

AAVSO

Εγχειρίδιο για την οπτική παρατήρηση των μεταβλητών αστέρων



Αναθεωρημένη Έκδοση – Μάρτιος 2013
Μετάφραση στα ελληνικά – Οκτώβριος 2015

The **American Association of Variable Star Observers**

49 Bay State Road
Cambridge, Massachusetts 02138 U. S. A.

Tel: 617-354-0484
Fax: 617-354-0665
Email: aavso@aavso.org
Web: <http://www.aavso.org>

Copyright 2015

by the American Association of Variable Star Observers

49 Bay State Road
Cambridge, MA 02138
U. S. A.

ISBN 978-1-939538-15-4

Πρόλογος για την έκδοση 2013

Με ιδιαίτερη χαρά σας παρουσιάζουμε τη βελτιωμένη και αναθεωρημένη έκδοση του Εγχειριδίου για την Οπτική Παρατήρηση των Μεταβλητών Αστέρων που σκοπό έχει να αποτελέσει ένα κατατοπιστικό οδηγό για την παρατήρηση μεταβλητών άστρων. Το εγχειρίδιο παρέχει επικαιροποιημένες πληροφορίες για το πώς πραγματοποιούνται και υποβάλλονται οι παρατηρήσεις στην AAVSO και είναι γραμμένο από ειδικούς στην οπτική παρατήρηση.

Για νέους παρατηρητές, είναι ένα ουσιώδες εργαλείο από το οποίο κάποιος μπορεί να συλλέξει όλες τις αναγκαίες πληροφορίες για να ξεκινήσει πρόγραμμα παρατηρήσεων μεταβλητών άστρων. Επίσης, οι βετεράνοι και έμπειροι παρατηρητές – όπως κι όσοι επιστρέφουν στην παρατήρηση μεταβλητών άστρων – θα το βρουν χρήσιμο ως πηγή αναφοράς ή ως το κείμενο που θα ανανεώσει το ενδιαφέρον και θα βοηθήσει να εξερευνήσουν νέους τομείς της παρατήρησης μεταβλητών άστρων.

Αυτό το εγχειρίδιο θα σας εξοικειώσει με τις τυποποιημένες διαδικασίες της παρατήρησης μεταβλητών αστέρων οι οποίες είναι πολύ σημαντικό τμήμα της πραγματοποίησης και υποβολής τους στην AAVSO.

Μέσα θα βρείτε νέες πληροφορίες που παρουσιάζονται σε εύχρηστη μορφή, με κεφάλαια που έχουν ομαδοποιηθεί ως προς το θέμα τους. Σελίδες μπορούν να τοποθετηθούν σε πλαστικές θήκες ή να ενσωματωθούν στις σημειώσεις παρατηρήσεων από όσους θέλουν να έχουν μαζί τους ουσιώδεις πληροφορίες.

Ανεξάρτητα από το αν είστε αρχάριος ή πεπειραμένος παρατηρητής ή ακόμα μη ενεργός ερασιτέχνης, ελπίζουμε πως αυτό το εγχειρίδιο θα βοηθήσει να αυξήσετε τη γνώση σας για τα θεμελιώδη της παρατήρησης μεταβλητών αστέρων και να βελτιώσετε τη δραστηριότητά σας στο τηλεσκόπιο. Ακόμα, θα σας δώσει περισσότερη απόλαυση και ικανοποίηση έχοντας πραγματική συμμετοχή στην επιστήμη της Αστρονομίας Μεταβλητών Αστέρων.

Οι πληροφορίες αυτού του εγχειριδίου έχουν συλλεγεί από αρκετές δημοσιεύσεις της AAVSO και επεξεργάστηκαν από τη Sara J. Beck, του τεχνικού τμήματος της AAVSO. Ευχαριστώ ειλικρινά τη Sara για την εξαιρετική εργασία που έκανε στην προετοιμασία αυτού του έργου.

Επιπρόσθετα, πολλά μέλη και προσωπικό της AAVSO συνεισέφεραν με πολύτιμα σχόλια και συμβουλές στο παρόν εγχειρίδιο. Πολλές ευχαριστίες στους/στις Carl Feehrer, Peter Guibault, Gene Hanson, Haldun Menali, Paul Norris, John O'Neill, Ron Royer, Michael Saladyga, Mike Simonsen, Matthew Templeton, Elizabeth Waagen και Doug Welch. Επίσης, ευχαριστούμε τον κ. Στέλιο Κλειδή που επιμελήθηκε τη μετάφραση αυτού του εγχειριδίου.

Arne A. Henden, Πρώην Διευθυντής της AAVSO
Στέλλα Καυκά, Διευθύντρια της AAVSO

...είναι γεγονός πως μόνο μέσω της παρατήρησης μεταβλητών άστρων μπορεί ο ερασιτέχνης αστρονόμος να αξιοποιήσει τον «ταπεινό» εξοπλισμό του για πρακτική χρήση και να επεκτείνει περαιτέρω την αναζήτηση της γνώσης μέσω της εφαρμογής της στην ευγενέστερη των επιστημών...

—William Tyler Olcott, 1911

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	v
Τι είναι οι μεταβλητοί αστέρες; Γιατί μελετώνται οι μεταβλητοί αστέρες; Ποιά είναι η AAVSO;	
Κεφάλαιο 1 – ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΕΣ	1–6
Οργανώνοντας ένα Πρόγραμμα Παρατηρήσεων	1
Αναγκαίος Εξοπλισμός	3
Κεφάλαιο 2 – ΧΑΡΤΕΣ ΕΥΡΕΣΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ	7–13
Κεφάλαιο 3 – ΚΑΝΟΝΤΑΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	14–23
Οδηγίες Βήμα προς βήμα	14
Πρόσθετες Τεχνικές Παρατηρήσεων	16–21
Οπτικό Πεδίο (Field of View)	16
Προσανατολισμός των Χαρτών	16–18
Η Κλίμακα των Μεγεθών	18–19
Οριακό Μέγεθος	19
Εντοπισμός / Αναγνώριση του Μεταβλητού	19
Εκτιμώντας τη Λαμπρότητα του μεταβλητού	20
Τήρηση Αρχείου	21
Κεφάλαιο 4 – ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ	24–32
Ονοματολογία Μεταβλητών Αστέρων	24
Πίνακας 4.1-Ονόματα & Συντομογραφίες Αστερισμών	25
Κατηγορίες Μεταβλητών Αστέρων	28–32
<i>Τι είναι η Καμπύλη Φωτός;</i>	28
Κεφάλαιο 5 – ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΝΔΕΙΞΗ ΧΡΟΝΟΥ	33–39
Οδηγίες Βήμα προς Βήμα	33
Παραδείγματα υπολογισμών	34
Κεφάλαιο 6 – ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΝΤΑΣ ΜΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ	40–42
Δημιουργώντας το Πρόγραμμα	40
Μια Τυπική Διαδικασία Παρατήρησης	41
Χρήσιμες Δημοσιεύσεις της AAVSO	42
Κεφάλαιο 7 – ΥΠΟΒΟΛΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΣΤΗΝ AAVSO	43–48
Υποβολή Αναφορών	43–45
Πρότυπο Οπτικών Παρατηρήσεων της AAVSO	45–48
Παράρτημα 1 – ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΦΩΤΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ ΠΟΛΥΤΕΙΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	49–56
Παράρτημα 2 – ΤΟΜΕΙΣ της AAVSO	57
Παράρτημα 3 – ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΗΓΕΣ	58–59
Παράρτημα 4 – ΟΝΟΜΑΤΑ ΑΣΤΕΡΩΝ	60–62
Ευρετήριο	63

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τι είναι οι Μεταβλητοί Αστέρες;

Οι Μεταβλητοί είναι αστέρες που αλλάζουν τη λαμπρότητά τους με το χρόνο. Τα άστρα συχνά μεταβάλλουν τη λαμπρότητά τους όταν είναι πολύ νέα ή πολύ γηρασμένα. Το αίτιο των μεταβολών μπορεί να είναι εσωτερικό (διόγκωση, συρρίκνωση, έκρηξη κλπ) ή να οφείλεται σε εξωγενείς παράγοντες όπως η έκλειψη δύο ή περισσότερων αστερών. Σήμερα, περισσότεροι από 250.000 μεταβλητοί – επιβεβαιωμένοι ή μη – είναι εγγεγραμμένοι στον κατάλογο. Τα περισσότερα άστρα πάντως, περιλαμβανομένων του Ήλιου και του Πολικού, αποδεικνύεται πως μεταβάλλουν τη λαμπρότητά τους αν μετρηθούν με υψηλή ακρίβεια.

Γιατί μελετώνται οι μεταβλητοί αστέρες;

Η μελέτη των μεταβλητών άστρων είναι στην πραγματικότητα η μελέτη της άγνωστης πορείας των αστερών. Πώς δημιουργούνται, πώς διάγουν το βίο τους και τι αλλαγές συμβαίνουν εσωτερικά ή εξωτερικά καθώς εξελίσσονται. Μαθαίνουμε για το χώρο γύρω τους, περιλαμβανομένων πλανητών ή άλλων συνοδών και την επίδραση που προκαλεί αυτή η συνύπαρξη. Τέλος, πώς ολοκληρώνουν τον κύκλο ζωής τους με βραδεία εξασθένηση της λαμπρότητας, με απώλεια της ατμόσφαιρας ή με βίαιη έκρηξή τους που τροφοδοτεί το σύμπαν με υλικά που δημιουργούν περισσότερα άστρα, πλανήτες κι εμάς.

Σχεδόν σε κάθε φάση της ζωής του, ένα άστρο μεταβάλλει τη φωτεινή του ενέργεια. Αν η μεταβολή είναι σχετικά μεγάλη και συμβαίνει σε ανθρώπινη κλίμακα χρόνου, εμείς οι παρατηρητές της AAVSO, μπορούμε να καταγράψουμε και να μελετήσουμε αυτές τις αλλαγές και το κάνουμε ήδη για περισσότερα από 100 έτη.

Σ' αυτό το χρόνο έχουμε μάθει για όλες τις κατηγορίες διακυμάνσεων της αστρικής ακτινοβολίας και πώς να τις ερμηνεύουμε. Κάποια άστρα μεταβάλλονται καθώς πάλλονται – στην πραγματικότητα αλλάζουν σχήμα διογκούμενα και κατόπιν συρρικνούμενα και πάλι – άλλοτε με ακριβή περίοδο και άλλοτε ακανόνιστα. Έχουμε δει αστέρες να μεταβάλλονται εξ' αιτίας κηλίδων που μετακινούνται στην επιφάνειά τους καθώς αυτά περιστρέφονται. Έχουμε παρατηρήσει αστέρες να υφίστανται εκλείψεις από μη ορατούς συνοδούς σε εξαιρετικά μικρές τροχιές γύρω από το κέντρο μάζας και πλέον μπορούμε να αναγνωρίσουμε πάρα πολύ μικρές αλλαγές φωτεινότητας καθώς ένας πλανήτης περνά μπροστά από το άστρο όπως το βλέπουμε από τη δική μας θέση.

Γίνεται φανερό ότι, όσο περισσότερο ερευνούμε, τόσο περισσότερους πλανήτες θα ανακαλύπτουμε γύρω από αστέρες. Γίνεται επίσης προφανές ότι όσο λεπτομερέστερα παρατηρούμε, τόσο θα βρίσκουμε πως κάθε άστρο είναι μεταβλητό ως ένα βαθμό σε κάποια τουλάχιστον περίοδο της ζωής του.

Ποιά είναι η αξία των οπτικών παρατηρήσεων;

Τελευταία γίνεται πολλή συζήτηση περί του τι μπορούν να κάνουν οι οπτικοί παρατηρητές ώστε να έχουν αξιόλογη συνεισφορά στην Επιστήμη. Ποιά μεταβλητά άστρα ενδιαφέρουν πραγματικά τους αστρονόμους και τι παρατηρήσεις μπορούν να οδηγήσουν σε περαιτέρω κατανόηση των ιδιοτήτων αυτών ή και άλλων άστρων; Δεν είναι μυστικό πως με την υψηλή ακρίβεια των CCD, με τις πολυάριθμες οργανωμένες ψηφιακές επισκοπήσεις (surveys) που καλύπτουν τον ουρανό – και τις ακόμα περισσότερες που θα ενταχθούν στο μέλλον – οι οπτικοί παρατηρητές θα πρέπει να είναι περισσότερο επιλεκτικοί στο τι παρατηρούν αν θέλουν να έχει νόημα η συνεισφορά τους στην επιστήμη. Και πάλι όμως, υπάρχουν πολλά που ο οπτικός παρατηρητής μπορεί να κάνει!

Πρώτα απ' όλα, αν και υπάρχουν σήμερα πολλές επισκοπήσεις με μεγάλα όργανα, δεν παρέχουν την ίδια κάλυψη που ιστορικά επιτυγχάνουν οι οπτικοί παρατηρητές. Για παράδειγμα, μόνο λίγες επισκοπήσεις καλύπτουν το ίδιο εύρος λαμπροτήτων με τους οπτικούς παρατηρητές. Τέτοια κάλυψη

απαιτεί πολλαπλές επισκοπήσεις – μικρότερα τηλεσκόπια για λαμπρά άστρα και μεγαλύτερα για τα πύο αμυδρά. Ακόμα, πολλές επισκοπήσεις γίνονται από συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή και έτσι εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες της αλλά και από την αξιοπιστία του εξοπλισμού. Επίσης έχουν συνήθως ένα περιορισμένο ρυθμό λίγων παρατηρήσεων για κάθε (τοπική) νύχτα που σημαίνει πως ένας στόχος μπορεί να παρατηρείται μόνο κατά ένα μικρό τμήμα του 24ώρου. Τέλος, ακόμα και για επισκοπήσεις των οποίων τα δεδομένα δημοσιεύονται πλήρως, δεν υπάρχει εγγύηση μόνιμης πρόσβασης από όλη την αστρονομική κοινότητα στις καμπύλες φωτός ή άλλα παράγωγα των δεδομένων αυτών. Επίσης δεν είναι σίγουρο πως η οποιαδήποτε επισκόπηση θα λειτουργεί στο διηλεκές καθώς θα περιορίζεται από προβλήματα χρηματοδότησης ή στελέχωσης με ερευνητές.

Ποιά είναι η AAVSO;

Η Αμερικανική Εταιρεία Παρατηρητών Μεταβλητών Αστέρων (American Association of Variable Star Observers – AAVSO) είναι ένας διεθνής, μη κερδοσκοπικός, επιστημονικός και εκπαιδευτικός οργανισμός ερασιτεχνών και επιστημόνων αστρονόμων που ενδιαφέρονται για τα μεταβλητά άστρα. Ιδρύθηκε το 1911 από τον William Tyler Olcott, ερασιτέχνη αστρονόμο και δικηγόρο κατ'επάγγελμα και τον Edward C. Pickering, διευθυντή του Αστεροσκοπείου του πανεπιστημίου του Harvard. Η AAVSO παρέμεινε τμήμα του συγκεκριμένου αστεροσκοπείου μέχρι το 1954, οπότε έγινε ένας ανεξάρτητος, ιδιωτικός ερευνητικός οργανισμός. Με έδρα στο Cambridge της Μασσαχουσέτης / ΗΠΑ, είχε – και συνεχίζει να έχει – σκοπό το συντονισμό, τη συλλογή, την επαλήθευση, την ανάλυση, τη δημοσίευση, την τήρηση αρχείου των παρατηρήσεων μεταβλητών άστρων που κυρίως γίνονται από ερασιτέχνες αστρονόμους και τη διάθεση αυτών των παρατηρήσεων σε επιστήμονες αστρονόμους, εκπαιδευτικούς και σπουδαστές. Κατά το 2013, με 1100 μέλη από 42 χώρες, είναι η μεγαλύτερη εταιρεία παρατηρητών μεταβλητών άστρων στον κόσμο.

Το 2013, το αρχείο της AAVSO περιέχει πάνω από 23 εκατομμύρια παρατηρήσεις περισσότερων των 12.000 αστέρων. Τουλάχιστον 2.000 παρατηρητές απ'όλο τον κόσμο υποβάλλουν περίπου μισό εκατομμύριο παρατηρήσεις ετησίως. Αυτές ελέγχονται για σφάλματα και προστίθενται στη Διεθνή Βάση Δεδομένων της AAVSO, η οποία είναι φόρος τιμής για την ικανότητα και την ενθουσιώδη αφοσίωση των παρατηρητών της AAVSO από το 1911.

Υπηρεσίες προς την Αστρονομική Κοινότητα

Τα δεδομένα της AAVSO – δημοσιευμένα ή μη – διατίθενται στους ανά τον κόσμο αστρονόμους μέσω του ιστοτόπου της (<http://www.aavso.org>) ή μετά από αίτημα στα γραφεία της. Οι υπηρεσίες της AAVSO αναζητούνται από τους αστρονόμους για τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- A. Επικαιροποιημένες και σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες για ασυνήθιστη αστρική δραστηριότητα.
- B. Υποστήριξη στον προγραμματισμό και την εκτέλεση παρατηρήσεων μεταβλητών άστρων με χρήση μεγάλων επίγειων ή τροχιακών τηλεσκοπίων.
- Γ. Υποστήριξη ταυτόχρονων οπτικών παρατηρήσεων και άμεση ενημέρωση για τη δραστηριότητά τους κατά τη διάρκεια επίγειων ή τροχιακών παρατηρήσεων.
- Δ. Συσχέτιση των οπτικών δεδομένων της AAVSO με φασματοσκοπικά, φωτομετρικά και πολωσιμετρικά δεδομένα πολλαπλών μηκών κύματος.
- E. Συνεργασία στη στατιστική ανάλυση της αστρικής συμπεριφοράς με τη χρήση μακρόχρονων δεδομένων της AAVSO.

Η συνεργασία ανάμεσα στην AAVSO και τους επιστήμονες αστρονόμους για πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο ή ταυτόχρονες οπτικές παρατηρήσεις έχει επιτρέψει την επιτυχή εκτέλεση πολλών παρατηρησιακών προγραμμάτων, ειδικότερα αυτών που χρησιμοποιούν δορυφόρους για την έρευνά

τους. Αυτές οι συνεργασίες περιλαμβάνουν παρατηρήσεις από: Apollo-Soyuz, HEAO 1 and 2, IUE, EXOSAT, HIPPARCOS, HST, RXTE, EUVE, Chandra, XMMNewton, Gravity Probe B, CGRO, HETE-2, Swift, and INTEGRAL. Ένας σημαντικός αριθμός σπάνιων συμβάντων έχει παρατηρηθεί με αυτούς τους δορυφόρους ως αποτέλεσμα της έγκαιρης ενημέρωσης από την AAVSO.

Υπηρεσίες προς παρατηρητές και εκπαιδευτικούς

Η AAVSO επιτρέπει στους παρατηρητές μεταβλητών άστρων να συνεισφέρουν ουσιαστικά στην αστρονομία αποδεχόμενη τις παρατηρήσεις τους, ενσωματώνοντάς τις στην βάση δεδομένων της, δημοσιεύοντάς τις και διαθέτοντάς τις στον επιστήμονα αστρονόμο. Η ενσωμάτωση των παρατηρήσεών σας στη Διεθνή Βάση Δεδομένων της AAVSO σημαίνει πως οι μελλοντικοί ερευνητές θα έχουν πρόσβαση σ'αυτές τις παρατηρήσεις, δίνοντάς σας την ευκαιρία να συνεισφέρετε στην επιστήμη του μέλλοντος όπως και του παρόντος.

Κατόπιν αιτήματος, η AAVSO θα βοηθήσει να σχεδιαστεί κατάλληλο πρόγραμμα παρατηρήσεων για μεμονωμένο ενδιαφερόμενο, για σύλλογο αστρονομίας, γυμνάσιο, λύκειο κλπ. Μ'αυτό τον τρόπο παρατηρητές, σπουδαστές και σχολές θα είναι σε θέση να κάνουν τη βέλτιστη χρήση των πόρων τους και να παράγουν πολύτιμα επιστημονικά στοιχεία. Η AAVSO μπορεί επίσης να βοηθήσει στη διδασκαλία παρατηρησιακών τεχνικών και στο να προτείνει άστρα που θα περιληφθούν σε πρόγραμμα παρατηρήσεων.