

Μικρό χρονικό της διαστημικής εποχής μας, Τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι

*Κωνσταντίνος Μαυρομάτης
Πρόεδρος Εταιρείας Αστρονομίας & Διαστήματος*

Εισαγωγή

Εφέτος έχουμε την επέτειο των 50 χρόνων από την εκτόξευση του πρώτου τεχνητού δορυφόρου της Γης, του «Σπούτνικ - 1», η οποία πραγματοποιήθηκε στις 4 Οκτωβρίου 1957. Ήταν η περίοδος που άνοιξαν οι ουρανοί και ο άνθρωπος μπήκε στο διαστημικό χώρο. Παρά δε το ότι, πολλές ήταν οι Κασσάνδρες που έλεγαν ότι το διάστημα θα χρησιμοποιηθεί για στρατιωτικούς σκοπούς –πράγμα πολύ ευνόητο για την εποχή εκείνη- εντούτοις σήμερα γνωρίζουμε ότι το διάστημα χρησιμοποιείται πλέον για ειρηνικούς σκοπούς, για την ανάπτυξη και ευημερία της ανθρωπότητας και για τη διευκόλυνση της ζωής του ανθρώπου. Ως ένα από τα πάμπολλα παραδείγματα του γεγονότος αυτού αποτελούν και οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι, που μπήκαν σε εφαρμογή από την πρώτη εκείνη εποχή και συνεχίζονται να εκτοξεύονται κατά δεκάδες και εκατοντάδες ακόμη κάθε χρόνο, τόσο από τις μεγάλες δυνάμεις, όσο και από τα μικρότερα σε οικονομική ισχύ κράτη. Μια σύντομη αναφορά στους δορυφόρους αυτούς θα επιχειρήσει η εισήγηση αυτή.

Από τη θέση αυτή επιθυμώ να ευχαριστήσω τον Γραμματέα της Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος, που έχει την έδρα της στο Βόλο Λουκά Ζαχειλά Δρ. αστρονομίας, και λέκτορα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις παρατηρήσεις και συμπληρώσεις που έκανε στην εισήγηση αυτή, προ παντός δε, για την εξασφάλιση και την επιμέλεια των εικόνων που αλιεύσε από το διαδίκτυο.

Γενικά

Ο τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος (Communication Satellites ή συγκεκριμένα Comsat) είναι ένας τεχνητός δορυφόρος που χρησιμεύει στις τηλεπικοινωνίες,

οι οποίες συνδέουν τα διαστημόπλοια με τους δέκτες που βρίσκονται στη Γη. Οι κεραιές του διαστημοπλοίου που εκπέμπουν και λαμβάνουν σήματα πρέπει να σκοπεύουν ακριβώς τους δίσκους των επιγείων κεραιών, ώστε να επιτυγχάνεται σήμα μέγιστης ισχύος. Για να μπορούν τα σήματα να διαπεράσουν την ιονόσφαιρα της Γης χρησιμοποιούνται πολύ υψηλές συχνότητες (VHF). Συνήθως χρησιμοποιούνται συχνότητες της περιοχής 100 - 3.000 μεγαχέρτζ (MHz). Τα διαστημόπλοια δεν εκπέμπουν σήματα συνεχώς, μολονότι οι ραδιοφάροι εντοπισμού εκπέμπουν σήματα συνεχώς για να εξασφαλιστεί η μόνιμη επαφή, ιδιαίτερα στις βολίδες του μακρινού διαστήματος. Οι πιο σημαντικές εφαρμογές των τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων είναι:

1. Τροχιακό ταχυδρομείο. Μόνο ο «Τέλσταρ - 1» μπορούσε να εκπέμψει περισσότερες λέξεις από όσες μπορούσαν να γράψουν στη γραφομηχανή 18.000 δακτυλογράφοι σε μια ημέρα εργασίας.
2. Τροχιακή εφημερίδα. Ένας που θέλει να διαβάσει την καθημερινή εφημερίδα, διαλέγει έναν από τις χιλιάδες διαύλους που διαθέτει η τηλεόραση και βλέπει την εφημερίδα που προβάλλεται μπροστά του.
3. Παγκόσμιες διασκέψεις. Πολλές διασκέψεις και συζητήσεις συγκαλούνται «μέσω δορυφόρου» και τα μέλη παραμένουν στη χώρα τους ή και στο σπίτι τους ακόμη.
4. Παγκόσμια τηλεόραση. Ήδη, από το 1967, τέσσερις τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι, τοποθετημένοι σε γεωσύγχρονη τροχιά, δυο πάνω από τον Ατλαντικό ωκεανό και δυο πάνω από τον Ειρηνικό, μεταδίδουν απ' ευθείας εκπομπές τηλεόρασης σε κάθε γωνιά της Γης. Ένας από τους πρώτους δορυφόρους της σειράς αυτής ήταν ο «Ηχώ - 1» (παθητικός), που εκτοξεύτηκε από τις ΗΠΑ, το 1960, και ήταν ορατός με γυμνό μάτι. Ο «Courier - IB» (1960) ήταν ο πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος, ο οποίος με διάφορα κανάλια μπορούσε να μεταβιβάσει 68.000 λέξεις το λεπτό. Άλλοι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι, από τους πρώτους των ΗΠΑ ήταν: «Τέλσταρ», «Ριλέν», «Σύνκομ» κ.ά. Ο «Ιντέλσατ - 4», εκτοξεύτηκε το 1971 και χειριζόταν 3.000 - 9.000 τηλεφωνικά δίκτυα ή 12 κανάλια έγχρωμης τηλεόρασης. Επίσης οι εθνικοί τεχνητοί δορυφόροι εξυπηρετούν ένα κράτος, όπως τον Καναδάς, τις ΗΠΑ κ.λπ.

Οι Ρώσοι άρχισαν να εκτοξεύουν, από το 1965, τους δορυφόρους «Μολνίγια», που μέχρι το 1980 έφθασαν τους 75, εκ των οποίων οι 28 έπαψαν να λειτουργούν και από το 1975 τους «Στασιονάρ», που ήταν γεωσύγχρονοι. Ένας πύραυλος «Τιτάν - 3» στις 18.1.1967 έθεσε σε τροχιά 8 δορυφόρους αναμετάδοσης για το δίκτυο τηλεπικοινωνίας των υπηρεσιών εθνικής άμυνας των ΗΠΑ σε ύψος 34.000 χλμ. Στο ίδιο ύψος βρίσκονταν άλλοι 7 δορυφόροι που είχαν εκτοξευθεί στις 16.6.1966. Όλοι οι δορυφόροι του δικτύου ήταν διαμοιρασμένοι κατά μήκος της τροχιάς έτσι, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης τηλεπικοινωνιών σχεδόν κάθε στιγμή. Οι 3 τελευταίοι δορυφόροι αυτού του δικτύου, που έπρεπε να περιλαμβάνει 18 δορυφόρους, εκτοξεύθηκαν την 1η.7.1967. Ο καθένας είχε διάμετρο 0,9 μ. και ζύγιζε 40 κιλά. Το δίκτυο άρχισε να λειτουργεί τον Ιούλιο του 1967, για την περιοχή του Ειρηνικού ωκεανού και λίγους μήνες αργότερα για όλον τον κόσμο. Από το

1976 υπάρχουν και οι ναυτικοί δορυφόροι, που εξυπηρετούν ειδικά τις επικοινωνίες των πλοίων με την ξηρά.

Οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι είναι γεωστατικοί, δηλ. μένουν σταθερά πάνω από ορισμένη γήινη θέση, ώστε να παίρνουν και να μεταδίδουν σήματα από ορισμένες περιοχές της Γης. Έτσι πάνω από την Ευρώπη βρίσκονται μόνιμα οι ευρωπαϊκοί δορυφόροι, πάνω από τον Ινδικό ωκεανό οι δορυφόροι της Ασίας κ.λπ. Το 1984 ένας τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος "Intelsat" εξυπηρετούσε 170 κράτη. Το υπουργείο άμυνας των ΗΠΑ έχει ένα ασφαλές σύστημα τηλεπικοινωνίας με χρήση δορυφόρων σε γεωστάσιμη, αλλά και σε χαμηλότερες τροχιές. Η Αγγλία διαθέτει στρατιωτικό δίκτυο δορυφόρων που εκτοξεύθηκαν από τις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι χρησιμοποιούνται ήδη για μεγάλη ποικιλία τεχνολογικών εφαρμογών, που αποβλέπουν στην παροχή υπηρεσιών στους πληθυσμούς μεμονωμένων περιοχών και χωρών του τρίτου κόσμου, όπως και στην εξυπηρέτηση εμπορικών αναγκών. Στους περιστρεφόμενους τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους τα ηλιακά φωτοβολταϊκά στοιχεία που παρέχουν την ηλεκτρική ενέργεια καλύπτουν την εξωτερική κυλινδρική επιφάνεια. Όπως περιστρέφεται ο δορυφόρος, τα μισά από τα στοιχεία αυτά βρίσκονται στη σκιά του Ήλιου και τα περισσότερα από τα υπόλοιπα δεν βλέπουν απ' ευθείας τον Ήλιο. Στους τριαξονικά σταθεροποιημένους δορυφόρους τα φωτοβολταϊκά στοιχεία φέρονται σε πετάσματα που μπορούν να στρέφονται, ώστε να αντικρίζουν απ' ευθείας τον Ήλιο. Στις 14.5.2003 τέθηκε σε περιγήινη τροχιά ο πρώτος Ελληνικός τηλεπικοινωνιακός και γεωστατικός δορυφόρος «Ελλάς - σατ», στη ζώνη των 390 ανατολικά, σε συνεργασία με την Κύπρο.

Οι πρώτοι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι

Οι πρώτοι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι εκτοξεύθηκαν από τις ΗΠΑ στις αρχές της διαστημικής εποχής και είχαν την ονομασία «Ηχώ» («Echo»). Χρησιμοποιήθηκαν σε ερευνητικά προγράμματα αναμετάδοσης ραδιοσημάτων για μεγάλες αποστάσεις.

Ο δορυφόρος «Ηχώ - 1» εκτοξεύτηκε από τη NASA στις 12.8.1960, με πύραυλο τύπου «Θωρ* - Δέλτα*» (στην 50ή του αποστολή) και ήταν ένα σφαιρικό επιμεταλλωμένο μπαλόνι με μια πλαστική ύλη που λεγόταν μυλάρ (mylar) και επικάλυψη λεπτού φύλλου αλουμινίου. Είχε διάμετρο 30 μ. και φαινόταν από τη Γη σαν ένα λαμπρό κινούμενο αστέρι. Τοποθετήθηκε σχεδόν σε κυκλική τροχιά με κλίση 47,3. Πολυάριθμα πειράματα διηπειρωτικών και υπερωκεανίων συνδέσεων πραγματοποιήθηκαν με το δορυφόρο αυτό, ο οποίος σιγά - σιγά έχασε την ικανότητά του να ανακλά τα ραδιοκύματα. Η απόλεια αυτή οφείλεται στη διαφυγή αερίων που το κρατούσαν φουσκωμένο και στη ρυτίδωση της επιφάνειάς του. Παρέμεινε πάντως στην τροχιά του μέχρι το 1968. Ο «Ηχώ - 1» δημιούργησε μεγάλο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη ενεργών τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων και οδήγησε την Αμερικανική Εταιρεία Τηλεφωνίας και Τηλεγραφίας (AT & T) στην κατασκευή του «Τέλσαρ» που εκτοξεύτηκε στις 10.7.1962.

Ο «Ηχώ - 2» εκτοξεύτηκε στις 25.1.1964 και είχε διάμετρο 40 μ. Χρησιμοποιήθηκε για δοκιμές τηλεπικοινωνιών στα πλαίσια μιας συμφωνίας συνεργασίας μεταξύ

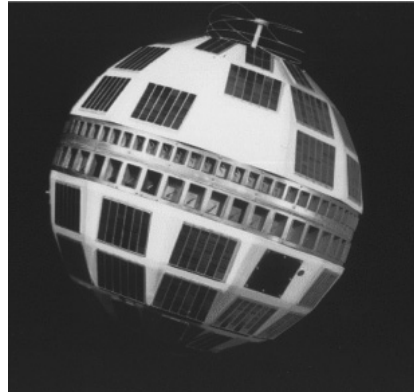
Ηνωμένων Πολιτειών και Σοβιετικής Ένωσης. Ένα ραδιοφωνικό σήμα που εκπέμφθηκε από το ραδιοτηλεσκόπιο Τζόντρελ Μπανκ του Μάντσεστερ ανακάλυπτε στην επιφάνεια του «Ηχώ - 2» και ελήφθη στο αστεροσκοπείο Ζιμέσκι, κοντά στο Γκόρκι της πρώην Σοβιετικής Ένωσης.

Ένας άλλος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος που εκτοξεύθηκε από την “RCA”. (Radio Comporation of America) την εποχή εκείνη και συγκεκριμένα στις 13.12.1962 με πύραυλο τύπου «Δέλτα*» ήταν ο «Ριλέν - 1». Χρησιμοποιήθηκε για τη αναμετάδοση εκπομπών τηλεόρασης, για τις υπερατλαντικές συνδιαλέξεις κ.ά. τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες. Ο δορυφόρος αυτός προκάλεσε στην αρχή μερικές ανησυχίες, επειδή δεν λειτουργούσε. Αλλά οι μηχανικοί πέτυχαν να διορθώσουν τη βλάβη από το έδαφος. Έτσι στις 5.1.1963 άρχισε η πλήρης λειτουργία του με την τηλεοπτική σύνδεση ΗΠΑ - Αγγλίας και στη συνέχεια άλλων ευρωπαϊκών κρατών.

Οι δορυφόροι της σειράς «Τέλσταρ» (“Telstar”).

Από τους πρώτους επίσης τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους ήταν της σειράς «Τέλσταρ» («Telstar»), που άρχισαν να εκτοξεύονται το 1962. Ήταν ενεργοί δορυφόροι εξοπλισμένοι με μικροκυματικό πομπό και δέκτη.

Ο «Τέλσταρ - 1» εκτοξεύτηκε, με πύραυλο τύπου «Δέλτα*» στις 10.7.1962, ζύγιζε 63,4 κιλά, είχε διάμετρο 90 εκατοστά και έκανε αναμετάδοση των κυμάτων που δεχόταν από τη Γη, αφού πρώτα τα ενίσχυε. Το απόγειό του ήταν 5.600 χλμ. και αναμετέδιδε προγράμματα τηλεόρασης, τηλεφωνήματα και τηλεομοιοτυπίες. Μετέδωσε τις πρώτες τηλεοπτικές εικόνες από τις ΗΠΑ προς τις ευρωπαϊκές τηλεοράσεις. Ακολούθησε η επιτυχημένη αναμετάδοση τηλεφωνημάτων, τηλεγραφημάτων, δεδομένων (data), τηλεφωτογραφιών και τηλεομοιοτυπιών (FAX). Ο δορυφόρος αυτός δεν κατόρθωσε να επιζήσει στα πλήγματα που δεχόταν από τα ενεργειακά σωματίδια του διαστήματος και έπαψε να λειτουργεί στις 21.2.1963. Ήταν ο πρώτος ιδιωτικός δορυφόρος και άνηκε στην Αμερικανική Εταιρεία Τηλεφωνίας και Τηλεγραφίας (AT & T) και παράλληλα ο πρώτος που εξέπεμπε ζωντανά τηλεοπτικά προγράμματα και τηλεφωνικές συνδιαλέξεις από τη μια στην άλλη άκρη του Ατλαντικού σε πειραματική βάση. Η ηλεκτρική τροφοδοσία του γινόταν με μπαταρίες νικελίου - καδμίου, οι οποίες ξαναφορτιζόνταν από 3.600 ηλιακά κύτταρα. Τα ηλεκτρονικά του κυκλώματα περιείχαν περισσότερα από 1000 τρανζίστορ.



Η καρδιά του «Τέλσταρ - 1» ήταν μια ειδικώς σχεδιασμένη ηλεκτρονική λυχνία οδεύοντος κύματος, η οποία μπορούσε να ενισχύσει ένα σήμα 10.000 φορές. Το σήμα δεχόταν περαιτέρω ενίσχυση από τα κυκλώματα του δορυφόρου. Η λειτουργία του, όμως, τελείωσε απότομα μερικούς μήνες μετά την εκτόξευσή του. Ως αιτία

αποδόθηκε το γεγονός ότι μια μέρα νωρίτερα από την εκτόξευση οι ΗΠΑ έκαναν δοκιμή μιας βόμβας υδρογόνου σε ύψος 400 χλμ. πάνω από το νησί Johnston του Ειρηνικού ωκεανού, η οποία είχε ως αποτέλεσμα η ακτινοβολία – Χ από την έκρηξη να ionίσει τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού ήταν η υπερσυσσώρευση ηλεκτρονίων στο μαγνητικό πεδίο της Γης. Έτσι ο “Telstar” δεν άντεξε την ισχυρή αυτή ακτινοβολία. Μέσα στους επόμενους μήνες, συνολικά 7 δορυφόροι «έσβησαν» με τον ίδιο τρόπο σε μια εποχή που η εκτόξευση ενός δορυφόρου θεωρείτο μεγάλο επίτευγμα.

Ο «Τέλσταρ - 2» εκτοξεύτηκε στις 7.5.1963, ήταν βαρύτερος, αλλά βασικά ίδιος δορυφόρος με τον πρώτο σε ψηλότερη τροχιά (απόγειο 10.720 χλμ.) με σκοπό να βελτιώσει την ποιότητα των επικοινωνιών. Λειτουργήσε για 2 περίπου χρόνια και μετέδωσε έγχρωμες εικόνες μέσω του Ατλαντικού ωκεανού. Έκανε την πρώτη υπερατλαντική μετάδοση εγχρώμου τηλεοπτικού σήματος. Οι επόμενοι δορυφόροι της σειράς εκτοξεύθηκαν σε μεγαλύτερο ύψος και διατηρούσαν την ίδια σχετική θέση προς τη Γη (γεωστατικοί δορυφόροι). Τρεις τέτοιοι δορυφόροι κάλυπταν, πρακτικά, όλη την επιφάνεια της Γης.

Ο «Τέλσταρ - 4» εκτοξεύτηκε τον Ιανουάριο του 1971 και μπορούσε να χειρίζεται 3.000 έως 9.000 τηλεφωνικά δίκτυα ή 12 κανάλια έγχρωμης τηλεόρασης ή κάποιον συνδυασμό των δύο. Αργότερα εκτοξεύθηκαν και άλλοι πολυάριθμοι δορυφόροι της ίδιας σειράς, από τους οποίους τρεις αρχικοί ήταν γεωστατικοί, δηλ. ήταν στον ισημερινό, είχαν περίοδο περιφοράς 24 ώρες και κάλυπταν ολόκληρη σχεδόν την επιφάνεια της Γης.

Ο «Τέλσταρ - 3Α» εκτοξεύθηκε στις 20.7.1983 με πύραυλο «Θωρ* - Δέλτα». Ήταν ο πρώτος μιας σειράς τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων, που άνηκαν στην Αμερικανική Τηλεφωνική και Τηλεγραφική Εταιρεία. Ήταν κυλινδρικός με διάμετρο 2,16 μ., ύψος 6,58 μ. και ζύγιζε 652 κιλά. Κύρια αποστολή του ήταν η επικοινωνία μεταξύ των ΗΠΑ και της Χαβάης, Αλάσκας, Πόρτο Ρίκο και Παρθένων Νήσων.

Ο «Τέλσταρ - 3C» τέθηκε σε τροχιά με τη βοήθεια του διαστημικού λεωφορείου «Ντισκάβερν», στην παρθενική του πτήση, η οποία άρχισε στις 30.8.1984.

Ο «Τέλσταρ - 3D» (AT & T) τέθηκε σε τροχιά με τη βοήθεια του διαστημικού λεωφορείου «Ντισκάβερν», το οποίο εκτοξεύθηκε στις 17.6.1985.

Ο «Τέλσταρ - 401» εκτοξεύθηκε στις 16.12.1993. Ο δορυφόρος αυτός είναι εφοδιασμένος με κινητήρα χημικών προωθητικών, ο οποίος χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια για να θερμάνει το προωθητικό με τη βοήθεια μιας αντίστασης. Με τον τρόπο αυτό διπλασιάζεται η ταχύτητα εξαγωγής των αερίων με αποτέλεσμα να μειώνεται η μάζα των απαιτούμενων καυσίμων κατά 50%. Τον Ιανουάριο του 1997, αντιμετώπισε λειτουργικό πρόβλημα από μια μαγνητική καταιγίδα. Παρά τις προσπάθειες δε του κέντρου ελέγχου της Γης, δεν κατόρθωσε να ανακτήσει την καλή λειτουργία του και έμεινε ακυβέρνητος χαμένος στο διαστημικό χώρο.

Οι δορυφόροι της σειράς «Ιντελσάτ»

Οι δορυφόροι της σειράς «Ιντελσάτ» (“Intelsat” = International Telecommunications Satellite Consortium = Διεθνής Οργανισμός Δορυφορικών τηλεπικοινωνιών) ανήκαν στο Διεθνή Οργανισμό Τηλεπικοινωνιακών Δορυφόρων και άρχισαν να εκτοξεύονται από τον Αύγουστο του 1964. Ο διεθνής αυτός οργανισμός ιδρύθηκε από τους οργανισμούς τηλεπικοινωνιών 18 χωρών, μεταξύ των οποίων και οι ΗΠΑ, οι οποίες και πρότειναν την ίδρυσή του. Έχει την ευθύνη για όλες τις διεθνείς, μη στρατιωτικές δορυφορικές επικοινωνίες της Γης, εκτός των χωρών του ανατολικού συνασπισμού, οι οποίες εξυπηρετούνται από τον οργανισμό «Ιντερσπούτνικ».

Η κοινοπραξία των χωρών που υπέγραψαν τη συμφωνία για την εγκαθίδρυση ενός παγκόσμιου συστήματος τηλεπικοινωνιών «Ιντελσάτ», μετατράπηκε σε διεθνές νομικό πρόσωπο, στο οποίο είχαν μετοχές μέχρι το 1985 περίπου 100 χώρες. Οι ΗΠΑ εκπροσωπούνται στον οργανισμό «Ιντελσάτ» από την κρατική εταιρεία «Κομσάτ», που είναι και υπεύθυνη για τη σχεδίαση, ανάπτυξη και συντήρηση του διαστημικού τμήματος για ολόκληρο το παγκόσμιο τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Οι επίγειοι σταθμοί που χρησιμοποιούνται για διεθνείς επικοινωνίες ανήκουν στις χώρες όπου είναι εγκατεστημένοι και την ευθύνη λειτουργίας τους έχουν οι αντίστοιχοι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί των χωρών αυτών. Κατά τη 10ετία του 1980 το σύστημα «Ιντελσάτ» περιλάμβανε 400 περίπου επίγειους σταθμούς με 500 περίπου εγκατεστημένες κεραιές σε 150 χώρες της υδρογείου. Περί τα μέσα της ίδιας 10ετίας ο «Ιντελσάτ» παρείχε σε παγκόσμια κλίμακα 20.000 περίπου μισθωμένα σε μόνιμη βάση τηλεφωνικά κυκλώματα και πάρα πολλά τηλεοπτικά και άλλα κυκλώματα. Μέσα σε λίγα χρόνια οι δορυφόροι της σειράς «Ιντελσάτ» εκτοξεύθηκαν σε τροχιές πάνω από τον Ατλαντικό, τον Ειρηνικό και τον Ινδικό ωκεανό, δημιουργώντας ένα εμπορικό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο προσιτό από κάθε μέρος της υφηλίου. Το 2003 ο οργανισμός «Ιντελσάτ» εξυπηρετούσε τις διηπειρωτικές τηλεπικοινωνίες μέσω 21 δορυφόρων που διέθετε. Το δίκτυο αυτό περιλαμβάνει εκατοντάδες επίγειους σταθμούς μετάδοσης και λήψης των δορυφορικών σημάτων, σε όλες σχεδόν τις χώρες του κόσμου με δυνατότητα χιλιάδων ταυτόχρονων τηλεφωνικών συνδέσεων και δεκάδων τηλεοπτικών προγραμμάτων, ενώ η απ’ ευθείας σύνδεση δορυφόρων με εκατοντάδες επίγειους σταθμούς έχει γίνει πια ρουτίνα. Ο «Ιντελσάτ» σύνηψε σύμβαση με τη NASA για τις εκτοξεύσεις των δορυφόρων του.



Ο «Ιντελσάτ - 1» εκτοξεύτηκε στις 6.4.1965 και ήταν ο πρώτος εμπορικός τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος και ονομάστηκε στην αρχή «Εωθινό πουλί» (“Early Bird”). Αποτελούσε τροποποιημένη μορφή του δορυφόρου «Σύνκομ» και ο αναμεταδότης του εξυπηρετούσε 240 τηλεφωνικά κυκλώματα αμφίδρομης επικοινωνίας ή ένα τηλεοπτικό κανάλι. Τοποθετήθηκε σε γεωστατική τροχιά πάνω από τον Ατλαντικό ωκεανό, στο ύψος του ισημερινού.

Ο «Ιντελσάτ - 2Α) εκτοξεύθηκε στις 26.10.1966 με πύραυλο «Θωρ» αυξημένης ώσης, αλλά έπαθε βλάβη και δεν πέτυχε να κινηθεί στην προκαθορισμένη τροχιά γιατί σταμάτησε πρόωρα ο κινητήρας του. Το γεγονός αυτό καθυστέρησε την εκτόξευση του επόμενου δορυφόρου.

Ο «Ιντελσάτ - 2F - 2» εκτοξεύθηκε στις 11.1.1967 σε αισθητά κυκλική τροχιά ύψους 40.200 χλμ. και χρησιμοποιήθηκε για συνδέσεις μεταξύ ΗΠΑ, Χαβάης, Αυστραλίας και Ιαπωνίας.

Ο «Ιντελσάτ - 2F - 4» εκτοξεύθηκε στις 27.1.1967.

Ο «Ιντελσάτ - 2» εκτοξεύθηκε την Άνοιξη του 1967.

Ο «Ιντελσάτ - 3» εκτοξεύτηκε επίσης την Άνοιξη του 1967. Τόσο αυτός όσο και όλοι οι επόμενοι περιστρεφόμενοι δορυφόροι της ίδιας σειράς διέθεταν ηλεκτροκίνητες αντιπεριστρεφόμενες εξέδρες στο ένα άκρο τους, ώστε οι κεραιές τους να μπορούν να σκοπεύουν σταθερά σε κάποιο σημείο της Γης. Η σκόπευση αυτή επιτυγχάνεται συνήθως με τη χρησιμοποίηση ενός οπτικού ή υπερύθρου επίγειου φάρου, που παρέχει σημεία αναφοράς για τη σκόπευση της Γης. Οι τρεις αυτοί δορυφόροι επέτρεψαν να πραγματοποιηθεί στις 27.6.1967 η πρώτη τηλεοπτική εκπομπή παγκόσμιας λήψεως.

Ο «Ιντελσάτ - 4» εκτοξεύτηκε το 1971 και χειριζόταν 3.000 - 9.000 τηλεφωνικά δίκτυα ή 12 κανάλια έγχρωμης τηλεόρασης. Μετά το 1975 οι βελτιωμένοι δορυφόροι «Ιντελσάτ - 4Α» άρχισαν να αντικαθιστούν του προηγούμενους δορυφόρους «Ιντελσάτ - 4» στα διεθνή δίκτυα. Οι δορυφόροι αυτοί χρειάζονται για τη λειτουργία τους 600 W ισχύ.

Ο «Ιντελσάτ - 5» που εκτοξεύτηκε το 1980 με πύραυλο τύπου «Δέλτα*» και ζύγιζε 2 περίπου τόνους, διέθετε 12.000 τηλεφωνικά κυκλώματα και δυο τηλεοπτικά κανάλια. Είχε δε 6 κεραιές.

Ο «Ιντελσάτ - 5Α» εκτοξεύθηκε στις 17.5.1988 με κωδικό «1988 - 40Α» από την ESA για λογαριασμό της ITSO. Τα αρχικά στοιχεία της τροχιάς του ήταν: Περίοδος 1.373 λεπτά, περίγειο 33.364 χλμ. και απόγειο 35.734 χλμ.

Ο «Ιντελσάτ - 6», αντίθετα από τον «Ιντελσάτ - 5» σχεδιάστηκε ως περιστρεφόμενος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος. Είχε ύψος μιας τετραώροφης πολυκατοικίας και ικανότητα μετάδοσης 37.000 τηλεφωνικών συνδιαλέξεων ταυτόχρονα.

Τον Αύγουστο του 1984 ο οργανισμός «Ιντελσάτ» έκλεισε 20 χρόνια πετυχημένης υπηρεσίας. Το διεθνές δίκτυο του οργανισμού αυτού εξυπηρετεί τώρα 170 κράτη. Ο «Ιντελσάτ - 7» στοίχισε περί τα 80 εκατομμύρια δολάρια. Ένας δορυ-

φόρος «Ιντελσάτ» τέθηκε σε τροχιά με τη βοήθεια του διαστημικού λεωφορείου «Εντέβορ», στην 1η εκτόξευσή του, της 7ης.5.1992.

Ο «Ιντελσάτ - Κ» έπαθε βλάβη, το 1994, από μια μαγνητική καταιγίδα. Με την επέμβαση, όμως, του κέντρου ελέγχου της Γης κατέστη δυνατό να ανακτηθεί ο έλεγχός του και να αρχίσει να λειτουργεί κανονικά. Το 2003, οι δορυφόροι «Ιντελσάτ» περιλάμβαναν 120.000 κυκλώματα ψηφιακής τηλεφωνίας και αρκετά κυκλώματα τηλεόρασης.

Οι δορυφόροι της σειράς «Σύνκομ» (Syncom)

Οι δορυφόροι της σειράς «Σύνκομ» (Syncom) ανήκαν στη σειρά των πειραματικών τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων των Ηνωμένων Πολιτειών. Ο «Σύνκομ - 1» εκτοξεύτηκε από το ακρωτήριο Κανάβεραλ στις 14.2.1963, με πύραυλο τύπου «Δέλτα», που την εποχή εκείνη μπορούσε να θέσει σε γεωστάσιμη τροχιά δορυφόρους βάρους μόλις 39 χλγ. Είχε αρχικό απόγειο 36.000 χλμ. Και ύστερα τοποθετήθηκε σε σύγχρονη τροχιά, αλλά όχι γεωστατική, διότι είχε κλίση 330. Έτσι διέγραφε ένα τεράστιο 8 μεταξύ 330 βορείου και νοτίου πλάτους. Δυστυχώς, όμως, δεν λειτούργησε ο ηλεκτρονικός του εξοπλισμός.

Ο «Σύνκομ - 2» εκτοξεύτηκε στις 26.7.1963 και αποκατέστησε για πρώτη φορά την επικοινωνία των τριών ηπείρων. Ήταν ο πρώτος γεωστατικός δορυφόρος και η όλη κατασκευή και λειτουργία του οφειλόταν στον Χάρολντ Ρόουζεν. Το γεγονός ότι ο δορυφόρος αυτός ήταν πολύ ελαφρός - ζύγιζε μόλις 39 χλγ. έκανε δυνατή την τοποθέτησή του σε γεωστάσιμη τροχιά ύψους 35.775 χλμ. με τους μικρούς πρωοθητικούς πυραύλους, που ήταν διαθέσιμοι την εποχή εκείνη.

Ο «Σύνκομ - 3» εκτοξεύτηκε στις 19.8.1964 και ύστερα από μικρούς ελιγμούς έγινε απόλυτα γεωστατικός. Ο δορυφόρος αυτός εκτοξεύτηκε από έναν βελτιωμένο τύπο πυραύλου «Δέλτα», με ενισχυμένο τον 1ο όροφο, ώστε να είναι ικανός να τοποθετεί 450 χλγ. σε τροχιά ύψους 800 χλμ. Επέτρεψε την πρώτη διαρκή τηλεοπτική αναμετάδοση πάνω από τον Ειρηνικό ωκεανό των Ολυμπιακών αγώνων του Τόκιο με τις εναρκτήριες τελετές.

Ο «Σύνκομ IV - 1» εκτοξεύθηκε στις 8.11.1984 με τη δεύτερη πτήση του διαστημικού λεωφορείου «Ντισκάβερν».

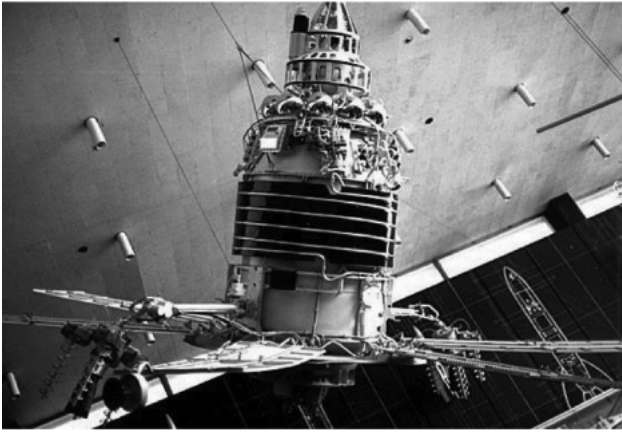
Ο «Σύνκομ IV - 2» εκτοξεύθηκε με την πρώτη πτήση του διαστημικού λεωφορείου «Ντισκάβερν» στις 30.8.1984.

Ο «Σύνκομ IV - 3» εκτοξεύθηκε με την 4η πτήση του «Ντισκάβερν» στις 12.4.1985.

Ο «Σύνκομ IV - 4» εκτοξεύθηκε με την 6η πτήση του «Ντισκάβερν» στις 27.8.1985.

Ο «Σύνκομ IV - 5» εκτοξεύθηκε με την 9η πτήση του διαστημικού λεωφορείου «Κολούμπια» στις 9.1.1990.

Οι δορυφόροι της σειράς «Μολνίγια» («Molniya» = «Αστραπή»)



Οι δορυφόροι της σειράς «Μολνίγια» («Molniya» = «Αστραπή») ανήκαν στους τηλεπικοινωνιακούς και τηλεοπτικούς δορυφόρους της πρώην Σοβιετικής Ένωσης. Οι Σοβιετικοί άρχισαν να εκτοξεύουν από το 1965 τους δορυφόρους «Μολνίγια», που μέχρι το 1980, έφθασαν τους 75, εκ των οποίων οι 28

έπαψαν να λειτουργούν.

Οι δορυφόροι αυτοί περιφέρονταν σε πολύ έκκεντρες τροχιές με περίγειο 480 χλμ. πάνω από το νότιο ημισφαίριο και απόγειο 39.200 χλμ. πάνω από το βόρειο ημισφαίριο. Οι τροχιές παρουσίαζαν κλίση 65° ως προς το επίπεδο του ισημερινού. Η τοποθέτηση αυτή παρείχε μια περίοδο 8 έως 9 ωρών καθημερινά, κατά την οποία κάθε δορυφόρος ήταν ορατός από τους σοβιετικούς σταθμούς εδάφους. Έτσι, τρεις από τους δορυφόρους αυτούς, σε κατάλληλες μεταξύ τους αποστάσεις έκαναν δυνατή την 24ωρη κάλυψη.

Ο «Μολνίγια - 1» εκτοξεύτηκε στις 23.4.1965 και χρησιμοποιήθηκε για την αναμετάδοση τηλεοπτικών εκπομπών ανάμεσα στη Μόσχα και στο Βλαδιβοστόκ. Ο ίδιος δορυφόρος χρησιμοποιήθηκε και για ανταλλαγές εγχρώμων τηλεοπτικών προγραμμάτων με τη μέθοδο «SECAM» ανάμεσα στη Γαλλία και τη Σοβιετική Ένωση. Είχε μήκος 4,4 μ., διάμετρο 1,4 μ. και η έκταση των φύλλων των ηλιακών μπαταριών, όταν ήταν στην τροχιά του, έφθανε τα 8,6 μ. Στο σχέδιο του δορυφόρου αυτού διακρίνονται:

1. Το ερμητικά κλειστό σώμα του δορυφόρου.
2. Ο ηλιακός συσσωρευτής.
3. Η κεραία για νηματοειδή δέσμη.
4. Ο ανιχνευτής που επαναπροσανατολίζει την κεραία προς τη Γη.
5. Ο μηχανισμός για τον προσανατολισμό της κεραίας.
6. Ο θερμικός ρυθμιστής.
7. Η εφεδρεία για την τροφοδότηση των κινητήρων διορθώσεως τροχιάς.
8. Το συγκρότημα κινητήρων για τις διορθώσεις της τροχιάς

9. Οι δείκτες που χρησιμεύουν για τον κατάλληλο προσανατολισμό του δορυφόρου, προτού επιχειρηθούν διορθώσεις της τροχιάς και
10. Το θερμαντικό πλαίσιο.

Το σύστημα «Μολνίγια - 1» περιλάμβανε 16 δορυφόρους.

Ο «Μολνίγια - 2» εκτοξεύτηκε στις 14.10.1965 και μ' αυτόν άρχισε η πειραματική λειτουργία της τηλεόρασης μακρινών αποστάσεων διπλής κατεύθυνσης και τηλεφωνικών - τηλεγραφικών επικοινωνιών.

Ο «Μολνίγια - 3» εκτοξεύτηκε στις 25.4.1966 και χρησιμοποιήθηκε για την ανταλλαγή τηλεοπτικών προγραμμάτων μεταξύ Σοβιετικής Ένωσης και Γαλλίας.

Ο «Μολνίγια - 5» εκτοξεύθηκε στις 25.5.1967 σε τροχιά, η οποία είχε περίγυρο 400 χλμ. και απόγειο 389.000 χλμ. Κατά το μεγαλύτερο μέρος της 12ωρης λειτουργίας του βρισκόταν πάνω από την πρώην Σοβιετική Ένωση.

Ο «Μολνίγια - 6» εκτοξεύθηκε στις 3.10.1967.

Έως την 1η.1.1974 είχαν εκτοξευθεί 34 δορυφόροι «Μολνίγια» που παρείχαν τακτική επικοινωνία και τηλεοπτικές εκπομπές στην πρώην Σοβιετική Ένωση και σε άλλες χώρες. Από το 1975 οι δορυφόροι τηλεπικοινωνίας «Μολνίγια» αντικαταστάθηκαν από του «Στασιονάρ», που ήταν γεωσύγχρονοι.

Ο «Μολνίγια - 1 - 71» της νέας σειράς εκτοξεύθηκε στις 11.3.1988 και τοποθετήθηκε σε πολύ ελλειπτική τροχιά με περίοδο περιφοράς 11 ώ. 39 λ., περίγυρο 491 χλμ., που βρίσκεται πάνω από το νότιο ημισφαίριο της Γης και απόγειο 38.967 χλμ., που βρίσκεται πάνω από το βόρειο ημισφαίριο. Διαθέτει τηλεπικοινωνιακές συσκευές για εκπομπή τηλεφωνικών, τηλεγραφικών και τηλεοπτικών σημάτων σε μεγάλες αποστάσεις.

Ο «Μολνίγια - 1 - 72» εκτοξεύθηκε στις 17.3.1988 και τοποθετήθηκε σε πολύ έκκεντρη τροχιά με περίοδο 12 ώ. 15 λ., περίγυρο 655 χλμ. στο νότιο ημισφαίριο της Γης και απόγειο 40.584 χλμ. στο βόρειο ημισφαίριο. Διαθέτει εξοπλισμό για μετάδοση τηλεφωνικών, τηλεγραφικών και τηλεοπτικών σημάτων σε μεγάλες αποστάσεις.

Ο «Μολνίγια - 3 - 32» εκτοξεύθηκε στις 26.5.1988, με κωδικό «1988 - 44Α» και με αρχικά στοιχεία της τροχιάς του: Περίοδος 12 ώ. 17 λεπτά, περίγυρο 636 χλμ. και απόγειο 40.716 χλμ. Διέθετε τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό για τηλεφωνικές, τηλεγραφικές, τηλεφωνικές και τηλεοπτικές μεταδόσεις σε μεγάλες αποστάσεις. Η σειρά των δορυφόρων «Μολνίγια» βρισκόταν σε λειτουργία μέχρι και το 2001.

Άλλοι δορυφόροι τηλεπικοινωνιών

Από τους πολυάριθμους άλλους δορυφόρους τηλεπικοινωνιών ακούμαστε να αναφέρουμε τους εξής:

1. Τους δορυφόρους της σειράς «Στασιονάρ» (“Stationar”) της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, οι οποίοι εκτοξεύθηκαν για να αντικαταστήσουν τους παλαιότερους παρόμοιους δορυφόρους «Μολνίγια*». Οι δορυφόροι «Στασιονάρ» είναι γεωσύγχρονοι και άρχισαν να εκτοξεύονται από το 1975. Μέχρι το 1980 είχαν εκτοξευτεί 14 σειρές δορυφόροι του τύπου αυτού, από τους οποίους ένας έπαψε να λειτουργεί.
2. Τους δορυφόρους που χρησιμεύουν για τη ναυσιπλοΐα και την αεροπλοΐα. Προσδιορίζουν ακριβώς τη θέση των πλοίων στους ωκεανούς και τα διευ-

κολύνουν στην εκτέλεση των δρομολογίων τους κατά τον συντομότερο και ασφαλέστερο τρόπο. Η απόσταση και η ταχύτητα του δορυφόρου ως προς ένα πλοίο ή αεροπλάνο, μετριέται σε μερικά σημεία της τροχιάς, μέσω ενός ηλεκτρονικού εξοπλισμού ναυσιπλοΐας. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων, σε συνδυασμό με τις γνωστές γεωκεντρικές συντεταγμένες του δορυφόρου, όπως προσδιορίζονται για τις χρονικές στιγμές των μετρήσεων, με βάση πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες στη μονάδα μνήμης του δορυφόρου και που μεταδίδονται ραδιο-τηλεπικοινωνιακά κατά τις περιόδους επικοινωνίας, επιτρέπει τον προσδιορισμό της θέσης του πλοίου, από την οποία έγιναν οι μετρήσεις. Για τη βελτίωση της ακριβείας των ναυσιπλοϊκών υπολογισμών χρησιμοποιείται ένα σύστημα που αποτελείται από μερικούς δορυφόρους, οι οποίοι κινούνται σε διαφορετικές τροχιές, και από ένα δίκτυο σταθμών εδάφους που διεξάγουν συστηματικές μετρήσεις των θέσεων των δορυφόρων, για έναν πιο ακριβή προσδιορισμό των τροχιακών τους παραμέτρων. Το σφάλμα κατά τον προσδιορισμό της θέσης πλοίου από τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων ενός και μόνο δορυφόρου ναυσιπλοΐας είναι περί τα 55 μ.

Οι πρώτοι δορυφόροι αυτού του είδους άρχισαν να εκτοξεύονται από τις ΗΠΑ και είχαν το γενικό όνομα «Τράνζιτ». Το πρώτο, όμως, σύστημα ναυτιλιακών δορυφορικών επικοινωνιών ήταν το «Μάρισατ». Έως το 1980 είχαν εξοπλιστεί με κεραιές «Μαρισάτ» περισσότερα από 450 εμπορικά πλοία, με περισσότερες από 35 σημαίες. Τον Ιούλιο του 1979, ιδρύθηκε ο Διεθνής Ναυτιλιακός Δορυφορικός Οργανισμός «Ινμαρισάτ». Ο πρώτος δορυφόρος του συστήματος αυτού ήταν ο «Μαρέκς». Στις αρχές της δεκάτης του 1990 άρχισαν να αναπτύσσονται οι δορυφόροι GPS, τους οποίους πλέον χρησιμοποιούν σχεδόν αποκλειστικά οι ναυτικοί.

3. Τέλος, ας παινέσουμε λίγο και το σπίτι μας, για να πούμε δυο λόγια και για το δορυφόρο «Ελλάς - σατ» ("Hellas - sat"). Είναι ο ελληνικός τηλεπικοινωνιακός γεωστατικός τεχνητός δορυφόρος, που εκτοξεύτηκε στις 14.5.2003 από το Κανάβεραλ των ΗΠΑ με πύραυλο τύπου «Άτλας - Κένταυρος» σε συνεργασία με την Κύπρο. Έτσι η Ελλάδα γινόταν η 27η χώρα που έμπαινε στο διάστημα και καταλάμβανε τη ζώνη εκπομπής 390 ανατολικά και ύψους 35.876 χλμ. Την εκτόξευση τίμησαν με την παρουσία τους πολλοί ελίσημοι της Ελλάδος, της Κύπρου, της ομογένειας, αλλά και ο ίδιος ο αρχιεπίσκοπος Αμερικής Δημήτριος, ο οποίος τέλεσε τον αγιασμό. Ο δορυφόρος εκτοξεύτηκε με αρχική ταχύτητα 8.320 χλμ/ώ., και στα 9 επόμενα λεπτά η ταχύτητά του αυξήθηκε σε 25.440 χλμ την ώρα. Είχε βάρος κατά την εκτόξευσή του 11,5 τόνους και είναι εφοδιασμένος με 30 ενεργούς αναμεταδότες που λειτουργούν και στη συχνότητα KU, καθώς και τη λειτουργία δύο σύγχρονων σταθμών εδάφους στην Ελλάδα και την Κύπρο. Παρέχει πανευρωπαϊκή κάλυψη συμπεριλαμβάνοντας την Ελλάδα, την Κύπρο, τα Βαλκάνια και τη Νοτιοανατολική Ευρώπη, ενώ δύο διευθυνόμενα μπράτσα μπορούν να μετακινηθούν για να καλύψουν περιοχή από την Νότια Αφρική και την Μέση Ανατολή μέχρι την Ινδική Χερσόνησο και την Νοτιοανατολική Ασία, συνολικού πληθυσμού 400 εκατομμυρίων κατοίκων. Τη συνθήκη υπέγραψε εκ μέρους του Ελληνικού Δημοσίου ο υφυπουργός

Μεταφορών και επικοινωνιών Αλέκος Βούλγαρης, ο οποίος και εκπροσώπησε την Ελλάδα στην εκτόξευση.



Από τις σπουδαιότερες και καλύτερες εφαρμογές του δορυφόρου είναι:

1. Η πλήρης κάλυψη των Ολυμπιακών αγώνων, που έγιναν στην Ελλάδα, 2004.
2. Η τηλεϊατρική και μάλιστα των ακριτικών περιοχών της χώρας μας.
3. Η τηλεεκπαίδευση, που θα είναι στη διάθεση μαθητών και καθηγητών.
4. Το δορυφορικό Internet με υψηλές ταχύτητες.
5. Οι ακτοπλοϊκές μεταφορές για την αποφυγή των ναυαγίων.
6. Το κλίμα και το περιβάλλον.
7. Οι στρατιωτικές και «στρατηγικές» χρήσεις. Στο τέλος του 2006 ο «Ελλάς - σατ» ήταν σχεδόν πλήρης στη χωρητικότητά του: Οι ειδικές στρατιωτικές βρετανικές δυνάμεις που εδρεύουν στο Ιράκ, η κυβέρνηση του πετρελαίου του Ιράν, το Γενικό Επιτελείο των γαλλικών ενόπλων δυνάμεων, αλλά και δεκάδες τηλεοπτικά κανάλια, ανάμεσά τους και το BBC, αποτελούν τους «πελάτες» του περίφημου ελληνικού δορυφόρου, με τους 28 αναμεταδότες, ιδιοκτησίας του ΟΤΕ.

Επίλογος

Αυτή ήταν μια πολύ σύντομη αναφορά στους χιλιάδες πλέον τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους, που εκτοξεύθηκαν από διάφορα μέρη της υφηλίου και βρίσκονται ήδη γύρω από τη Γη. Άλλοι βρίσκονται εν ενεργεία και εξυπηρετούν εκατομμύρια

ανθρώπους στην επιφάνεια της Γης και άλλοι, οι περισσότεροι, βρίσκονται παροπλισμένοι σε ένα τεράστιο έκτασης μουσείο του διαστήματος, οι περισσότεροι σε μια τροχιά ουδέτερης ζώνης, που δεν χρησιμοποιείται από τους άλλους δορυφόρους. Αποτελούν, όλοι μαζί, ένα μεγαλειώδες ειρηνικό και πολιτιστικό επίτευγμα της ανθρωπότητας, που ούτε μπορούσε να το φαντασθεί κανείς στην αρχή της διαστημικής μας εποχής, της 10ετίας της 1950.

Βιβλιογραφία

1. Ackroud Peter: *Απόδραση από τη Γη*, Αθήνα 2004.
2. Αλεξάνδρου Γεωργίου: *Θεόδωρος Γιουρτσιχιν - Γραμματικόπουλος*, Θεσσαλονίκη 2003.
3. «Αστροναυτική» περιοδικό, διάφορα τεύχη της 10ετίας του 1990.
4. Βασιλief: *Ο Σπούτνικ ανοίγει το δρόμο του ουρανού*, Θεσσαλονίκη 196;
5. Βέμπου Θανάση: *Ο πόλεμος των άστρων*, Αθήνα 1997.
6. Βέμπου Θανάση: *Κόκκινο Φεγγάρι*, Αθήνα 2005.
7. Γαβρίλη Κωνσταντίνου κ.ά. *Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής*, Αθήνα 1998.
8. «Γεωτρόπιο» περιοδικό της εφημερίδας «Ελευθεροτυπία», όπου καταχωρούνται πολλά άρθρα των: Διονυσίου Σιμπούλου, Ιωάννη Δαγκλή κ.ά.
9. Γκιλζίν Καρλ: *Η επιστήμη του διαστήματος*, Αθήνα 1960.
10. CD - ROM: *Η εξερεύνηση του διαστήματος*, ένθετο εφημερίδας «Το Βήμα», 2004;
11. CD - ROM: *Διαστημικό λεωφορείο*, έκδοση της NASA 2004.
12. Δανέζη Μάνου - Θεοδοσίου Στράτου: *Το Σύμπαν που αγάπησα*, Αθήνα 1999.
13. Εγκυκλοπαίδεια: *Πάπυρος - Λαρούς - Μπριτάνικα*.
14. Εγκυκλοπαίδεια: *Το διάστημα*, Αθήνα 1962.
15. Εγκυκλοπαίδεια «Ακαδημαϊκή» της ακαδημίας των επιστημών της ΕΣΣΔ, Αθήνα 1976.
16. Εγκυκλοπαίδεια διαστημική: *Η μεγάλη περιπέτεια του διαστήματος*. Επιμέλεια Δ. Κωτσάκη, Αθήνα 1970.
17. Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος: *Θέματα και απαντήσεις Πανελληνίων Διαγωνισμών*, Βόλος 2006.
18. Hopkins Jeanne: *Glossary of astronomy and astrophysics*, Αθήνα 1980.
19. Κλαρκ Άρθουρ: *Ο Άνθρωπος και το διάστημα*. LIFE, Αθήνα 1969.
20. Κολοβός Αλέξανδρος: *Διάστημα και Εθνική ασφάλεια*, Αθήνα 2003.

21. Κωτσάκη Δημητρίου: *Η έρευνα του διαστήματος*, Αθήνα 1960.
22. Κωτσάκη Δημητρίου: *Νέοι ορίζοντες στην αστρονομία*, Αθήνα 1977.
23. Κωτσάκη Δημητρίου: *Είμαστε μόνοι στο διάστημα*; Αθήνα 1978.
24. Κωτσάκη Δημητρίου: *Διαστημικές έρευνες*, Αθήνα 1984.
25. «Larousse»: *Dictionair de l' astronautique*, Paris 1964.
26. Μαυρομάτη Κωνσταντίνου: *Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής*, Βόλος 1996, ανέκδοτο.
27. Μαυρομάτη Κωνσταντίνου: *Λεξικό Αστρονομίας με συμπλήρωμα*, Βόλος 2006.
28. Μεγάλη Σοβιετική Εγκυκλοπαίδεια, ελληνική έκδοση, Αθήνα 1986.
29. Μιλιαρέσης Γεώργιος: *Φωτοερμηνεία - τηλεπισκόπηση*, Αθήνα 2003.
30. Μπάνου Γεωργίου: *Στοιχεία αστρονομίας και διαστημικής*, «ΟΕΔΒ», Αθήνα 1986.
31. Μπράουν Βέρνερ: *Παγκόσμιος ιστορία της διαστημικής (ΒΙΠΕΡ)*, Αθήνα 1969.
32. National Geographic: *Εξερευνώντας το διάστημα*, Αθήνα 2007.
33. Ξανθάκη Ιωάννη: *Σύμπαν και η σύγχρονη αστροναυτική*, «Φάρος», Αθήνα 1957.
34. Owen D.: *Το έσχατο όριο*, Αθήνα 2002.
35. «ΟΥΡΑΝΟΣ». Τριμηνιαίο αστρονομικό περιοδικό (διάφορα τεύχη).
36. Περίδη Σωτηρίου: *Εισαγωγή στις επιστήμες του διαστήματος*, Θεσσαλονίκη 1982.
37. Πράντζου Νίκου: *Η περιπέτεια του μέλλοντος*, Αθήνα 2002.
38. Ροβίθη Πέτρου: *Η Σελήνη και η κατάκτησή της*, Αθήνα 1979.
39. Σπανδάγου Ευαγγέλου: *Τα «Φαινόμενα και Διοσημείαι» Αράτου του Σολέως*, «Αίθρα», Αθήνα 2002.
40. Stork: *Atlas d' Astronomie*. 1974.
41. Χατζηχρήστου Ελένη: *Εξερευνώντας το Σύμπαν*, Αθήνα 2005.