

**120 ГОДИНИ ОТ АПРИЛСКОТО ВЪСТАНИЕ**

научно-тематичен сборник от доклади  
на Юбилейна научна сесия  
22-23 май 1996г.

**Том 1**

**Авиация и космонавтика**

ВВУ "Георги Бенковски"

Долна Митрополия

1996

УДК 629+621

Научно-тематичният сборник е съставен от доклади, изнесени на Юбилейната научна сесия във ВВВУ "Георги Бенковски" гр. Долна Митрополия на 22-23 май 1996 г., посветена на 120 годишнината от Априлското въстание. В отделните токове на сборника са представени научни доклади и съобщения, имащи научни и научно-приложни приноси. Всички доклади са приети на заседанията на отделните секции с участието на специалисти в съответните научни направления и специалности.

Докладите са представени за издаване от авторите в готов за офсетово отпечатване вид без допълнително редактиране от издателите. Отговорността за фактологически, технически, езикови грешки и произтичащите от това последствия носят изцяло авторите на публикуваните трудове.

*От редакционната колегия*

120 ГОДИНИ ОТ АПРИЛСКОТО ВЪСТАНИЕ  
научно-тематичен сборник от доклади  
на Юбилейна научна сесия  
22-23 май 1996г.  
ISBN 954-713-002-1  
© ВВВУ "Г. Бенковски" Долна Митрополия

**Том 1 Авиация и космонавтика**

- 1.1. Пленарни доклади
- 1.2. Авиационна и космическа техника
- 1.3. Аерохидродинамика, динамика и безопасност на полетите
- 1.4. Навигация и управление на въздушния транспорт
- 1.5. Експлоатация и ремонт на летателните апарати
- 1.6. Средства за поразяване
- 1.7. Машиностроене и материалознание
- 1.8. Механика

**Том 2 Математика, физика, изчислителна и комуникационна техника, електротехника, автоматика и метрология**

- 2.1. Математика и физика
- 2.2. Изчислителна техника и автоматизирани системи за управление
- 2.3. Комуникационна техника
- 2.4. Електротехника, автоматика и системи за управление. Метрология и уредостроене
- 2.5. Химия

**Том 3 Военни, социални и хуманитарни науки**

- 3.1. Военни науки
- 3.2. История. Военна история
- 3.3. Обществени науки
- 3.4. Филология-западни езици
- 3.5. Филология-руски език
- 3.6. Организация и управление на обучението във висшите училища
- 3.7. Методика на обучението във висшите училища

**Том 4 Военни науки - специален**

Том 1 Авиация и космонавтика

**Съдържание**

Към читателите	2
Съдържание	4
Пленарни доклади	9
1. Михов М.Д. АПРИЛСКОТО ВЪСТАНИЕ В ЦЕНТРАЛНА СЕВЕРНА БЪЛГАРИЯ	9
2. Бачев И.А., Пеловски Б.Т. ВВВУ "ГЕОРГИ БЕНКОВСКИ" - НАСЛЕДНИК НА БОГАТИТЕ ТРАДИЦИИ В БЪЛГАРСКОТО АВИАЦИОННО ОБРАЗОВАНИЕ	17
<b>1.1. Авиационна и космическа техника</b>	26
1. Додев Б. И., М. И. Никифоров, Р. М. Свиленов ИЗСЛЕДВАНЕ ПРИЧИНИТЕ ЗА ЗАГУБА НА УСТОЙЧИВОСТ НА ДВИГАТЕЛИ ИЗДЕЛИЕ 55Б	26
2. Илчев И. К., Я. Д. Георгиев, Г. Д. Генчев ИЗСЛЕДВАНЕ ТОПЛО-ОБМЕНА ВЪВ ВЪЗДУХОНАГРЕВАТЕЛ ОТ КОНТАКТЕН ТИП	32
3. Илчев И. К., В. Бобилов, Я. Д. Георгиев, Г. Д. Генчев ОТНОСНО ОПРЕДЕЛЯНЕ ТОПЛИННИТЕ ЗАГУБИ ОТ ПАРОПРОВОДНИ УЧАСТЪЦИ	39
<b>1.2. Аерохидродинамика, динамика и безопасност на полетите</b>	48
1. Антонов И. С., М. С. Ангелов, Н. Т. Нам, Х. Д. Лиен ВЪРХУ ЕДНА МОДИФИКАЦИЯ НА $k - \epsilon$ МОДЕЛ НА ТУРБУЛЕНТНОСТ ПРИ ДВУФАЗНИ ТЕЧЕНИЯ	48
2. Антонов И. С., М. С. Ангелов, Х. Д. Лиен, Н. Т. Нам ЧИСЛЕНО РЕШЕНИЕ НА ДВУМЕРНИ ДВУФАЗНИ ТУРБУЛЕНТНИ СТРУИ ПРИ ИЗПОЛЗУВАНЕ НА $k_g - k_p - \epsilon$ МОДЕЛИ	56
3. Димитров К.В. ЗА ГРЕШКИТЕ НА ПИЛОТА В ПОЛЕТ И НЯКОИ ОТ ФАКТОРИТЕ, КОИТО ГИ ОБУСЛАВЯТ	62
4. Лиен Х. Д., И. Б. Антонов ЧИСЛЕНО МОДЕЛИРАНЕ НА НЕИЗОТЕРМИЧНИ РАВНИННИ ДВУФАЗНИ ТУРБУЛЕНТНИ СТРУИ	72
5. Савов В. С. ИЗМЕРВАНЕ НА СКОРОСТТА НА ВЪЗДУШЕН ПОТОК НА ЧЕСТОТА НА ПЕРИОДИЧНО ОТКЪСВАЩИ СЕ ВИХРИ ПРИ ОБТНАЧАНЕТО НА ЦИЛИНДЪР	79
6. Савов В. С. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДИАМЕТЪРА НА КРАЙНИТЕ ВИХРИ НА КРИЛО. СЪЗДАВАШО ПОДЕМНА СИЛА	83
7. Савов В. С. ИЗВЕЖДАНЕ НА ФОРМУЛА ЗА СКОРОСТТА НА РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА СЛАБИТЕ СМУЩЕНИЯ С ИЗПОЛЗВАНЕТО НА МОЛЕКУЛНО-КИНЕТИЧНАТА ТЕОРИЯ	90
8. Сейзински Д. Т. ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ НА ОПТИМАЛНИ ТРАЕКТОРИИ	95

9. Узунов П. С. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЕТО НА ДЕЙСТВИЯТА НА ЛЕТЕЦА ВЪРХУ БЕЗОПАСНОСТТА НА ПОЛЕТИТЕ ПРИ ПОПАДАНЕ В СПЪТНА СЛЕДА В РАЙОНА НА ЛЕТИЩЕТО	101
<b>1.3. Навигация и управление на въздушния транспорт</b>	106
1. Бамбов И., Р. Цонков, Т. Наков КЪМ ВЪПРОСА ЗА КОНЦЕПЦИЯТА ЗА РАЗВИТИЕ НА ЛЕТИЩЕ "СОФИЯ"	106
2. Йотов С. Й., Т. П. Петков АДАПТИВНА МОНИТОРИНГОВА СИСТЕМА ЗА ОЦЕНКА НА ОКОЛНАТА СРЕДА В РАЙОНА НА ЛЕТИЩЕ	113
3. Кочев А. И., Т. П. Петков, Н. И. Петров ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА СТАТИСТИЧЕСКИТЕ РАЗПРЕДЕЛЕНИЯ НА ВЕЙБУЛ ПРИ ОПТИМИЗИРАНЕ НА ОБСЛУЖВАНЕТО НА АВИАЦИОННАТА ТЕХНИКА ПО СЪСТОЯНИЕ	119
4. Крайчев С. К. СТАТИСТИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА КОРЕЛАЦИОННАТА ЗАВИСИМОСТ МЕЖДУ Е О П И РАЗМЕРИТЕ НА ВЪЗДУШНИТЕ ЦЕЛИ	123
5. Кузманов М. Л., М. П. Андронов РАЗРЕШЕНИЯТА ЗА ПОЛЕТИ НА БЪЛГАРСКИ ГРАЖДАНСКИ ВЪЗДУХОПЛАВАТЕЛНИ СРЕДСТВА И ГЪВКАВОТО ИЗПОЛЗУВАНЕ НА ВЪЗДУШНОТО ПРОСТРАНСТВО НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ	128
6. Петков Т. П., С. Й. Йотов, Я. Костов ТИПОВ МОДЕЛ НА ДВИЖЕНИЯТА НА ВЪЗДУХОПЛАВАТЕЛНИ СРЕДСТВА В РАЙОНА НА ЛЕТИЩЕ СОФИЯ С ОГЛЕД ПРОГНОЗНО ОЦЕНЯВАНЕ НА АВИАЦИОННИЯ ШУМ	134
7. Христов П. В., В. И. Папазов ИЗСЛЕДВАНЕ МЕТОДИЧЕСКАТА ГРЕШКА НА АВТОМАТИЧЕН УКВ РАДИОПЕЛЕНГАТОР АРП-11	141
8. Цонков Р. Л., Т. Наков, И. Бамбов НОВА КОНЦЕПЦИЯ ЗА РАЗВИТИЕ НА ПЪТНИЧЕСКИЯ ТЕРМИНАЛ И ПЪТНИЯ ДОСТЪП НА ЛЕТИЩЕ "СОФИЯ"	146
9. Ячев Р.Я. ВЛИЯНИЕ НА ВЯТЪРА ВЪРХУ ТРАЕКТОРИЯТА НА ПОЛЕТА ПРИ АВТОМАТИЗИРАНО ИЗВЕЖДАНЕ НА САМОЛЕТА В ЗАДАДЕНА ТОЧКА С ИЗПОЛЗВАНЕ НА КНС	153
<b>1.4. Експлоатация и ремонт на летателните апарати</b>	160
1. Асенов С. М. СТРУКТУРЕН АНАЛИЗ НА СЛУЖБАТА А Т В КАТО СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ	160
2. Асенов С. М., Д. Т. Сейзински КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНКА НА ИНФОРМАЦИОННОТО ОСИГУРЯВАНЕ НА СЛУЖБИЯТА АТВ	165
3. Велчев В. Н. ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИМИТАЦИОННОТО МОДЕЛИРАНЕ ЗА ОЦЕНКА ЕФЕКТИВНОСТТА НА КОРЕКЦИИТЕ НА ЕДИННИЯ РЕГЛАМЕНТ ЗА ТЕХНИЧЕСКА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ЛЕТАТЕЛНИТЕ АПАРАТИ	171
4. Велчев В. Н. ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА АВИАЦИОННАТА ТЕХНИКА ПРИ ОТСЪСТВИЕ НА ЗАПАСНИ ЕЛЕМЕНТИ	184
5. Иванов Н. Л., В. К. Киров ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА МЕТОДИТЕ ЗА КОНСЕРВАЦИЯ НА АВИАЦИОННАТА ТЕХНИКА	191

6.	Йонков Х. Б. МЕТОДИКА ЗА НАЗНАЧАВАНЕ ПЕРИОДИЧНОСТТА НА НАЗЕМНИЯ КОНТРОЛ ЗА СЪСТОЯНИЕ НА ОБЕКТИТЕ ОТ АВИАЦИОННАТА ТЕХНИКА	199
7.	Киров В. К. ЗА АВАРИЙНОСТТА ВЪВ ВВС	208
8.	Киров В. К. ВЛИЯНИЕ НА ОРНИТОЛОГИЧНИЯ ФАКТОР ВЪРХУ БЕЗОПАСНОСТТА НА ПОЛЕТИТЕ ВЪВ ВВС	215
9.	Колев К. Т., А. О. Абу Бакар СЪСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМИ ПО УДЪЛЖАВАНЕТО НА РЕСУРСА НА АВИАЦИОННАТА ТЕХНИКА	219
10.	Колев К. Т., А. О. Абу Бакар ВЛИЯНИЕ НА КЛИМАТИЧНИТЕ ФАКТОРИ ВЪРХУ ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА АВИАЦИОННАТА ТЕХНИКА	226
11.	Колев К. Т., А. О. Абу Бакар ИЗСЛЕДВАНЕ ВЪРХУ КОРОЗИОННАТА ПОВРЕЖДАЕМОСТ НА АВИАЦИОННИТЕ КОНСТРУКЦИИ	234
12.	Петкова Д. Д., Х. Н. Сров ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ИЗНОСВАНЕТО НА ТРИЕЩА ДВОЙКА ОТ КОЛЕСНИК НА МИ-24	243
13.	Петкова Д. Д. ОПРЕДЕЛЯНЕ РЕЖИМИТЕ НА РАБОТА НА КОЛЕСНИЦИТЕ НА МИ-24	256
14.	Петкова Д. Д. ЛАБОРАТОРНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ТРИЕЩА ДВОЙКА СТОМАНА - БРОНЗ	269
15.	Петров Н. И., И. Х. Радков МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ ДОПУСКИ НА АВИАЦИОННАТА РАДИОЕЛЕКТРОННА АПАРАТУРА	283
16.	Сейзински Д. Т., С. М. Асенов ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА НОВИ ОПТИЧНИ ПРИБОРИ В ЕКСПЛОАТАЦИЯТА И РЕМОНТА НА АТ	289
	<b>1.5. Средства за поразяване</b>	296
1.	Бачев В. Г., П. И. Йорданов, Д. Т. Русчев ВЛИЯНИЕ НА ВЪТРЕШНО БАЛИСТИЧНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ЛОВНО ОРЪЖИЕ ВЪРХУ ДЕФЕКТ НА ЦЕВНА КУТИЯ	296
2.	Иванов В. Я. ЕДИН НАЧИН ЗА ПОВИШАВАНЕ НА МАНЕВРНОСТТА НА УПРАВЛЯЕМИ РАКЕТИ КЛАС "ВЪЗДУХ-ВЪЗДУХ"	302
3.	Лалов Д. М., М. И. Костов АЛГОРИТЪМ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ВЕЛИЧИНИТЕ НА ОТНОСА И ВРЕМЕТО ЗА ПАДАНЕ НА АВИАЦИОННИТЕ БОМБОВИ СРЕДСТВА ЗА ПОРАЗЯВАНЕ ПРИ НЕПРОГРАМНО БОМБОПУСКАНЕ С ЖИРОСКОПИЧЕСКИ ПРИЦЕЛИ	307
4.	Колев К. П., К. А. Тенчев ИМПУЛСЕН БАРУТНО-РАКЕТЕН ДВИГАТЕЛ ЗА АВИАЦИОННА БОМБА СЪС СПИРАЧНО-УСКОРЯВАЩО УСТРОЙСТВО	314
5.	Костов М. И., Д. М. Лалов НИКОИ ПЪТИЩА ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА АВИАЦИОННИТЕ СТРЕЛКОВИ ПРИЦЕЛИ ЖИРОСКОПИЧЕН ТИП ЗА ПРИЦЕЛВАНЕ ПРИ БОМБОПУСКАНЕ ПО НЕПРОГРАМЕН СПОСОБ	321

6.	Нико Д. Н. М. Михайлов ЕДИН ВАРИАНТ НА КОМПЮТЪРИЗИРАНА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА СЪБИРАНЕ И ОБРАБОТКА НА ДАННИ ОТНОСНО УПРАВЛЯЕМИТЕ АВИАЦИОННИ СРЕДСТВА ЗА ПОРАЗЯВАНЕ	327
7.	Пенев Б. Г., А. Т. Лазев, И. Я. Илиев УПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА НА НОРМАЛНОТО УСКОРЕНИЕ НА ПРОТИВОТАНКОВА УПРАВЛЯЕМА РАКЕТА В ПСЕВДОПОЛЯРНИ КООРДИНАТИ	336
8.	Стойков О.С. СРАВНИТЕЛНА ОЦЕНКА НА ПРИЦЕЛНИТЕ СИСТЕМИ ЗА СТРЕЛБА С И БЕЗ ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЪГЪЛА НА ИЗПРЕВАРВАНЕ	343
	<b>1.6. Машиностроене и материалознание</b>	349
1.	Георгиев Д. А. ЛЕЕНЕ ЧРЕЗ ВАКУУМНО ВСМУКВАНЕ	349
2.	Герганов Л. Н., Е. Петров ОСОБЕНОСТИ ПРИ ОБРАБОТВАНЕ НА СЪКЛОПЛАСТОВИ КОМПОЗИЦИОННИ ДЕТАЙЛИ ЧРЕЗ РЯЗАНЕ	358
3.	Джов Б. Н., П. И. Ставрев, Д. С. Добрев КОРОЗИОННА УСТОЙЧИВОСТ НА КАРБОНИТРИРАНИ ДЕТАЙЛИ ОТ КОРАБНИТЕ МАШИНИ И МЕХАНИЗМИ	362
4.	Петров Е., Л. Н. Герганов ПОВИШАВАНЕ НА ТЕРМО И ОГНЕУСТОЙЧИВОСТТА НА СЪКЛОПАПЪЛНЕНИ ЕПОКСИДНИ КОМПОЗИТИ	370
5.	Рангелов Р. К. ПОКРИТИЯ ЗА ПЕНОПОЛИСТИРОЛОВИ МОДЕЛИ	377
6.	Симеонов В. И., Т. В. Сто нов ИЗСЛЕДВАНЕ СЪПРОТИВЛЕНИЕТО НА МЕТАЛА В ЗАВАРЪЧНИЯ ШЕВА НА СТОМАНА ЗОХГСНА СРЕШУ ОБРАЗУВАНЕ НА СТУДЕНИ ПУКНАТИНИ ПРИ ДВУМЕРНО НАПРЕГНАТО СЪСТОЯНИЕ	383
7.	Ставрев П. И., Б. Н. Джов, С. Г. Гавазов, С. Д. Друмев ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА БУТАЛА ОТ ГЛАВНИ КОРАБНИ ДВИГАТЕЛИ С ВЪТРЕШНО ГОРЕНЕ	394
8.	Цонев Х. Ц., Г. Ж. Атанасов ИЗСЛЕДВАНЕ ЯКОСТТА НА УМОРА НА МОДЕЛ НА ЛОПАТКА В УСЛОВИЯТА НА СТАЦИОНАРНИ ТЕМПЕРАТУРИ	401
9.	Чуклев Б. Х., Л. Н. Герганов, Х. Ц. Цонев ВИЗУАЛНО-ОПТИЧЕСКАТА ДЕФЕКТАЦИЯ - КАТО МЕТОД ЗА КОНТРОЛ И ПРИЛОЖЕНИЕТО И В АВИАЦИЯТА	407
	<b>1.7. Механика</b>	414
1.	Атанасов Г. Р., Д. Г. Георгиев ИЗСЛЕДВАНЕ ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ПАКЕТ ОТ ДИСКОВИ ПРУЖИНИ КАТО ПРУЖИНЕН ДВИГАТЕЛ	414
2.	Атанасов Г. Р., Д. Г. Георгиев ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПРИВЕДЕНАТА МАСА ПРИ ПРАВОЛИНЕЙНО ДВИЖЕНИЕ НА ТЯЛО ПОД ДЕЙСТВИЕТО НА ПАКЕТ ОТ ДИСКОВИ ПРУЖИНИ СЪС СРЕШУПОЛОЖНО РАЗПОЛОЖЕНИЕ	421
3.	Белниколов И.Ц. ВЛИЯНИЕ НА КОНСТРУКТИВНИТЕ ПАРАМЕТРИ ВЪРХУ СТАТИЧНАТА УСТОЙЧИВОСТ НА ПОДКРЕПЕНИ КОМПОЗИТНИ ЦИЛИНДРИЧНИ ЧЕРУПКИ	427

4. Братанов К. И., Г. К. Ганчев ИНТЕРАКТИВНА СИСТЕМА ЗА ПРЕСМЯТАНЕ И ИЗЧЕРТАВАНЕ НА ЕВОЛВЕНТНИ НА ЗЪБНИ КОЛЕЛА	437
5. Василев С. В., О. И. Челиков, Г. Х. Грдєв, К. Г. Ангелов КИНЕТОСТАТИКА НА ИЗПЪЛНИТЕЛНИЯ МЕХАНИЗЪМ НА НАТОВАРВАЩА МАШИНА (КРЕЙТЕР)	441
6. Ганчев Г. К., К. И. Братанов ИЗСЛЕДВАНЕ РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА НАТОВАРВАНЕТО МЕЖДУ ЗЪБИТЕ В ЗАЦЕПВАНЕТО НА ЗЪБНИ ПРЕДАВКИ С ПРАВИ ЗЪБИ	448
7. Георгиев Д. Г., Г. Р. Атанасов ИЗСЛЕДВАНЕ ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВИНТОВИ ПРУЖИНИ КАТО ЛИНЕЕН ДВИГАТЕЛ	453
8. Маринов Т. М. СТАТИСТИЧЕСКИ МОДЕЛ НА ПРОЦЕСА НА РАЗРУШАВАНЕ НА АНИЗОТРОПНА ПЛАСТИНА	458
9. Маринов Т. М. ВЛИЯНИЕ НА АНИЗОТРОПИЯТА НА МАТЕРИАЛИТЕ ВЪРХУ ЯКОСТТА НА КОНСТРУКТИВНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ	465
<b>Анотации</b>	470
1.1. Авиационна и космическа техника	470
1.2. Аерохидродинамика, динамика и безопасност на полетите	473
1.3. Навигация и управление на въздушен транспорт	482
1.4. Експлоатация и ремонт на летателните апарати	491
1.5. Средства за поразване	507
1.6. Машиностроене и материалознание	515
1.7. Механика	524

## АПРИЛСКОТО ВЪСТАНИЕ В ЦЕНТРАЛНА СЕВЕРНА БЪЛГАРИЯ

М. Д. Михов

Преди 120 години в паметната 1876 година в поробена България избухва народно въстание за национално освобождение.

Априлското въстание е върхов момент в многовековните борби на българския народ за отхвърляне на чуждото потисничество. То показва непреодолимия му стремеж към свобода и независима българска държава.

Макар и непобедило военно, въстанието побеждава политически, като превръща българския национален въпрос в международен и принуждава великите сили, въпреки своите противоречиви интереси, да го решат радикално.

Въстанието е едно от най-изследваните събития в българската възрожденска история. Много заглавия - монографии, студии, статии, научни съобщения са посветени на него. Няколко поколения историци, културоведи, политолози изследват един или друг аспект на въстанието. То заема широко място и в художествената литература. За него пишат такива автори като Иван Вазов, Захари Стоянов и др. Те създават забележителни произведения на българската литература, които и до днес са извор на национално самосъзнание и са пример за саможертва в името на българщината. Изключителният героизъм на нашите революционери остава непреходен, велик и достоен за преклонение.

В същото време трябва да отбележим, че написаното до днес приоритетно разглежда подготовката и хода на Априлското въстание в Южна България. Ние не възразяваме срещу подобен подход, но считаме, че революционните действия в Централна Северна България са също така интензивни, но не дотам познати на нашите съвременници. Социално-икономическото развитие на Централна Северна България е една обективна предпоставка за формиране на революционно съзнание. Типичен пример в това отношение може да бъде развитието на революционните процеси в гр. Севлиево.

Към 60-те години на 19. век българите в града вече са организирани в дейни еснафски организации и градска община. Възпитава се младо поколение в български национален дух, в построеното и поддържано от първия СевлиеВСКИ възрожденец и дарител Хаджи Стоян Николов училище. Видни севлиеВСКИ родолюбци се борят за независима българска църква. Развива се дейност и за българска национална просвета и култура.

Редица други фактори и събития формират и укрепват будно бъл-

**УПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА НА НОРМАЛНОТО УСКОРЕНИЕ НА ПРОТИВОТАНКОВА УПРАВЛЯЕМА РАКЕТА В ПСЕВДОПОЛЯРНИ КООРДИНАТИ**

**Б. Г. ПЕНЕВ, А. Т. ЛАШНЕВ, И. Я. ИЛИЕВ**

**1. Въведение.** В [7] е разгледан вариант на управление на вектора на нормалното ускорение на противотанкова управляема ракета (ПТУР) в картинната плоскост чрез въвеждането на полярни координати, при които положението на ПТУР в картинната плоскост се характеризира с радиуса на отклонението от линията на визиране  $r$ , където  $r \geq 0$ , и ъгълът  $\varphi$ . Отбелязано е влиянието на ограниченията  $r \geq 0$ ,  $-\pi < \varphi \leq \pi$  или  $0 \leq \varphi < 2\pi$ . В доклада се разглежда въвеждането на псевдополярни координати и използването им за формиране на вектора на нормалното ускорение в картинната плоскост с цел компенсиране спиралния характер на траекторията на ПТУР при извеждане на линията на визиране. Разгледан и симулиран е модел на системата за управление в този случай и са направени съответни коментари.

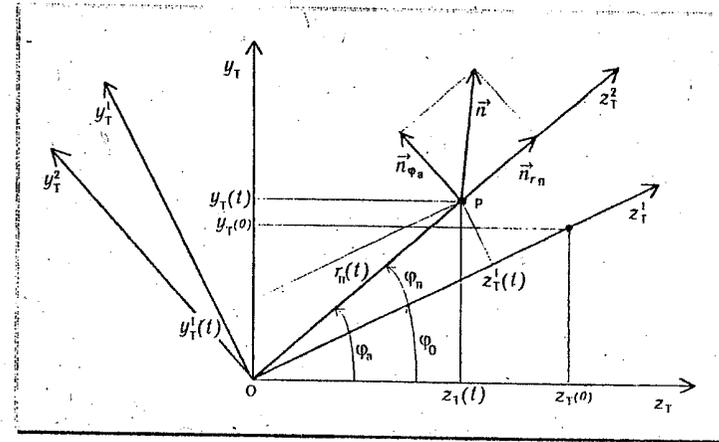
**2. Псевдополярни координати.** При определени допускания и като най-първо приближение поведението на ПТУР в картинната плоскост се съпоставя на равнино движение на материална точка. Нека материалната точка  $P$  от фиг. 1 извършва движение с проекции по осите на координатната система  $Oz_T y_T$  съответно  $y_T(t)$  и  $z_T(t)$  за  $t \geq 0$  с начално състояние на  $P$  при  $t=0$   $z_T(0)$  и  $y_T(0)$  като предполагаме, че

- $z_T(0) \neq 0$  или  $y_T(0) \neq 0$  т.е. началното положение на  $P$  в картинната плоскост е различно от координатното начало;
- функциите  $y_T(t)$  и  $z_T(t)$  са диференцируеми за всички  $t \geq 0$ .

Въвеждаме следните допълнителни координатни системи (фиг. 1):

- $Oz_T^1 y_T^1$  - определена спрямо  $Oz_T y_T$  чрез ротация относно началото  $O$  на ъгъл  $\varphi_0$

$$\varphi_0 = \begin{cases} \arctg \frac{y_T(0)}{z_T(0)} & \text{при } z_T(0) \neq 0 \\ \text{sign}(y_T(0)) \frac{\pi}{2} & \text{при } z_T(0) = 0 \end{cases}, \quad \varphi_0 \in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right] \quad (1)$$



фиг. 1

Преходът от  $Oz_T y_T$  към  $Oz_T^1 y_T^1$  се описва като

$$\begin{bmatrix} z_T^1(t) \\ y_T^1(t) \end{bmatrix} = P_{TT^1} \begin{bmatrix} z_T(t) \\ y_T(t) \end{bmatrix}, \quad P_{TT^1} = \begin{bmatrix} \cos \varphi_0 & \sin \varphi_0 \\ -\sin \varphi_0 & \cos \varphi_0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

• **псевдополярна координатна система**, представляваща вариант на обобщена полярна координатна система [3], [6] с полюс  $O$ , лъч или полярна ос  $Oz_n$ , съвпадаща с положителната посока на  $Oz_T^1$  и полярен ъгъл  $\varphi_n$ , в която система координатите на точката  $P$   $r_n(t)$  и  $\varphi_n(t)$  се определят чрез декартовите координати на  $P$  в  $Oz_T^1 y_T^1$  по следния начин

$$r_n(t) = \text{sign}(z_T^1(t)) \sqrt{(z_T^1(t))^2 + (y_T^1(t))^2}, \quad r_n(t) \in (-\infty, +\infty) \quad (3)$$

$$-\frac{\pi}{2} < \varphi_n(t) = \text{arctg} \frac{y_T^1(t)}{z_T^1(t)} < \frac{\pi}{2} \quad \text{при } z_T^1(t) \neq 0$$

•  $Oz_T^2 y_T^2$  - определена спрямо  $Oz_T^1 y_T^1$  чрез ротация относно началото  $O$  на  $\varphi_n(t)$  (3) като

$$\begin{bmatrix} z_1^2(t) \\ y_1^2(t) \end{bmatrix} = P_{T1^2} \begin{bmatrix} z_1^1(t) \\ y_1^1(t) \end{bmatrix}, \quad P_{T1^2} = \begin{bmatrix} \cos \varphi_n(t) & \sin \varphi_n(t) \\ -\sin \varphi_n(t) & \cos \varphi_n(t) \end{bmatrix} \quad (4)$$

По този начин по положителната, респективно отрицателната посока на оста  $Oz_1^2$  се отчита  $r_n(t) > 0$  и  $r_n(t) < 0$ . По отношение на  $Oz_1 y_1$   $Oz_1^2 y_1^2$  се определя с ротацията относно началото  $O$  на  $\varphi_a(t)$  като

$$\varphi_a(t) = \varphi_0 + \varphi_n(t),$$

$$\begin{bmatrix} z_1^2(t) \\ y_1^2(t) \end{bmatrix} = P_{T1^2} \begin{bmatrix} z_1^1(t) \\ y_1^1(t) \end{bmatrix}, \quad P_{T1^2} = P_{T1^2} P_{T1^1} \quad (5)$$

$$P_{T1^2} = \begin{bmatrix} \cos \varphi_n(t) & \sin \varphi_n(t) \\ -\sin \varphi_n(t) & \cos \varphi_n(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \varphi_0 & \sin \varphi_0 \\ -\sin \varphi_0 & \cos \varphi_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \varphi_a(t) & \sin \varphi_a(t) \\ -\sin \varphi_a(t) & \cos \varphi_a(t) \end{bmatrix}$$

При използването на така въведените допълнително координатни системи (1) - (5) -  $Oz_1 y_1$ ,  $Oz_1^1 y_1^1$ , псевдополярната и  $Oz_1^2 y_1^2$  се осигурява еднозначност и диференцируемост на функциите  $r_n(t)$  и  $\varphi_n(t)$  в случай, че функцията  $z_1^1(t) \neq 0$  за  $t \geq 0$ .

**3. Управление на вектора на нормалното ускорение.** За вектора на ускорението  $\vec{n}$  на точката  $P$  в картинната плоскост, имайки предвид фиг. 1 и въведените координатни системи (1) - (5) в т. 2 можем да запишем

$$\vec{n} = \vec{n}_{r_n} + \vec{n}_{\varphi_a} \quad (6)$$

с координати в  $Oz_1^2 y_1^2$  съответно

$$n|_{Oz_1^2 y_1^2} = [n_{r_n} \quad n_{\varphi_a}]^T,$$

$$n_{r_n} = \frac{d^2 r_n(t)}{dt^2} - r_n(t) \left( \frac{d\varphi_a(t)}{dt} \right)^2 \quad (7)$$

$$n_{\varphi_a} = r_n(t) \frac{d^2 \varphi_a(t)}{dt^2} + 2 \frac{dr_n(t)}{dt} \frac{d\varphi_a(t)}{dt}$$

Нека както в да формираме управление на компонентите на  $\vec{n}$  във вида

$$n_{r_n} = n_{r_n} \left( r_n(t), \varphi_a(t), \frac{dr_n(t)}{dt}, \frac{d\varphi_a(t)}{dt} \right) = - \left( k_1 r_n(t) + k_2 \frac{dr_n(t)}{dt} \right) - r_n(t) \left( \frac{d\varphi_a(t)}{dt} \right)^2 \quad (8)$$

$$n_{\varphi_a} = n_{\varphi_a} \left( r_n(t), \varphi_a(t), \frac{dr_n(t)}{dt}, \frac{d\varphi_a(t)}{dt} \right) = -k_3 r_n(t) \frac{d\varphi_a(t)}{dt}$$

Тогава от (7) и (8) получаваме

$$n_{r_n} = \frac{d^2 r_n(t)}{dt^2} - r_n(t) \left( \frac{d\varphi_a(t)}{dt} \right)^2 = - \left( k_1 r_n(t) + k_2 \frac{dr_n(t)}{dt} \right) - r_n(t) \left( \frac{d\varphi_a(t)}{dt} \right)^2 \quad (9)$$

$$n_{\varphi_a} = r_n(t) \frac{d^2 \varphi_a(t)}{dt^2} + 2 \frac{dr_n(t)}{dt} \frac{d\varphi_a(t)}{dt} = -k_3 r_n(t) \frac{d\varphi_a(t)}{dt}$$

От (9) следва

$$\frac{d^2 r_n(t)}{dt^2} + k_2 \frac{dr_n(t)}{dt} + k_1 r_n(t) = 0 \quad (10)$$

$$r_n(t) \frac{d^2 \varphi_a(t)}{dt^2} + \left( 2 \frac{dr_n(t)}{dt} + k_3 r_n(t) \right) \frac{d\varphi_a(t)}{dt} = 0$$

Второто уравнение на (10) е с променливи коефициенти и на практика в зависимост от  $r_n(t)$  си променя структурата като при  $r_n(t) = 0$  от втори ред се преобразува в диференциално уравнение от първи ред. Анализът на второто уравнение показва, че при прехода на  $r_n(t)$  през нулата  $\frac{d\varphi_a(t)}{dt} = 0$  т.е.  $\varphi_a(t)$  запазва стойността си, получена точно преди прехода. По този начин чрез използването на псевдополярната координатна система се решава "неудобният" в този случай момент  $\frac{d\varphi(t)}{dt} = \pm \infty$  при  $r(t) = 0$  за полярната координатна система. Освен това чрез  $k_1$  и  $k_2$  и при това независимо от второто уравнение се осигурява желана динамика и асимптотическа устойчивост по  $r_n(t)$ . Последващият избор на коефициента  $k_3$  се определя от изискването за асимптотическа устойчивост на състоянието  $\frac{d\varphi_a(t)}{dt} = 0$ , имайки

предвид оценката по първото уравнение за отгн лнето  $\frac{d\hat{r}_n(t)}{dt}/r_n(t)$ . По (10) може да се направи и извода, че чрез избора на управление на компонентите на  $\vec{l}$  във вида (8) и спазвайки определени условия се оказва решен въпросът за диференцируемостта на  $\varphi_n(t)$  в случай, че функцията  $z_T^1(t) = 0$ .

4. Модел на системата за управление в псевдополярни координати. Изхождайки от физическата невъзможност за идеално диференциране ще формираме управлението (8) във вида

$$\begin{aligned} n_{r_n} &= n_{r_n} \left( \hat{r}_n(t), \hat{\varphi}_a(t), \frac{d\hat{r}_n(t)}{dt}, \frac{d\hat{\varphi}_a(t)}{dt} \right) = \\ &= - \left( k_1 \hat{r}_n(t) + k_2 \frac{d\hat{r}_n(t)}{dt} \right) - \hat{r}_n(t) \left( \frac{d\hat{\varphi}_a(t)}{dt} \right)^2 \\ n_{\varphi_a} &= n_{\varphi_a} \left( \hat{r}_n(t), \hat{\varphi}_a(t), \frac{d\hat{r}_n(t)}{dt}, \frac{d\hat{\varphi}_a(t)}{dt} \right) = -k_3 \hat{r}_n(t) \frac{d\hat{\varphi}_a(t)}{dt} \end{aligned} \quad (11)$$

където  $\hat{r}_n(t)$ ,  $\hat{\varphi}_a(t)$ ,  $\frac{d\hat{r}_n(t)}{dt}$ ,  $\frac{d\hat{\varphi}_a(t)}{dt}$  са оценки на  $r_n(t)$ ,  $\varphi_a(t)$ ,  $\frac{dr_n(t)}{dt}$  и  $\frac{d\varphi_a(t)}{dt}$ . Моделът представлява системата диференциални уравнения от шести ред (14) с начални условия

$$\begin{aligned} z_T(0) &= z_0, \quad y_T(0) = y_0, \quad \hat{r}_n(0) = 0, \\ \left. \frac{dz_T}{dt} \right|_{t=0} &= z_{10}, \quad \left. \frac{dy_T}{dt} \right|_{t=0} = y_{10}, \quad \hat{\varphi}_a(0) = -\varphi_0 \end{aligned} \quad (12)$$

където за (12) и (14)  $\varphi_0$ ,  $P_{TT^1}$  и  $P_{TT^2}^{-1}$  съгласно (1) - (5) са

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= \begin{cases} \arctg \frac{y_T(0)}{z_T(0)} & \text{при } z_T(0) \neq 0 \\ \text{sign}(y_T(0)) \frac{\pi}{2} & \text{при } z_T(0) = 0 \end{cases} \\ P_{TT^1} &= \begin{bmatrix} \cos \varphi_0 & \sin \varphi_0 \\ -\sin \varphi_0 & \cos \varphi_0 \end{bmatrix} \\ P_{TT^2} &= \begin{bmatrix} \cos \varphi_a(t) & \sin \varphi_a(t) \\ -\sin \varphi_a(t) & \cos \varphi_a(t) \end{bmatrix}, \quad P_{TT^2}^{-1} = \begin{bmatrix} \cos \varphi_a(t) & -\sin \varphi_a(t) \\ \sin \varphi_a(t) & \cos \varphi_a(t) \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{bmatrix} z_T^1(t) \\ y_T^1(t) \end{bmatrix} = P_{TT^1} \begin{bmatrix} z_T(t) \\ y_T(t) \end{bmatrix}$$

$$r(t) = \text{sign}(z_T^1(t)) \sqrt{(z_T^1(t))^2 + (y_T^1(t))^2}$$

$$\varphi_n(t) = \arctg \frac{y_T^1(t)}{z_T^1(t)}$$

$$\varphi_a(t) = \varphi_0 + \varphi_n(t)$$

$$\frac{d\hat{r}_n(t)}{dt} = \frac{1}{T_r} (r_n(t) - \hat{r}_n(t)) \quad (14)$$

$$\frac{d\hat{\varphi}_a(t)}{dt} = \frac{1}{T_\varphi} (\varphi_a(t) - \hat{\varphi}_a(t))$$

$$n_{r_n} = - \left( k_1 \hat{r}_n(t) + k_2 \frac{d\hat{r}_n(t)}{dt} \right) - \hat{r}_n(t) \left( \frac{d\hat{\varphi}_a(t)}{dt} \right)^2$$

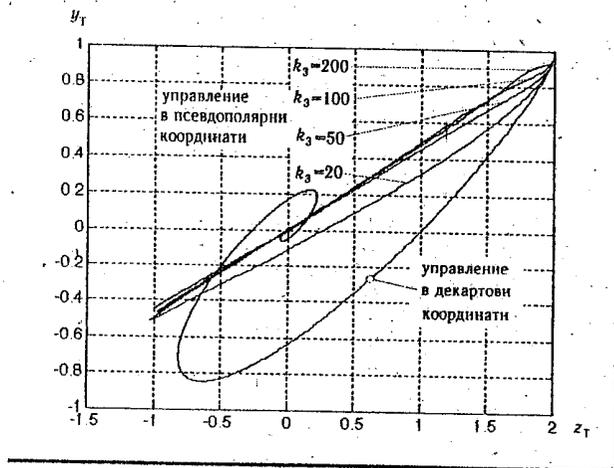
$$n_{\varphi_a} = -k_3 \hat{r}_n(t) \frac{d\hat{\varphi}_a(t)}{dt}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{d^2 z_T(t)}{dt^2} \\ \frac{d^2 y_T(t)}{dt^2} \end{bmatrix} = P_{TT^2}^{-1} \begin{bmatrix} n_{r_n} \\ n_{\varphi_a} \end{bmatrix}$$

На фиг. 2 са представени резултатите от симулирането на модела (12) - (14) при конкретни параметри (15), съпоставени с резултатите от симулацията на двумерен контур за управление от същия шести ред, но в декартови координати, със заложили еднакви динамични показатели по  $r_n(t)$ ,  $z_T(t)$  и  $y_T(t)$  и при едни и същи начални условия

$$z_T(0) = z_0, \quad y_T(0) = y_0, \quad \left. \frac{dz_T}{dt} \right|_{t=0} = z_{10}, \quad \left. \frac{dy_T}{dt} \right|_{t=0} = y_{10}$$

$$\begin{aligned} z_0 &= 2 [m], \quad z_{10} = 0 [m/s], \\ y_0 &= 1 [m], \quad y_{10} = -10 [m/s], \\ T_r &= 0.01 [s], \quad k_1 = 100, \quad k_2 = 8.6 \\ T_\varphi &= 0.005 [s], \quad k_3 = 20, 50, 100, 200 \end{aligned} \quad (15)$$



фиг. 2

### Литература

1. А. А. ДЕТЛАФ, Б. М. ЯВОРСКИЙ. Курс физики, Москва, Высшая школа, 1989.
2. В. В. ДОБРОНРАВОВ, Н. Н. НИКИТИН. Курс теоретической механики, Москва, Высшая школа, 1983.
3. В. С. ДИМОВА-НАНЧЕВА, Н. В. СТОЯНОВ. Висша математика, част I, София, Техника, 1977.
4. Л. Г. ЛОЙЦЯНСКИЙ, А. И. ЛУРЬЕ. Курс теоретической механики, Москва, Наука, 1983.
5. Л. С. ПОНТЯГИН. Обикновени диференциални уравнения, София, Наука и изкуство, 1967.
6. Математический энциклопедический словарь./ Гл. ред. Ю. В. Прохоров; Ред. кол.: Адян С. И., Бахвалов Н. С. и др. - М.: Сов. энциклопедия, 1988. - 847 с., ил.
7. Б. Г. ПЕНЕВ. Вариант на система за автоматично управление на противотанков управляем ракетен снаряд в полярни координати, сборник доклади на едноименната научната сесия "Въоръжение и военна техника на 2000-та година" на ВНИИ на МО - София, 18 - 20 декември 1995 г.
8. А. А. ФЕЛЬДБАУМ, А. Г. БУТКОВСКИЙ. Методы теории автоматического управления, Москва, Наука, 1971, 744 стр.

## СРАВНИТЕЛНА ОЦЕНКА НА ПРИЦЕЛНИТЕ СИСТЕМИ ЗА СТРЕЛБА С И БЕЗ ИЗЧИСЛЯВАНЕ ЪГЪЛА НА ИЗПРЕВАРВАНЕ

О. С. Стойков

При въздушна стрелба от малки далечини (времето на полета на снаряда е по-малко от секунда) преди се използват прицели с фиксиран белег, т. е. той е бил изместен на величина, отчитаща понижението на снаряда и изместването на прицела спрямо оръжието (паралакса). Други поправки не се отчитат.

С увеличаване на дистанцията на стрелбата (повече от 300 метра) се появяват прицелите, изчисляващи ъгъла на изпреварване, т. е. отчита се движението на целта. Но, изчисляването на ъгъла на изпреварване е съпроводено с грешка поради приетата хипотеза за константа на ъгловата скорост на линията на визиране.

Изчисляването на ъгъла на изпреварване с такива прицели се извършва с грешка всеки път, когато целта се ускорява или атакувания самолет трябва да изменя ъгловата си скорост при следенето. Ако при това и движението на мрежата не е демпфирано, то следенето на целта е много трудно поради относителното преместване на целта и атакувания самолет.

В оптичните прицелни системи сумарната ъглова поправка  $\Psi_{\Sigma}$  може да се построи чрез отклоняване на визираната линия по различни принципи. За отклоняване на визирната линия могат да се използват двигатели (С-17ВГ) или жirosкопи (АСП-ПФ-21, АСП-23ДЕ).