

TREŚĆ

	Str.
WSTĘP	3
1. Przedmiot balistyki zewnętrznej	3
2. Podstawowe określenia i oznaczenia	4

Rozdział I

RUCH ŚRODKA MASY POCISKU W PRÓŻNI

3. Siła ciężkości. Przyspieszenie Coriolisa	5
4. Układ równań różniczkowych ruchu i ich rozwiązanie	7
5. Badanie równania toru	9
6. Czynniki dowolnego punktu toru	10
7. Czynniki punktu upadku i punktu wierzchołkowego	11
8. Rodzina torów o tej samej prędkości początkowej	12
9. Zależność kąta celownika od kąta położenia celu przy stałej odległości	15
10. Czas względny przelotu pocisku przez warstwę	19
11. Średnia wysokość toru	20
12. Wzory poprawkowe dla małych zmian czynników v i θ_0	21
13. Zakres zastosowań wzorów próżniowych	22

Rozdział II

OPÓR POWIETRZA

Niektóre związki teoretyczne dla gazów doskonałych

14. Teoria Newtona	25
15. Równanie Bernoulliego	26
16. Teoria płaskiego skoku ciśnienia	29
17. Przemiana adiabatyczna przy zgęszczeniu uderzeniowym. Równanie Hugonioty	34
18. Ciśnienie na wierzchołku pocisku. Równanie Rayleigh'a	35
19. Studia teoretyczne nad oporem powietrza	37

Czynniki fizyczne określające opór powietrza przy ruchu pocisków artyleryjskich

20. Lepkość. Powstawanie wirów	38
21. Fala balistyczna	40
22. Wyrażenie ogólne określające siłę oporu powietrza	42
23. Opóźnienie powodowane siłą oporu powietrza	45

Badania doświadczalne nad oporem powietrza

24. Określanie wielkości oporu powietrza drogą strzelań	46
25. Pomiary prędkości pocisku	47
26. Metody optyczne badania oporu powietrza	50
27. Pomiary oporu powietrza w tunelach aerodynamicznych	53
28. Badania nad oporem powietrza działającym na pociski artyleryjskie	54
29. Wyniki badań. Prawa oporu powietrza	55
30. Stopień oporu powietrza	59
31. Rozkład ciśnień na powierzchni pocisku	60

Wpływ własności atmosfery

32. Związki między parametrami stanu atmosfery	62
33. Warunek równowagi pionowej atmosfery	63
34. Zmiany temperatury z wysokością	64
35. Zmiany ciśnienia i ciężaru właściwego powietrza z wysokością	66
36. Wpływy wiatru	67
37. Zależność oporu powietrza od prędkości dźwięku	67

Charakterystyka balistyczna pocisków

38. Współczynnik kształtu	70
39. Współczynnik balistyczny	73
40. Najkorzystniejsze ukształtowanie pocisku	75
41. Przykład obliczenia wielkości oporu powietrza za pomocą tablic	76

Rozdział III**PROBLEM GŁÓWNY BALISTYKI ZEWNĘTRZNEJ**

42. Układ równań różniczkowych ruchu środka masy pocisku w powietrzu	78
43. Układ równań różniczkowych ruchu przy różnych argumentach	79
a) Układ równań przy argumentie θ	80
b) Układ równań przy argumentie x	81
c) Równanie hodografu	81

Ogólne własności toru w powietrzu

44. Rzut poziomy prędkości stale maleje	82
45. Część opadająca toru jest bardziej stroma od części wznoszącej się	83
46. Prędkości na torze nie są rozłożone symetrycznie	84
47. Położenie odciętej punktu wierzchołkowego	84
48. Wartość graniczna kąta nachylenia stycznej do toru	86
49. Zmiany prędkości pocisku na torze	87
50. Krzywizna toru	89
51. Wartość wierzchołkowej toru	90
52. Kąt rzutu największej donośności	92

Rozdział IV**METODY PRZYBLIŻONEGO ANALITYCZNEGO ROZWIĄZANIA PROBLEMU GŁÓWNEGO BALISTYKI ZEWNĘTRZNEJ****Metoda Eulera**

53. Metoda Eulera całkowania równania hodografu. Określenie czynników toru	93
54. Obliczanie toru łukami metodą Eulera	95
55. Tablice Otto-Siacciego	97
56. Obliczanie czynników toru na podstawie tablic Otto-Siacciego	98
57. Przykład obliczeń przy danych c , v_0 i θ_0	101
58. Przykład obliczeń przy danych b , v_0 i X	103

Metoda Siacciego

59. Całkowanie równania hodografu	105
60. Określenie czynników toru	107
61. Określenie czynników punktu upadku i punktu wierzchołkowego	109
62. Funkcje wtórne Siacciego	111
63. Zastosowanie metody Siacciego do obliczania torów stromych	112
64. Zastosowanie metody Siacciego do obliczania torów przeciwnocnych	114

65. Obliczanie niewielkich torów płaskich	116
66. Obliczenia przy użyciu funkcji wtórnych Siacciego	119
67. Przykłady obliczeń przy pomocy funkcji wtórnych Siacciego	120
68. Obliczenia przy użyciu funkcji pierwotnych Siacciego	125
69. Przykłady obliczeń przy pomocy funkcji pierwotnych Siacciego	126
70. Przykład zastosowania metody Siacciego do obliczeń torów przeciwnotniczych	130

Rozdział V

ROZWIĄZANIE PROBLEMU GŁÓWNEGO BALISTYKI ZEWNĘTRZNEJ METODĄ CAŁKOWANIA LICZBOWEGO

71. Wstęp	133
72. Różnice skończone i ich własności	135
73. Interpolacja. Funkcja interpolująca	138
74. Funkcja interpolująca Lagrange'a	139
75. Jednoznaczność funkcji interpolującej	140
76. Określenie funkcji interpolującej przy stałym odstępnie argumentu	141
77. Funkcja interpolująca przy różnych rodzajach wiersza	144
78. Interpolacja odwrotna	147
79. Różniczkowanie liczbowe	148
80. Całkowanie liczbowe	151
81. Całkowanie liczbowe równań różniczkowych pierwszego rzędu	154
82. Określenie danych wyjściowych do całkowania liczbowego	156
83. Przykład całkowania liczbowego równania różniczkowego pierwszego rzędu	159
84. Obliczanie toru metodą całkowania liczbowego	163
85. Przykład rachunku toru metodą całkowania liczbowego przy argumentie x	167
86. Katalogi torów	182

Rozdział VI

OBLICZANIE NASTAWIENIA ZAPALNIKA CZASOWEGO PROCHOWEGO

87. Zależność prędkości palenia się ścieżki prochowej od ciśnienia	184
88. Zależność prędkości palenia się ścieżki prochowej od temperatury	187
89. Ciśnienie dodatkowe w zapalniku czasowym	187
90. Wzór ogólny określający nastawienie zapalnika	190
91. Obliczenie nastawienia zapalnika według średniej prędkości lotu pocisku	192
92. Sprowadzenie punktu rozprysku do odstepu normalnego	193
93. Przykład obliczania nastawienia zapalnika w przypadku strzelania do celów naziemnych	196
94. Metoda Trofimowa. Obliczenie nastawienia zapalnika w przypadku toru płaskiego	197
95. Obliczanie nastawienia zapalnika w przypadku strzelania przeciwnotniczego	199
96. Metoda przybliżonego określenia nastawienia zapalnika w przypadku strzelania przeciwnotniczego	201

Rozdział VII

RACHUNKI POPRAWKOWE

97. Wstęp	203
98. Określenie podstawowych współczynników poprawkowych metodą różnic skończonych	204

99. Wzór Langevina	206
100. Współczynniki poprawkowe uwzględniające zmianę ciśnienia i temperatury	210
101. Współczynnik poprawkowy uwzględniający zmianę ciężaru pocisku	212
102. Zmiana donośności spowodowana wiatrem podłużnym o stałej prędkości	213
103. Odchylenie boczne powodowane wiatrem bocznym	216
104. Tablice poprawek Akademii Artyleryjskiej Armii Radzieckiej	218
105. Przybliżone wzory poprawkowe, określone na podstawie metody Siacciego	220
106. Przykład obliczenia poprawek za pomocą wzorów określonych na podstawie metody Siacciego	223
107. Wzory poprawkowe dla małych prędkości określone na podstawie metody Eulera-Otto	225
108. Średnie balistyczne „Wagi“ warstw	230
109. Metoda przybliżonego określania „wag“ warstw	233
110. Równania ruchu pocisku względem ziemi obracającej się	234
111. Równania ruchu pocisku przy uwzględnieniu zmiany wielkości i kierunku przyspieszenia siły ciężkości	238
112. Zmiana donośności wynikająca z krzywizny ziemi	239
113. Wzory poprawkowe na nastawienie zapalnika czasowego prochowego	240
114. Przykład obliczania poprawek na nastawienie zapalnika	245
115. Obliczanie poprawek przy strzelaniu przeciwlotniczym metodą różnic skończonych	246
116. Przybliżone wzory poprawkowe dla strzelania przeciwlotniczego	248
117. Przykład obliczenia współczynników poprawkowych przy strzelaniu przeciwlotniczym	252
118. „Wagi“ warstw w przypadku strzelania przeciwlotniczego	254

Rozdział VIII

RUCH POCISKU DOKOŁA ŚRODKA MASY

Ruchy obrotowe pocisku

119. Układ sił działających na obracający się pocisk	256
120. Wyprowadzenie równań różniczkowych ruchu obrotowego pocisku w początkowym okresie lotu	261
121. Całkowanie równań ruchu obrotowego pocisku w początkowym okresie lotu	264
122. Analiza charakteru ruchu pocisku dokoła środka masy w początkowym okresie lotu	267
123. Całkowanie przybliżone równań ruchu nutacyjnego przy zmiennym β	269
124. Stabilizacja żyroskopowa pocisku. Niezbędna wielkość nachylenia gwintów	272
125. Największa prędkość kątowna wahań osi pocisku na początkowej części toru	275
126. Ruch osi pocisku na krzywoliniowym odcinku toru	276
127. Stabilizacja pocisku na torze	279
128. Określenie wielkości zboczenia pocisku	281
129. Określanie cech aerodynamicznych pocisku na podstawie strzelań przez kartony	282

Ruch wahadłowy płaski pocisków brzechwowych (min)

130. Cechy aerodynamiczne pocisków brzechwowych (min)	286
131. Wyprowadzenie równań ruchu wahadłowego płaskiego pocisku brzechwowego	289
132. Całkowanie równania ruchu osi pocisku brzechwowego w przypadku stałej prędkości lotu	291

133. Przybliżone całkowanie równania ruchu osi pocisku brzechwowego w przypadku zmiennej prędkości lotu 294
134. Wpływ obniżania się stycznej do toru na położenie osi równowagi dynamicznej pocisku brzechwowego 296

Rozdział IX

OPRACOWANIE TABLIC STRZELNICZYCH

135. Wstęp	298
Przygotowanie strzelań balistycznych	
136. Przygotowanie sprzętu do strzelania	300
137. Przygotowanie amunicji do strzelania	303
138. Przygotowanie topograficzne strzelania	307
139. Określenie warunków meteorologicznych strzelania	308
Organizacja i przeprowadzanie strzelań balistycznych	
140. Określenie prędkości początkowej	312
141. Określenie wartości kąta podrzutu	315
142. Organizacja strzelań na donośność	318
143. Ilość strzelań i zużycie pocisków	320
144. Strzelanie dla określenia zboczenia pocisków	323
145. Równoczesne strzelanie z kierunków przeciwnych	325
146. Opracowanie wyników strzelań na podstawie katalogów torów	326
147. Określenie głównych czynników toru	330
148. Opracowanie wyników strzelań na podstawie metody Siacciego	331
149. Określenie wielkości charakteryzujących rozrzut.	335
150. Określenie czynników punktów rozprysków	338
151. Obliczenie tablicy poprawek na kąt celownika w zależności od kąta położenia celu	341
152. Określenie danych tabelarycznych dla strzelań w górach	343
153. Błędy tablic strzelniczych	344
Opracowywanie tablic strzelniczych broni strzeleckiej	
154. Linia strzału oraz sposoby określenia kąta podniesienia i kąta rzutu	347
155. Organizacja strzelań na donośność	350
156. Określanie środka rozrzutu i wielkości charakteryzujących rozrzut	352
157. Strzelanie dla określenia zboczenia pocisku	353
158. Określenie głównych czynników toru	355
159. Określanie danych tabelarycznych dla strzelań z broni strzeleckiej do celów powietrznych	357
Opracowywanie tablic strzelniczych artylerii przeciwlotniczej	
160. Charakterystyka zagadnienia	359
161. Pomiary torów metodą fotogrametryczną	360
162. Organizacja i sposób przeprowadzenia strzelań	363
163. Uzgodnienie wyników rachunków torów z danymi doświadczalnymi	364
Literatura	367
Tablice liczbowe	371
Czterocyfrowe tablice logarytmiczne	459

