

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



Πτυχιακή εργασία

ΕΔΩΝΜ ΙΣΟΤΡΟΠΙΚΗΣ ΤΥΡΒΗΣ

Μιχάλης Πιερής

Λεμεσός 2016

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

ΕΔΩΝΙΜ ΙΣΟΤΡΟΠΙΚΗΣ ΤΥΡΒΗΣ

Μιχάλης Πιερής

Σύμβουλος καθηγητής
Δρ. Ευάγγελος Ακύλας

Λεμεσός 2016

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Μιχάλης Πιερός, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου, κ. Ευάγγελο Ακύλα για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την υπομονή του και τη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε καθόλη τη διάρκεια της δουλειάς μου. Οφείλω ευχαριστίες στην απόφοιτο του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου, Νίκη Κάτζη για την πολύτιμη βοήθεια της. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την καθηγήτρια κ. Μαρία Θεοδώρου που με στήριξε στις δύσκολες στιγμές. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά της ισοτροπικής τύρβης και η εξέλιξη της υπό συνθήκες γραμμικής φόρτισης. Συγκεκριμένα αναπτύχθηκε κώδικας για την επίλυση EDQNM ισοτροπικής τύρβης σε συνθήκες γραμμικής φόρτισης. Το ενεργειακό φάσμα της κινητικής ενέργειας της τύρβης και οι κυματαριθμοί διακριτοποιήθηκαν σε ζώνες εύρους $\Delta k = 1$, οπότε και οι χαρακτηριστικοί κυματαριθμοί που χρησιμοποιήθηκαν κείνται στο μέσω των ζωνών και για την ακρίβεια στα ημι-ακέραια, 0.5, 1.5, 2.5, Κατ'αυτόν τον τρόπο όλα τα ολοκληρώματα στην αρχική διατύπωση του μοντέλου έχουν αντικατασταθεί από αθροίσματα σε όλο το εύρος των χρησιμοποιούμενων κυματαριθμών που στην περίπτωση μας ήταν 64.

Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε γράφτηκε σε Microsoft Visual Basic και υλοποιήθηκε μέσω φύλλου εργασίας του Excel. Η αρχικοποίηση μέσω αρχικού φάσματος και οι παράμετροι του προβλήματος καθορίζονται με φιλικό τρόπο από το χρήστη μέσα στα προκαθορισμένα φύλλα του excel και τα αποτελέσματα επίσης καταγράφονται σε επιλεγμένα χρονικά βήματα. Για την ολοκλήρωση κάθε χρονικού βήματος απαιτούνται περίπου ένα-δύο δευτερόλεπτα υπολογιστικού χρόνου σε ένα τυπικό υπολογιστή. Φυσικά αυτός ο χρόνος περίπου οκταπλασιάζεται κάθε φορά που διπλασιάζεται το πλήθος των επιλυόμενων κυματαριθμών.

Επιλύθηκαν τρεις περιπτώσεις γραμμικής φόρτισης σε αριθμούς Re_λ από 30 έως 50 που παρουσιάζονται εκτενώς και σε ιστορικά DNS. Η σύγκριση των χαρακτηριστικών των τελικών φασμάτων σε κατάσταση στατιστικής ισορροπίας εμφανίζει σημαντική ομοιότητα στη μορφή με τα αντίστοιχα φάσματα από τα DNS, ειδικά στην αδρανειακή περιοχή αν και οι ουρές των φασμάτων που προέκυψαν είναι περισσότερο απότομες. Επιπλέον τα στατιστικά χαρακτηριστικά της ισορροπίας ως προς τα μεγέθη της κινητικής ενέργειας και των χαρακτηριστικών κλιμάκων της τύρβης προέκυψαν σε απόλυτη συμφωνία.

ABSTRACT

In this Thesis we studied the characteristics of isotropic turbulence and its evolution under linear forcing conditions. Specifically, a code was developed to resolve EDQNM isotropic turbulence under linear forcing conditions. The turbulent kinetic energy spectrum and the wavenumbers were discretized at bandwidths of $\Delta k=1$, therefore the wavenumbers used lie in the middle of each zone and specifically at the half-integers 0.5, 1.5, 2.5, ... Thus all the integrals in the original version of the model have been replaced with sums over all the range of the wavenumbers that were used which in the resolved cases were 64.

The code was developed in the Microsoft Visual Basic environment and implemented through the Excel worksheet. The initialization using the original spectrum and the parameters of the problem, are defined in a friendly way directly by the user within the predefined Excel worksheets and the results are recorded at selected time steps. It takes about a couple of seconds of calculating time on a typical computer to complete each time step. However, the calculations take 8 times longer to complete, every time the number of resolved wavenumbers is doubled.

Three cases of linear forcing were resolved in Re_λ numbers ranging from 30 to 50 which have been extensively presented on historical DNS. The comparison of the characteristics of the final spectra in the statistical equilibrium exhibits significant similarity in the form with the corresponding spectra of DNS, especially in the inertial range although the obtained tails of the spectra were steeper. Furthermore, the statistical characteristics of the equilibrium compared to the size of the kinetic energy and the characteristic scales of turbulence resulted in a complete agreement.