	397
9.5.1. Послідовний огляд за радіальною швидкістю	397
9.5.2. Паралельний огляд за радіальною швидкістю	399
9.5.3. Комбіновані огляди за радіальною швидкістю.....	401
9.6. Комбінований огляд за дальністю та радіальною швидкістю	402
9.7. Усунення неоднозначності вимірювання дальності при використанні послідовностей імпульсних сигналів	403
9.8. Алгоритми оцінки можливості обстрілу призначеної цілі.....	407
9.9. Принципи побудови систем управління вогнем ЗРК	410
9.10. Джерела інформації про ЗПН і види інформації, яку отримує система управління вогнем ЗРК	413
9.11. Відбір цілей для знищення	418
9.12. Організація цілерозподілу і склад інформації цілеуказування для ЗРК.....	419
ЛІТЕРАТУРА.....	421