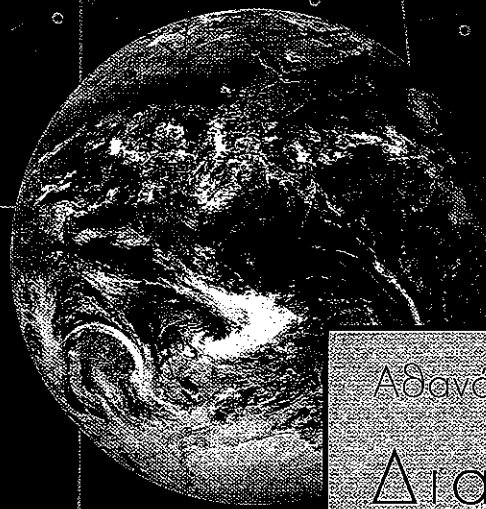




Αθανάσιος Δερμάνης

Διαστημική
Γεωδαισία και
Γεωδυναμική

GPS

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Περιεχόμενα

Οδηγός συμβολισμού.....	ix
Συντμήσεις	xi
Εισαγωγή	1
1 Η γη	
1.1. Γενικά χαρακτηριστικά και παράμετροι.....	5
1.2. Το εσωτερικό της γης.....	9
1.3. Μετάθεση των ηπείρων και τεκτονικές πλάκες.....	12
1.4. Το μαγνητικό πεδίο της γης.....	18
1.5. Η ατμόσφαιρα της γης.....	22
1.6. Οι παραμορφώσεις της γης - Οι παλίρροιες.....	24
Παράρτημα Α: Το δυναμικό έλξης της γης	30
Παράρτημα Β: Το παλίρροιακό δυναμικό	36
Παράρτημα Γ: Παραμόρφωση της ελαστικής γης και αριθμοί του Love	42
2 Συστήματα αναφοράς και χρόνου	
2.1. Συστήματα αναφοράς και περιστροφή της γης.....	45
2.1.1. Αδρανειακό και επίγειο σύστημα αναφοράς.....	45
2.1.2. Το διάνυσμα της ταχύτητας περιστροφής.....	49
2.1.3. Δυναμική περιγραφή της περιστροφής της γης	55
2.1.4. Κλασσική περιγραφή της περιστροφής της γης.....	57
2.1.5. Μετάπτωση και κλόνηση. Μέσο και αληθές ουράνιο σύστημα.....	58
2.1.6. Συμβατικό και αληθές επίγειο σύστημα αναφοράς.....	64
2.1.7. Σχέσεις μεταξύ σφαιρικών συντεταγμένων στα διάφορα συστήματα αναφοράς	66
2.1.8. Γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς.....	67
2.2. Συστήματα χρόνου.....	69
2.2.1. Δυναμικός χρόνος.....	70
2.2.2. Αστρικός και παγκόσμιος χρόνος.....	71
2.2.3. Ατομικός χρόνος.....	76
2.2.4. Ιδανικά και πραγματικά χρονόμετρα	78
2.3. Υλοποίηση των συστημάτων αναφοράς - Η Διεθνής Υπηρεσία Περιστροφής της Γης (IERS).....	80
2.4. Ο ρόλος της θεωρίας της σχετικότητας.....	85

3	Οι τροχιές των δορυφόρων	91
3.1.	Εξισώσεις κίνησης και νόμοι του Kepler	91
3.2.	Εξήγηση των νόμων του Kepler με βάση τους νόμους του Νεύτωνα	94
3.2.1.	Η έλλειψη σε πολικές συντεταγμένες	94
3.2.2.	Η δευτεροβάθμια διαφορική εξίσωση της έλλειψης	95
3.2.3.	Η τροχιά σε ένα κεντρικό πεδίο δυνάμεων	96
3.2.4.	Η τροχιά σύμφωνα με το νόμο της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα	98
3.2.5.	Μετατροπή της εξίσωσης της τροχιάς στη μορφή $r = r(\theta)$	99
3.2.6.	Το ολοκλήρωμα της ενέργειας	99
3.2.7.	Διανυσματική ολοκλήρωση των εξισώσεων κίνησης	102
3.2.8.	Η έλλειψη του Kepler στο χώρο	104
3.2.9.	Η σχέση ανάμεσα στο διάνυσμα κατάστασης και τα στοιχεία του Kepler	110
3.3.	Οι τροχιές των δορυφόρων κάτω από την επίδραση της γήινης έλξης	111
3.3.1.	Οι εξισώσεις κίνησης εκφρασμένες με τα στοιχεία του Kepler	111
3.3.2.	Η συνάρτηση δυναμικού εκφρασμένη σε στοιχεία Kepler	116
3.3.3.	Η επίδραση του ισημερινού εξογκώματος στην τροχιά του δορυφόρου	121
3.4.	Σχεδιασμός των δορυφορικών τροχιών	124
3.5.	Άλλες επιδράσεις στις τροχιές των δορυφόρων	133
3.5.1.	Η έλξη της σελήνης και του ήλιου	134
3.5.2.	Η επίδραση των παλιρροιών	136
3.5.3.	Η επίδραση της ατμοσφαιρικής τριβής	138
3.5.4.	Η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας	139
3.5.5.	Η επίδραση της θεωρίας της σχετικότητας	140
4	Η περιστροφή της γης	141
4.1.	Οι εξισώσεις της περιστροφικής κίνησης	141
4.2.	Οι εξισώσεις Liouville	143
4.3.	Διάφορες προσεγγίσεις στον προσδιορισμό της περιστροφής της γης	146
4.4.	Εναλλακτικές μέθοδοι επίλυσης των εξισώσεων περιστροφής	148
4.5.	Η περιστροφή της στερεάς γης	151
4.5.1.	Γραμμικοποίηση των εξισώσεων Euler	151
4.5.2.	Η ελεύθερη περιστροφή	154
4.5.3.	Γεωμετρική περιγραφή της ελεύθερης περιστροφής	157
4.5.4.	Η εξαναγκασμένη περιστροφή	161

4.5.5.	Γεωμετρική περιγραφή της εξαναγκασμένης περιστροφής.....	163
4.5.6.	Η θεωρία του Woolard.....	165
4.5.7.	Η θεωρία του Kinoshita.....	168
4.6.	Η περιστροφή της ελαστικής γης.....	172
4.6.1.	Η ελεύθερη περιστροφή της ελαστικής γης.....	175
4.6.2.	Η εξαναγκασμένη περιστροφή της ελαστικής γης.....	176
4.6.3.	Γεωμετρική περιγραφή της περιστροφής της ελαστικής γης.....	178
4.6.4.	Μεταβολές στην ταχύτητα περιστροφής της ελαστικής γης.....	184
4.7.	Περιστροφή της γης με ελαστικό μανδύα και ρευστό πυρήνα.....	186
4.7.1.	Η θεωρία των Sasao, Okubo, Saito.....	191
4.7.2.	Η θεωρία του Wahr.....	197
5	Μετάδοση και επεξεργασία σημάτων	
5.1.	Στοιχειώδεις έννοιες της μετάδοσης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων...	199
5.2.	Σειρές Fourier και μετασχηματισμός Fourier.....	205
5.3.	Σήματα ενέργειας.....	213
5.4.	Σήματα ισχύος.....	215
5.5.	Γραμμικά συστήματα και φίλτρα.....	216
5.6.	Διαμόρφωση.....	222
5.7.	Μίξη σημάτων με τη μέθοδο της πολυπλεξίας.....	231
5.8.	Ετεροδύνωση.....	234
5.9.	Μετάδοση ψηφιακών σημάτων.....	236
5.10.	Συσχέτιση ψηφιακών σημάτων.....	240
5.11.	Η επίδραση της ατμόσφαιρας στη μετάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων	247
5.11.1.	Η επίδραση της τροπόσφαιρας.....	248
5.11.2.	Η επίδραση της ιονόσφαιρας.....	253
5.12.	Η επίδραση της θεωρίας της σχετικότητας.....	254
6	Διαστημικά συστήματα και μέθοδοι παρατηρήσεων	
6.1.	Η μέθοδος των διευθύνσεων.....	257
6.2.	Μετρήσεις αποστάσεων με ηλεκτρομαγνητικά σήματα.....	259
6.3.	Το φαινόμενο Doppler.....	262
6.4.	Μετρήσεις με βάση το φαινόμενο Doppler.....	264
6.5.	Το σύστημα DORIS.....	269
6.6.	Μετρήσεις αποστάσεων με Laser (SLR).....	271
6.7.	Μετρήσεις αποστάσεων γης-σελήνης με Laser (LLR).....	280
6.8.	Συμβολομετρία πολύ μεγάλης βάσης (VLBI).....	283
6.9.	Παρατηρήσεις από δορυφόρο σε δορυφόρο (SST).....	291

6.10. Δορυφορική βαθμιδομετρία	293
6.11. Δορυφορική αλτιμετρία	298
6.12. Προσδιορισμός του πεδίου βαρύτητας	303
7 Το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS)	
7.1. Γενική περιγραφή	313
7.2. Το τμήμα ελέγχου	317
7.3. Το δορυφορικό τμήμα	319
7.4. Δομή των δορυφορικών σημάτων	323
7.5. Δημιουργία των κωδίκων PRN	330
7.6. Δομή του μηνύματος των δεδομένων	333
7.7. Δομή της "μεταδιδόμενης εφημερίδας" του GPS	335
7.8. Υπολογισμός του χρόνου και της τροχιάς	336
7.9. Μέθοδοι σκόπιμης μείωσης της ακρίβειας του συστήματος	340
7.10. Δέκτες GPS	341
7.11. Τύποι δεκτών	342
7.12. Η επεξεργασία των σημάτων στο δέκτη	343
7.13. Τεχνικές χωρίς γνώση του κώδικα	348
7.14. Παρατηρήσεις του συστήματος GPS	353
7.14.1. Παρατηρήσεις ψευδοαποστάσεων από κώδικες	353
7.14.2. Παρατηρήσεις ψευδοαποστάσεων για γεωδαιτικούς σκοπούς	356
7.14.3. Παρατηρήσεις φάσεων της φέρουσας συχνότητας	358
8 Η ανάλυση των παρατηρήσεων GPS	
8.1. Μαθηματικά μοντέλα	363
8.2. Συνόρθωση με αδιάφορες παραμέτρους	372
8.3. Απαλοιφή αδιάφορων παραμέτρων με διαφορές παρατηρήσεων	375
8.4. Η ευαισθησία των παρατηρήσεων ως προς τις άγνωστες παραμέτρους	380
8.5. Η συσχέτιση των διαφορών	383
8.6. Γραμμικοί συνδυασμοί παρατηρήσεων	387
8.7. Συνόρθωση με σκέραιες παραμέτρους	402
8.8. Προσδιορισμός των απωλειών κύκλων	410
8.9. Προσδιορισμός των ακεραίων απροσδιοριστιών	417
8.10. Τοπογραφικές εφαρμογές του GPS	426
8.11. Αντί επιλόγου	436
Βιβλιογραφία - Πηγές στο διαδίκτυο	439
Ευρετήριο	445