

X. Ευθυμιόπουλος, Ερευνητής Β'

1. Applications of Nekhoroshev theory in the solar system and in extrasolar planetary systems (συνεργασία με τον Δρ. Christoph Lhotka, postdoctoral fellow, Department of Applied Mathematics, University Roma II, Tor Vergata).

Το εν λόγω πρόγραμμα αποτελεί συνέχεια παλαιότερης μελέτης μας (ευστάθεια των Τρωικών αστεροειδών στο ηλιακό σύστημα), που ήταν το κύριο θέμα της διατριβής του C. Lhotka υπό την συν-επίβλεψη του ερευνητού X. Ευθυμιόπουλου και του Καθηγητού R. Dvorak (Πανεπιστήμιο Βιέννης). Στο παρόν πρόγραμμα μελετούμε την εφαρμογή της θεωρίας ευστάθειας Nekhoroshev των μη-γραμμικών χαμιλτονιανών δυναμικών συστημάτων στο πρόβλημα της ευστάθειας αστεροειδών που βρίσκονται σε περιοχές συντονισμού “μέσης κίνησης” (mean motion resonances) με τον κύριο “διαταρακτικό” πλανήτη ενός πρότυπου ηλιακού συστήματος. Στο δικό μας ηλιακό σύστημα, ως κύριος διαταρακτικός πλανήτης θεωρείται ο Δίας, και ο συντονισμός που επιλέχθηκε προς μελέτη είναι ο συντονισμός 3:1 που εντάσσεται στην κύρια ζώνη αστεροειδών του ηλιακού συστήματος.

Στη μελέτη αυτή, υπολογίζονται με τη βοήθεια ειδικού προγράμματος υπολογιστικής άλγεβρας (κατασκευή κώδικα: X. Ευθυμιόπουλος), αναπτύγματα των διαταρακτικών λύσεων σε μορφή σειράς ως προς κατάλληλες μεταβλητές “γωνίας - δράσης” (αναπτύγματα Delaunay) οι οποίες αντιπροσωπεύουν, σε φυσικούς όρους, όλες τις δυνατές ταλαντώσεις ενός αστεροειδούς πάνω στο επίπεδο της εκλειπτικής. Οι εν λόγω σειρές είναι εν γένει αποκλίνουσες. Ωστόσο, αποκοπή τους σε κατάλληλη τάξη δίνει ένα πεπερασμένο υπόλοιπο, το μέγεθος του οποίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να εκτιμηθεί θεωρητικά ο χρόνος πρακτικής ευστάθειας, ο χρόνος δηλαδή για τον οποίο οι αστεροειδείς παραμένουν στη γειτονία του συντονισμού 3:1. Εντοπίζεται έτσι ο πληθυσμός των αστεροειδών οι οποίοι διατηρούν ευσταθή κίνηση καθ'όλη τη διάρκεια ζωής του ηλιακού συστήματος. Ο ανωτέρω θεωρητικός υπολογισμός συγκρίνεται τέλος με τη μελέτη της κατανομής των πραγματικά παρατηρούμενων αστεροειδών.

Οι σχετικοί υπολογισμοί (X. Ευθυμιόπουλος, C. Lhotka) για όλη την περιοχή του συντονισμού 3:1 βρίσκονται σε εξέλιξη. Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα εγγυώνται την ευστάθεια Nekhoroshev για ένα εύρος τιμών του μεγάλου ημιάξονα (major semi-axis) και της “ιδίας” εκκεντρότητας (proper eccentricity) εύρους περίπου 0.1 αστρονομικών μονάδων και 0.05 αντίστοιχα γύρω από την “εξαναγκασμένη” (forced) τιμή, που είναι ίση με την εκκεντρότητα του Διός (0.049). Στους μέχρι τώρα υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν αναπτύγματα μέχρι την 25η τάξη γύρω από τις διαταραχές της εκκεντρότητας. Ηδη όμως επαναλαμβάνεται ο υπολογισμός μέχρι την 40η τάξη χρησιμοποιώντας για το σκοπό αυτό έναν ειδικό υπολογιστή μεγάλης ισχύος που παρέχεται από το πανεπιστήμιο Ρώμης. Ο X. Ευθυμιόπουλος μετέβη στο Παν/μιο Ρώμης το Μάιο του 2010, όπου έδωσε σχετική διάλεξη. Στο επόμενο στάδιο προβλέπεται η γενίκευση των υπολογισμών στην περίπτωση κίνησης σε τρεις διαστάσεις (“χωρικό πρόβλημα”) όπου περαιτέρω διάχυση των αστεροειδών μπορεί να προκληθεί με το λεγόμενο μηχανισμό Arnold.