

SADRŽAJ

Predgovor	1
Uvod	3
Glava 1 – OSNOVNA TEORIJA VAZDUHOPLOVNE NAVIGACIJE	5
1.1 Osnovni navigacijski pojmovi i njihovo određivanje	5
1.2 Zadaci vazduhoplovne navigacije	6
1.3 Metodi rešavanja putanje letenja.....	7
1.4 Metodi rešavanja osnovnih zadataka vazduhoplovne navigacije.....	9
Glava 2 – METODI REALIZACIJE PUTANJE LETA	11
2.1 Metodi određivanja koordinata	11
2.2 Uopšteni metod linije položaja	12
2.3 Zemaljski navigacijski sistem koordinata	12
2.4 Navigacijski elementi položaja i kretanja	15
2.5 Sastav i strukturna šema pilotsko-navigacionog sistema	17
Glava 3 – RAZMERA I FORMA ZEMLJE – ZEMALJSKI ELIPSOID	21
3.1 Forma i razmera Zemlje.....	21
3.2 Definicija širine i dužine.....	24
3.3 Određivanje pozicije	26
3.4 Geodezijska i geocentrična širina	26
3.5 Svetski geodetski referentni sistem (World geodetic system – WGS).....	28
Glava 4 – OSNOVNE LINIJE NA ZEMLJINOJ POVRŠINI	29
4.1 Definicija ortodrome	29
4.2 Definicija loksodrome.....	34
4.3 Konvergencija meridijana.....	37
4.4 Primena ugla konverzije	39
Glava 5 – VAZDUHOPLOVNE KARTE	41
5.1 Generalno.....	41
5.2 Podela projekcija.....	41
5.3 Elementi deformacije	44
5.4 Cilindrična Merkatorova projekcija	48
5.5 Izračunavanje elemenata loksodrome	50
5.6 Ortodroma na Merkatorovoj projekciji/karti.....	52
5.7 Lambertova konusna konformna projekcija sa jednom standardnom paralelom ..	53

5.8	Konstanta konusa	55
5.9	Lambertova konusna konformna projekcija sa dve standardne paralele.....	56
5.10	Razmak standardne paralele.....	60
5.11	Korišćenje Lambertove projekcije	60
5.12	Crtanje na Lambertovoj projekciji	60
5.13	Centralna projekcija – The Gnomonic Chart (Projection)	61
5.14	Polarna centralna projekcija.....	63
5.15	Ekvatorijalna centralna projekcija	64
5.16	Stereografska projekcija (The Stereographic Projection)	64
5.17	Polikonusna projekcija.....	68
5.18	Poprečna Merkatorova projekcija	69
5.19	Konformna poprečno-cilindrična (Gausova) projekcija.....	71
5.20	Kosa Merkatorova projekcija (Oblique Mercator Projection).....	73
Glava 6 – PRAVCI U VAZDUHOPLOVNOJ NAVIGACIJI.....		75
6.1	Generalno.....	75
6.2	Kursevi i magnetni kompas.....	77
6.3	Uticaj magnetnog polja na ružu kompasa postavljenog na vazduhoplovu.....	80
6.4	Metodske greške (greške u letu)	81
6.4	Određivanje kursa pomoću žiroskopskih kursnih sistema	82
Glava 7 – ODREĐIVANJE BRZINA I VISINA LETENJA.....		85
7.1	Definicija i merenje brzina letenja.....	85
7.2	Greške u pokazivanju brzina.....	86
7.3	Definicija visina letenja	90
7.4	Način merenja visine.....	91
7.5	Greške barometarskog visinomera.....	93
7.6	Nivo leta.....	97
7.7	Sistem vazdušnih podataka (Air Data System).....	99
7.8	Značaj informacije parametara leta za pilota	100
7.9	Parametri leta za bitne podsisteme.....	101
Glava 8 – UTICAJ VETRA NA LETENJE VAZDUHOPLOVA		103
8.1	Navigacijski karakter vetra	103
8.2	Navigacijski trougao brzina	105
8.3	Letenje u oblastima promenljivog vetra.....	107
8.4	Izmena putne brzine i ugla zanosa pri promeni pravca i brzine vetra	109
8.5	Uticaj režima letenja na navigacijske elemente	111
8.6	Rešavanje navigacijskog trougla brzina na navigacijskom računaru	114
8.7	Ekvivalentni vetar	117
Glava 9 – ODREĐIVANJE TAČKE JEDNAKOG VREMENA		
I KRAJNJE TAČKE BEZBEDNOG POVRATKA.....		121
9.1	Tačka jednakog vremena – The Equal Time Point (ETP).....	121
9.2	Krajnja tačka bezbednog povratka – The Point of No Return (Point of Safe Return – P.S.R).....	123

Glava 10 – BARIČKA NAVIGACIJA	125
10.1 Generalno.....	125
10.2 Jednačina geostrofskog vetra	126
10.3 Bočni zanos.....	127
Glava 11 – RADIO NAVIGACIJA.....	129
11.1 Princip određivanja pozicije vazduhoplova pomoću radio talasa	129
11.2 Primena uglovnih radio-navigacijskih sistema	132
11.3 Crtanje radio smerova na kartama	133
11.4 Određivanje i crtanje linije jednakih smerova vazduhoplova	135
11.5 Određivanje i crtanje linije jednakih smerova radio stanice	137
11.6 Crtanje radio smerova na Merkatorovoj karti	140
11.7 Crtanje radio smerova na Lambertovoj karti.....	141
11.8 Radio-goniometar – Ground Direction Finding (DF)	142
11.9 Radio smerovi	143
11.10 Radio kompas i neusmereni radio far.....	145
11.10.1 Faktori koji utiču na domet NDB.....	146
11.10.2 Faktori koji utiču na rad radio kompasa	148
11.10.3 Efekat visine na domet	149
11.10.4 Primena radio navigacijskih sredstava	149
11.10.5 Određivanje pozicije vazduhoplova pomoću radio kompasa.....	152
11.10.6 Let na radio stanicu	153
11.10.7 Letenje od radio stanice	158
11.10.8 Radio magnetni indikator.....	162
11.11 Svesmerni radio far vrlo visoke frekvencije (VOR)	163
11.11.1 Indikator odstupanja od putnog ugla i indikator horizontalne situacije .	165
11.11.2 Princip rada VOR-a.....	166
11.11.3 Karakteristike signala VOR zemaljske stanice	166
11.11.3.1 Stvaranje signala zemaljske stanice.....	167
11.11.4 Faktori koji utiču na domet VOR-a.....	168
11.11.5 Faktori koji utiču na tačnost VOR-a	169
11.11.6 Korišćenje VOR-a.....	170
11.11.7 Letenje na VOR	171
11.12 Uređaj za merenje rastojanja	172
11.12.1 Princip rada uređaja za merenje rastojanja.....	174
11.12.2 Tačnost uređaja za merenje rastojanja	175
11.13 Radio tehnički sistem TACAN	175
11.13.1 Zemaljski TACAN radio far	176
11.14 Radio tehnički sistem VORTAC.....	177
11.15 Prostorna navigacija.....	178
11.15.1 Mogućnosti RNAV	179
11.15.2 Digitalni računari prostorne navigacije	182
11.15.3 Operativno korišćenje sistema	183
11.16 Sistem za instrumentalno sletanje.....	184
11.16.1 Korišćenje lokalajzera	187
11.16.2 Korišćenje ugla poniranja	188
11.16.3 Lažni ugao poniranja.....	190

11.16.4	Vertikalna brzina i drugi proračuni	191
11.16.5	Blok šema ILS prijemnika	192
11.17	Mikrotalasni sistem za sletanje – MLS	193
11.17.1	Princip rada MLS	194
11.18	Radio sistemi za daleku navigaciju (na velika rastojanja)	197
11.18.1	Princip rada hiperboličkog sistema navigacije LORAN	200
11.18.2	Princip rada radio sistema LORAN-A	201
11.18.3	Princip rada radio sistema LORAN-C	203
11.18.4	Globalni navigacijski sistem – OMEGA	206
11.18.4.1	Komponente OMEGA sistema	208
11.18.5	Navigacijski sistem DECCA	209
11.18.6	Navigacijski sistem CONSOL	211
11.18.7	Ostali navigacijski sistemi	214
Glava 12 – DOPPLER NAVIGACIJA.....		217
12.1	Uvod	217
12.2	Sastav Doppler navigacionog sistema	218
12.3	Fundamentalni principi Doppler radara	220
12.4	Mehanizam snopa Doppler radara	220
Glava 13 – INERCIJALNI NAVIGACIJSKI SISTEM		225
13.1	Princip rada	225
13.2	Greške inercijalnog sistema	228
13.3	Efekat greške ubrzanja	230
13.4	Efekat žiroskopskog odstupanja	231
13.5	Inercijalni sistemi bez platforme	232
13.6	Optički žiroskopi	233
13.7	Upravljanje IN sistemom	235
13.8	Sistemi dodati INS-u i Kalman filteri	237
13.9	Upravljanje specijalnim navigacijskim sistemima i moderni elektronski sistemi	238
Glava 14 – GLOBALNI NAVIGACIJSKI SATELITSKI SITEM		241
14.1	Uvod	241
14.2	Orbitalna mehanika	242
14.3	Oblast vidljivosti navigacijskih satelita	243
14.4	Struktura signala GNSS	245
14.5	Daljinomerni GNSS	246
14.6	Algoritam navigacijskih zadataka	250
14.7	Faktori koji utiču na tačnost satelitskog navigacionog sistema	252
14.8	Eksploatacioni zahtevi pri korišćenju GNSS	253
14.9	Poboljšana verzija GPS – DGPS	253
14.10	Oblast DGPS pokrivanja	254
14.11	Zahtevi za GPS opremu	256
14.12	Navigacija sa GPS-om	257
14.13	Integrisani GPS/INS	258

Glava 15 – SISTEM ZA UPRAVLJANJE LETOM – Flight Management System.....	261
15.1 Uvod	261
15.2 Navigacija i upravljanje	262
15.3 Optimizacija putanje leta i prikazivanje performansi	263
15.4 Kontrola profila leta.....	264
15.5 Operativni modovi	264
15.6 4D upravljanje leta.....	265
Glava 16 – MERENJE VREMENA.....	267
16.1 Osnovi merenja vremena	267
16.2 Zavisnost između zvezdanog vremena, časovnog ugla i rektascenzije nebeskog tela	269
16.3 Pravo sunčano vreme	270
16.4 Srednje sunčano vreme	271
16.5 Vremensko izjednačenje	272
16.6 Sistem očitavanja vremena	273
16.6.1 Mesno vreme.....	274
16.6.2 Zavisnost između vremena i geografske dužine.....	274
16.6.3 Određivanje mesnog vremena u zadanoj tački.....	275
16.6.4 Griničko vreme	276
16.6.5 Zonsko vreme.....	277
16.6.6 Karta časovnih zona.....	278
16.6.7 Dekretno vreme.....	279
16.6.8 Moskovsko vreme.....	279
16.6.9 Zavisnost među vremenima	280
16.6.10 Linija smene dana	282
16.6.11 Period večernjeg sutona i jutarnjeg svitanja.....	282
Glava 17 – OSNOVI ASTRONOMSKE NAVIGACIJE.....	285
17.1 Uvod	285
17.2 Sistem nebeskih koordinata	286
17.2.1 Horizontalni sistem koordinata	286
17.2.2 Ekvatorijalni sistem koordinata.....	287
17.2.2.1 Grinički časovni ugao – GHA (t_G)	288
17.2.2.2 Mesni časovni ugao – LHA (t_M).....	289
17.3 Polarni trougao.....	291
17.4 Određivanje astronomske linije položaja i pozicije vazduhoplova pomoću nebeskih tela.....	293
17.5 Popravka izmerene visine nebeskog tela.....	296
17.6 Popravka za obrtanje Zemlje.....	298
17.7 Određivanje astronomske linije položaja i njeno prikazivanje na karti	300
17.8 Automatski sistemi astronavigacije	303
Glava 18 – KINEMATIKA RELATIVNOG KRETANJA VAZDUHOPLOVA	305
18.1 Uvod	305
18.2 Sistem za upozoravanje i izbegavanje sudara (TCAS)	307
18.2.1 Komponente sistema TCAS (slika 18.2).....	308

Glava 19 – NAVIGACIJA U POLARNIM OBLASTIMA	311
19.1 Osnovni principi	311
19.2 Astronomski kompas	316
Glava 20 – TAČNOST ODREĐIVANJA POZICIJE.....	317
20.1 Osnovni principi	317
20.2 Verovatnoća letenja u vazdušnom koridoru.....	325
20.3 Metod određivanja radnih oblasti radio-navigacionih sredstava.....	326
Glava 21 – EKONOMIKA GORIVA U PROCESU UPRAVLJANJA VAZDUHOPLOVA.....	333
21.1 Princip ocene navigacijskog obezbeđenja ekonomičnosti letenja.....	333
21.2 Navigacijsko obezbeđenje ekonomičnosti, organizacija i planiranje letenja	334
21.3 Navigacijsko obezbeđenje ekonomičnosti u procesu pripreme za let	337
21.4 Automatski sistem navigacijskog obezbeđenja leta	339
21.5 Navigacijsko obezbeđenje ekonomičnosti letenja po maršruti	339
21.6 Navigacijski aspekt ekonomičnosti pri letenju u oblasti aerodroma	345
Glava 22 – OSNOVE DINAMIKE LETA I MANEVRA	347
22.1 Jednačine dinamike leta	347
22.2 Proračun prostornog manevra vazduhoplova.....	348
22.3 Inženjerski navigacijski proračun goriva.....	352
Osnovne skraćenice i oznake prikazane u knjizi.....	355
Vazduhoplovni akronimi	357
Literatura	361
Prilog br. 1 – Osnovi sferne trigonometrije	365
Prilog br. 2 – Izračunavanje azimuta i rastojanja na elipsoidu	373
Prilog br. 3 – Tablica meridijanskog uvećanja	377
Prilog br. 4 – Tablica dužina stepena geografske širine i dužine	387
Prilog br. 5 – Horizont i poluprečnik vidljivosti	389
Prilog br. 6 – Izvodi iz vazduhoplovnog godišnjaka (AIR ALMANAH)	391
Prilog br. 7 – Primarni pilotski pokazivač.....	403
Prilog br. 8 – Navigacijski pokazivač.....	405