

Το Διαστημικό Λεωφορείο της NASA,

που επίσημα λέγεται "Διαστημικό Σύστημα Μεταφορών" (Space Transportation System-STS), είναι ιστορικός φορέας εκτόξευσης πληρωμάτων και φορτίου των ΗΠΑ. Συνολικά, κατασκευάστηκαν επτά διαστημικά λεωφορεία, απ'τα οποία τρία αποσύρθηκαν (Ντισκάβερι, Ατλαντίς, Εντέβορ), δυο καταστράφηκαν σε ατυχήματα, το Challenger και το Columbia, το 1986 και 2003 αντίστοιχα, ενώ ένα χρησιμοποιήθηκε για δοκιμαστικές πτήσεις στη γήινη ατμόσφαιρα κι όχι για διαστημικές αποστολές, το Space Shuttle Enterprise (το πρώτο διαστημικό λεωφορείο της NASA), και τέλος το Space Shuttle Pathfinder, το οποίο αποτελεί εξομοιωτή διαστημικού λεωφορείου.

Το διαστημικό λεωφορείο εκτοξευόταν κάθετα, φέρνοντας συνήθως πέντε έως επτά αστροναύτες (αν και έχουν μεταφερθεί και οκτώ) και μέχρι περίπου 22.700 κιλά (50.000 λίβρες) ωφέλιμου φορτίου σε χαμηλή γήινη τροχιά. Όταν η αποστολή του τελειώνει, επέστρεφε μέσα στην γήινη ατμόσφαιρα, πετούσε σαν ανεμοπλάνο και προσγειωνόταν οριζοντίως σε προκαθορισμένους διαδρόμους προσγείωσης.

Το διαστημικό λεωφορείο ήταν το πρώτο τροχιακό διαστημικό σκάφος που σχεδιάστηκε με μερική ικανότητα επαναχρησιμοποίησης. Ήταν επίσης το πρώτο επανδρωμένο διαστημικό σκάφος με φτερά που έχει επιτύχει να εκτοξευθεί σε τροχιά και να προσγειωθεί. Μετέφερε μεγάλα ωφέλιμα φορτία σε διάφορες τροχιές, χρησίμευσε σαν πορθμείο για την μεταφορά πληρωμάτων προς και από το Διεθνές Διαστημικό Σταθμό (ISS), και εκτέλεσε αποστολές συντήρησης και επισκευών.

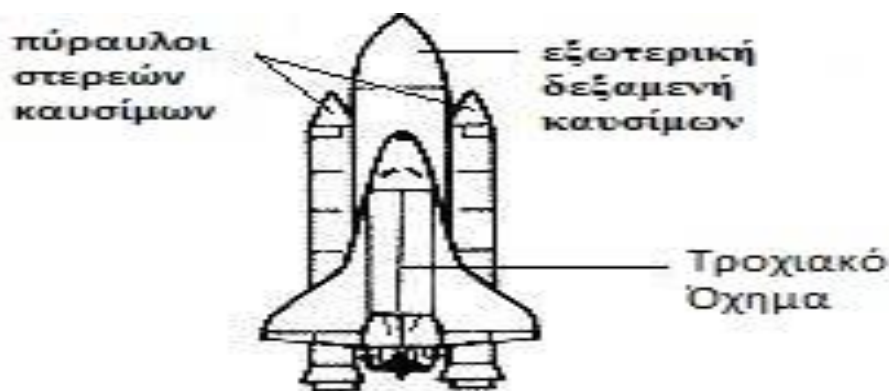
Το όχημα μπορούσε επίσης να ανακτήσει δορυφόρους και άλλα ωφέλιμα φορτία από την τροχιά τους και να τα επιστρέψει στη γη, αλλά αυτή η ικανότητα δεν χρησιμοποιήθηκε συχνά. Εντούτοις, αυτή η ικανότητα χρησιμοποιήθηκε για να επιστρέψει μεγάλα φορτία στη γη από το διεθνές διαστημικό σταθμό, δεδομένου ότι το ρωσικό σκάφος Σογιούζ έχει περιορισμένη ικανότητα επιστροφής φορτίων. Κάθε διαστημικό λεωφορείο σχεδιάστηκε με προβλεπόμενη διάρκεια ζωής 100 εκτοξεύσεων ή 10 ετών λειτουργικής ζωής. Εν τέλει η μέση διάρκεια ζωής αποδείχτηκε πως ήταν 19 πτήσεις για τα Challenger και Columbia, 32 πτήσεις για τα αποσυρθέντα οχήματα Endeavour, Atlantis, και Discovery, και 5 πτήσεις για το δοκιμαστικό όχημα Enterprise.

Η NASA ανακοίνωσε το 2004 ότι το διαστημικό λεωφορείο θα αποσυρθεί το 2010 και θα αντικατασταθεί από το όχημα Orion και τον πυραυλικό φορέα Άρης I. Τελικά, η τελευταία αποστολή διαστημικού λεωφορείου πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2011 (STS-135).

Το πρόγραμμα άρχισε προς το τέλος της δεκαετίας του '60 και έχει μονοπωλήσει το πρόγραμμα επανδρωμένων πτήσεων της NASA από τα τέλη της δεκαετίας του '70, οπότε και τερματίστηκε το Πρόγραμμα Απόλλο για την εξερεύνηση της Σελήνης. Η πρώτη εκτόξευση έγινε στις 12 Απριλίου 1981 με το Columbia. Σύμφωνα με το "όραμα για τη διαστημική εξερεύνηση", το νέο πρόγραμμα της NASA για την επιστροφή στη Σελήνη και την εξερεύνηση του Άρη, η χρήση του διαστημικού λεωφορείου στράφηκε στην ολοκλήρωση της συναρμολόγησης του ISS ως το 2011, οπότε και τερματίστηκε.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το διαστημικό λεωφορείο είναι ένα μερικώς επαναχρησιμοποιούμενο σύστημα εκτόξευσης που αποτελείται από τρία κύρια συκροτήματα: το επαναχρησιμοποιήσιμο **τροχιακό όχημα** (Orbiter Vehicle-OV), **την εξωτερική δεξαμενή καυσίμων** (External Tank-ET), το μόνο αναλώσιμο τμήμα του συστήματος, και **δύο επαναχρησιμοποιήσιμους πυραύλους στερεών καυσίμων** (Solid Rocket Boosters-SRBs). Η δεξαμενή και οι δυο πύραυλοι απορρίπτονται στη θάλασσα κατά τη διάρκεια της ανάβασης. Μόνο το όχημα μπαίνει σε τροχιά. Το όχημα εκτοξεύεται κάθετα όπως ένας συμβατικός πύραυλος, προσγειώνεται οριζόντια όπως ένα πολιτικό αεροπλάνο, και μετά ανανεώνεται και επισκευάζεται για την επαναχρησιμοποίηση.



Το τροχιακό όχημα μοιάζει με ένα αεροπλάνο με διπλή πτέρυγα δέλτα. Η καμπίνα του πληρώματος αποτελείται από τρία επίπεδα: το επίπεδο πτήσης, το μέσο επίπεδο, και το επίπεδο γενικής χρήσης. Στα υψηλότερα καθίσματα του επιπέδου πτήσης κάθεται ο διοικητής και πιλότος, και οι δύο ειδικοί της αποστολής πίσω τους. Το μέσο επίπεδο έχει τρία καθίσματα για τα υπόλοιπα μέλη του πληρώματος. Η αποθήκη, η τουαλέτα, οι θέσεις ύπνου, τα ντουλάπια αποθήκευσης, και η δευτερεύουσα πόρτα για την είσοδο/έξοδο από το όχημα βρίσκονται επίσης εκεί, όπως επίσης και ο θάλαμος αποσυμπίεσης. Ο θάλαμος αποσυμπίεσης έχει άλλη μια πόρτα που οδηγεί στην αποβάθρα ωφέλιμων φορτίων. Επιτρέπει σε δύο αστροναύτες, που φορούν τις στολές εξωοχηματικής δραστηριότητας να εξισορροπήσουν την πίεση πριν και μετά από έναν διαστημικό περίπατο.

Το τροχιακό όχημα έχει μεγάλη αποβάθρα ωφέλιμων φορτίων, που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της ατράκτου (18*16 μέτρα). Οι πόρτες της αποβάθρας των ωφέλιμων φορτίων φέρουν απαγωγούς θερμότητας στις εσωτερικές επιφάνειές τους, και έτσι κρατιούνται ανοικτές ενώ το διαστημικό λεωφορείο είναι σε τροχιά, βοηθώντας στον έλεγχο της θερμότητας. Αυτός βοηθείται επίσης με τη ρύθμιση του προσανατολισμού του οχήματος σε σχέση με τη γη και τον ήλιο. Μέσα στην αποβάθρα ωφέλιμου φορτίου είναι ο ρομποτικός βραχίονας, γνωστός και ως Canadarm, που χρησιμοποιείται για την είσοδο και έξοδο φορτίων από την άτρακτο. Μέχρι την απώλεια του Κολούμπια, το Canadarm συμπεριλαμβανόταν στον εξοπλισμό του διαστημικού λεωφορείο μόνο στις αποστολές που επρόκειτο να απαιτηθεί η χρήση του. Δεδομένου ότι ο βραχίονας είναι ένα κρίσιμο μέρος των διαδικασιών επιθεώρησης του συστήματος θερμικής προστασίας που απαιτούνται τώρα για τις πτήσεις των διαστημικών λεωφορείων, θα περιληφθεί πιθανώς σε όλες τις μελλοντικές πτήσεις.

Οι κύριες μηχανές του διαστημικού λεωφορείου (Space Shuttle Main Engines-SSMEs) τοποθετούνται στο πίσω μέρος της ατράκτου σε τριγωνική διάταξη. Οι τρεις μηχανές μπορούν να γυρίσουν 10,5 μοίρες πάνω-κάτω και 8,5 μοίρες από τη μία πλευρά στην άλλη κατά τη διάρκεια της ανόδου για να αλλάξουν την κατεύθυνση της ώθησής τους και μαζί και την πορεία του διαστημικού λεωφορείου.

Το τροχιακό σύστημα ελιγμών (Orbital Maneuvering System-OMS) χρησιμοποιείται για τις ελιγμούς που κάνει το διαστημικό λεωφορείο όταν βρίσκεται σε τροχιά, συμπεριλαμβανομένης της εισαγωγής σε τροχιά, ομαλοποίησης της τροχιάς, μεταφοράς σε ψηλότερη ή χαμηλότερη τροχιά, ραντεβού σε τροχιά, και ακύρωσης-επανεισόδου.

Το σύστημα ελέγχου αντίδρασης (Reaction Control System-RCS) παρέχει τον έλεγχο του προσανατολισμού και τις στροφές κατά μήκος των αξόνων του σκάφους τόσο σε τροχιά όσο και κατά τη διάρκεια των φάσεων πτήσης, εισαγωγής σε τροχιά και επανεισόδου.

Το σύστημα θερμικής προστασίας (Thermal Protection System-TPS) καλύπτει το εξωτερικό του οχήματος, για προστασία του τόσο από το κρύο των $-121\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-250\text{ }^{\circ}\text{F}$) του διαστήματος όσο και από την θερμότητα των $1649\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($3000\text{ }^{\circ}\text{F}$) της επανεισόδου.

Η κυρίως δομή του τροχιακού οχήματος αποτελείται κατά βάση από κράμα αλουμινίου, αν και η δομή του συγκροτήματος των μηχανών είναι από τιτάνιο.

Η εξωτερική δεξαμενή (External Tank-ET) περιέχει 2.025

εκατομμύρια λίτρα (535.000 γαλόνια) υγρού υδρογόνου και υγρού οξυγόνου, τα οποία προωθούνται προς καύση στις κύριες μηχανές και αποτελούν τα καύσιμα του διαστημικού λεωφορείου. Απορρίπτεται 8,5 λεπτά μετά την εκτόξευση, σε ύψος 60 ναυτικών μιλίων (111 χλμ) και έπειτα καίγεται κατά την επανείσοδο της στην ατμόσφαιρα. Η δεξαμενή κατασκευάζεται συνήθως από κράμα αλουμινίου-λίθιου και τα τοιχώματά της είναι περίπου 1/8 της ίντσας παχιά.

Στις πρώτες δύο αποστολές των διαστημικών λεωφορείων η εξωτερική δεξαμενή ήταν βαμμένη άσπρη για λόγους θερμικής προστασίας. Στις επόμενες αποστολές η άσπρη βαφή καταργήθηκε και το χρώμα της είναι πλέον το φυσικό κεραμιδί του αφρού θερμικής προστασίας που την καλύπτει. Η κατάργηση της βαφής της δεξαμενής αύξησε επίσης την ικανότητα μεταφοράς ωφέλιμου φορτίου του διαστημικού λεωφορείου κατά περίπου 273 κιλά, όσο δηλαδή ήταν και το βάρος της μπογιάς που χρησιμοποιούνταν στη δεξαμενή.

Η εξωτερική δεξαμενή υπέστη εκτενείς μετατροπές μετά το ατύχημα του Κολούμπια τον Φεβρουάριο του 2003, καθώς η αιτία για την καταστροφή ήταν ένα κομμάτι του μονωτικού αφρού που αποκολλήθηκε από τη δεξαμενή και χτύπησε το ευαίσθητο κάτω μέρος του οχήματος, καταστρέφοντας τη μόνωση που θα το προφύλασσε κατά την επανείσοδο του. Έτσι, μεταξύ άλλων, στην εξωτερική δεξαμενή τοποθετήθηκαν θερμαντικά στοιχεία, που δεν επιτρέπουν το σχηματισμό πάγου, και αφαιρέθηκε ένας εξωτερικός σωλήνας καλωδίωσης.

Οι δύο **πύραυλοι στερεών καυσίμων** (Solid Rocket Boosters-SRBs) είναι οι μεγαλύτεροι και πιο ισχυροί πύραυλοι αυτού του τύπου που χρησιμοποιήθηκαν ποτέ σε πτήση, και ο κινητήρας τους ο πιο ισχυρός που έχει χρησιμοποιηθεί ποτέ. Παρέχουν περίπου το 83% της ώθησης του οχήματος στην εκτόξευση και κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων της ανόδου. Απορρίπτονται δύο λεπτά μετά μετά την εκτόξευση σε ένα ύψος περίπου 150.000 ποδών (45,7 χλμ), κατόπιν ανοίγουν τα αλεξίπτωτά τους και προσθαλασώνονται στον ωκεανό. Καθώς έχουν την ικανότητα να επιπλέουν, ανακτώνται και ετοιμάζονται για την επόμενη χρήση τους. Το εξωτερικό τους περίβλημα αποτελείται από χάλυβα με πάχος περίπου 1/2 ίντσα (1,27 εκατοστά).

ΔΥΣΤΥΧΗΜΑΤΑ

Δύο διαστημικά λεωφορεία έχουν καταστραφεί, επί συνόλου 115 αποστολών, και τα δύο με την απώλεια όλου του πληρώματος.

- Το Τσάλλεντζερ που καταστράφηκε 73 δευτερόλεπτα μετά από την εκτόξευση, στις 28 Ιανουαρίου 1986 (7 νεκροί)
- Το Κολούμπια που διαλύθηκε κατά τη διάρκεια της επανεισόδου στις 1 Φεβρουαρίου 2003 (επίσης 7 νεκροί)

Οι δυο αυτές καταστροφές δίνουν ένα ποσοστό θνησιμότητας 2% ανά αστροναύτη ανά πτήση, και πιθανότητα αποτυχίας σχεδόν 1 σε κάθε 60 αποστολές. Το αρχικό ποσοστό αποτυχίας, που δεν αναφερόταν σε θανάσιμες ή μη θανάσιμες καταστροφές, ήταν 1 για κάθε 75 αποστολές. Μεταξύ της καταστροφής του Τσάλλεντζερ και αυτής του Κολούμπια μεσολάβησαν 87 επιτυχημένες αποστολές.

Αν και οι τεχνικές λεπτομέρειες των δυο ατυχημάτων είναι αρκετά διαφορετικές, τα οργανωτικά προβλήματα παρουσιάζουν αξιοπρόσεκτες ομοιότητες. Και στις δύο περιπτώσεις, οι μηχανικοί εξέφρασαν έντονες ανησυχίες για τα πιθανά προβλήματα αλλά αυτές οι ανησυχίες δεν κοινοποιήθηκαν κατάλληλα ή δεν έγιναν κατανοητές από τα ανώτερα στελέχη της NASA. Και στις δύο περιπτώσεις το όχημα είχε εκ των προτέρων εμφανίσει προειδοποιητικά σημάδια για τα προβλήματα.

ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ

Μη επανδρωμένο διαστημικό όχημα, που τίθεται σε τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος μεταξύ 500 και 35.000 χιλιομέτρων από την επιφάνειά της, και εξοπλισμένο με κατάλληλα όργανα συλλέγει εικόνες και στοιχεία, τα οποία μεταδίδει σε επίγειους σταθμούς.

Από το 1957, έτος εκτόξευσης του πρώτου δορυφόρου (Sputnik, ΕΣΣΔ), έως τα μέσα της δεκαετίας του 1990, έχουν εκτοξευτεί και τεθεί σε τροχιά χιλιάδες δορυφόροι, που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ερευνών και εφαρμογών, άλλοι πραγματοποιώντας επιστημονικές παρατηρήσεις και μετρήσεις (επιστημονικοί δορυφόροι) και άλλοι εξυπηρετώντας οικονομικούς και εμπορικούς σκοπούς (δορυφόροι εφαρμογής). Έτσι, μέσω δορυφόρων πραγματοποιούνται αστρονομικές παρατηρήσεις, μετρήσεις κοσμικής ακτινοβολίας, μετεωρολογικές προβλέψεις, γεωλογικές έρευνες, χαρτογράφηση ηπείρων και ωκεανών, περιβαλλοντολογικές έρευνες κ.λπ. και διεξάγονται οι τηλεπικοινωνίες, η ναυσιπλοΐα, η κατασκόπευση στρατηγικών στόχων κ.ά.

Η μεταφορά των δορυφόρων και η τοποθέτησή τους σε τροχιά γίνεται από πυραύλους ή διαστημικά λεωφορεία. Μόλις αυτά φτάσουν στην προκαθορισμένη απόσταση από την επιφάνεια της Γης, αποδεσμεύουν το δορυφόρο, προσδίδοντάς του την κατάλληλη κλίση και ταχύτητα, ώστε να εξασφαλίζεται η εξισορρόπηση της βαρυτικής έλξης και της φυγόκεντρης δύναμης που ασκούνται επάνω του. Η ταχύτητα που αποκτά τη στιγμή της αποδέσμευσης ο δορυφόρος είναι αυτή με την οποία στη συνέχεια εκτελεί τις περιφορές του. Το ύψος της τροχιάς στην οποία τοποθετείται ο δορυφόρος εξαρτάται από το είδος της αποστολής του. Ιδιαίτερα σημαντική, κυρίως για τους τηλεπικοινωνιακούς και τους μετεωρολογικούς δορυφόρους, είναι η γεωστατική τροχιά, 36.000 χλμ. πάνω από την επιφάνεια της Γης. Για κάποιον παρατηρητή στη Γη, ένας δορυφόρος που κινείται στην τροχιά αυτή φαίνεται ακίνητος, καθώς έχει ίδια γωνιακή ταχύτητα με εκείνη της επιφάνειας της Γης και εκτελεί μια περιφορά σε 24 ώρες.

Επειδή οι δορυφόροι δεν χρειάζονται καύσιμα για την κίνησή τους, οι ενεργειακές τους ανάγκες αφορούν συνήθως μόνο τη λειτουργία τους και τις κινήσεις διόρθωσης της πορείας τους. Αυτές καλύπτονται από πίνακες ηλιακών κυττάρων, από καύσιμα στοιχεία ή -στην περίπτωση στρατιωτικών δορυφόρων- από μικρούς πυρηνικούς αντιδραστήρες. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να περιφέρονται γύρω από τη Γη για μεγάλο χρονικό διάστημα, ακόμη και μετά το τέλος της αποστολής τους, αποτελώντας πρόβλημα για τις επόμενες διαστημικές αποστολές.

Αν περιφέρονται σε σχετικά χαμηλές τροχιές, μπορεί μετά από μερικά χρόνια να εισέλθουν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και λόγω τριβής να αναφλεγούν. Σε μερικές περιπτώσεις η ανάφλεξη αυτή δεν είναι τέλεια, με συνέπεια τμήματά τους να πέφτουν τελικά στη Γη. Η πιθανότητα πτώσης στη Γη ή ατυχημάτων στον περιγήινο χώρο αποκτά ιδιαίτερη επικινδυνότητα όταν αφορά δορυφόρους με πυρηνικό αντιδραστήρα, καθώς περιστατικά του είδους αυτού έχουν σημειωθεί κατά καιρούς (πτώση του σοβιετικού πυρηνικού δορυφόρου Kosmos 954 στον Καναδά το 1978, έκρηξη του Kosmos 1275 πάνω από την Αλάσκα το 1981). Για την αποφυγή παρόμοιων περιστατικών εφαρμόζεται η μετακίνηση των πυρηνικών δορυφόρων, μετά το τέλος της αποστολής τους, σε συγκεκριμένες τροχιές, όπου θα περιφέρονται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ούτε αυτή, όμως, η διαδικασία είναι απολύτως ασφαλής, καθώς το 1983 οι χειρισμοί για τη μετακίνηση του πυρηνικού δορυφόρου Kosmos 1402 απέτυχαν, με αποτέλεσμα ο τελευταίος να εισέλθει στην ατμόσφαιρα και να συντριβεί στον Ινδικό Ωκεανό.

Κατά τη δεκαετία του 1970 η ανάπτυξη των δορυφόρων, που είχε αρχίσει από την προηγούμενη δεκαετία, από τις ΗΠΑ και τη Σοβιετική Ένωση, συνεχίστηκε και το φάσμα εφαρμογών διευρύνθηκε. Παράλληλα, άρχισαν και άλλες χώρες να κατασκευάζουν δορυφόρους, κυρίως τηλεπικοινωνιακούς, ενώ εξέλιξη σημειώθηκε και στη δορυφορική τηλεόραση, που λειτουργούσε ήδη από το 1965, καθώς από τις αρχές της δεκαετίας άρχισε η μετάδοση και έγχρωμων τηλεοπτικών προγραμμάτων μέσω δορυφόρου.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 βασική επιδίωξη κατά την κατασκευή των δορυφόρων είναι η αύξηση της ισχύος εκπομπής τους, η μείωση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας τους και η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησής τους.

Κατά τη δεκαετία του 1990 το ενδιαφέρον από κατασκευαστική άποψη συγκεντρώνουν οι μικροί δορυφόροι (mini satellites), που χρησιμοποιούνται πλέον όχι μόνο για τηλεπικοινωνιακούς σκοπούς και για τηλεπισκόπηση, αλλά και σε πλήθος άλλων εφαρμογών, χάρη στο μικρό τους βάρος και κόστος.

Οι σημαντικότερες κατηγορίες των δορυφόρων είναι:

- οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι, που διεκπεραιώνουν τηλεφωνικές συνδιαλέξεις, αναμεταδίδουν τηλεοπτικά προγράμματα, δεδομένα κ.λπ. Σε παγκόσμιο επίπεδο κυριαρχούν δύο οργανισμοί, στη δικαιοδοσία των οποίων περιλαμβάνονται η κατασκευή, η λειτουργία και η δημιουργία δικτύου δορυφόρων: ο Intelsat (Διεθνής Οργανισμός Τηλεπικοινωνιακών Δορυφόρων) και ο Inmarsat (Διεθνής Οργανισμός Δορυφόρων Θαλάσσιας Τηλεπικοινωνίας). Σε αυτούς συμμετέχει και η Ελλάδα, που ωστόσο εξυπηρετεί ένα μικρό ποσοστό των τηλεπικοινωνιών της μέσω δορυφόρων. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο λειτουργεί από το 1983 ο Eutelsat (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Τηλεπικοινωνιακών Δορυφόρων). Τα κράτη-μέλη των τριών αυτών οργανισμών συναντούσαν, έως τα τέλη της δεκαετίας του 1980, περιορισμούς ως προς τη χρήση των δορυφόρων -μετά από μίσθωση- όσο και των επίγειων σταθμών μετάδοσης. Οι τεχνολογικές εξελίξεις, όμως, που προσφέρουν εναλλακτικά των δορυφόρων τηλεπικοινωνιακά μέσα, φθηνότερα και υψηλότερης ποιότητας (π.χ. οπτικές ίνες), καθώς και ο διεθνής ανταγωνισμός οδηγούν από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 τη δορυφορική τηλεπικοινωνία σε μια φάση σταδιακής απελευθέρωσης (άρση περιορισμών κ.λπ.).
- οι δορυφόροι πλοήγησης, που αποτελούν τη βάση ενός συστήματος προσανατολισμού και καθορισμού πορείας, κυρίως για αεροπλάνα και πλοία. Το σύστημα αυτό, που είναι ταχύτερο και ακριβέστερο από τα άλλα συστήματα πλοήγησης, έχει εφαρμοστεί και για τον προσανατολισμό και τον καθορισμό της πορείας αυτοκινήτων (επιβατικών και φορτηγών).
- Οι δορυφόροι γεωλογικών ερευνών, που χρησιμοποιούνται τόσο για τον εντοπισμό ορυκτών κοιτασμάτων και την παρατήρηση γεωλογικών σχηματισμών όσο και για τη συλλογή σεισμολογικών δεδομένων. Προς την κατεύθυνση αυτή σημαντική είναι και πάλι η συμβολή των δορυφόρων του Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού, που συνδέονται με επίγειους σταθμούς και εντοπίζουν τις μικρομετατοπίσεις των τμημάτων του φλοιού της γης. Τα στοιχεία που μεταδίδουν χρησιμοποιούνται για τη σαφή διάκριση κύριων και δευτερευουσών σεισμογενών ζωνών, ενώ θεωρείται ότι θα βοηθήσουν μελλοντικά στην πρόβλεψη των σεισμών.

Από το 1994 η Ελλάδα συμμετέχει μέσω του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου Αθηνών στο πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης "Δορυφορική Μετάδοση Σεισμολογικών Δεδομένων κατά μήκος της Μεσογείου", στο οποίο συμμετέχουν και ανάλογα ιδρύματα άλλων μεσογειακών χωρών.

Ο δορυφόρος Αργώ, που βρίσκεται ήδη σε τροχιά, θα συνδέεται με 20 επίγειους σεισμολογικούς σταθμούς και θα έχει ως βασική αποστολή: α) την παρακολούθηση της σεισμικής δραστηριότητας στις εστίες της νότιας Ευρώπης και την έγκαιρη αντιμετώπιση σεισμικών εξάρσεων, β) τη χαρτογράφηση του φλοιού της γης σε όλη τη Μεσόγειο, τον εντοπισμό ζωνών υψηλής ή χαμηλής απορρόφησης της σεισμικής ενέργειας και την πορεία των λεγόμενων σεισμικών ακτίνων, και γ) την παρακολούθηση της εξέλιξης σεισμικών φαινομένων και την καταγραφή τους για τη δημιουργία βάσης σεισμολογικών δεδομένων σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Επόμενος στόχος του προγράμματος είναι η χρησιμοποίηση των δεδομένων αυτών για έγκαιρη και ακριβή πρόβλεψη των σεισμών.

Οι σημαντικότεροι μετεωρολογικοί δορυφόροι που έχουν χρησιμοποιηθεί μετά το 1970 είναι οι γεωστατικοί GOES των ΗΠΑ, METEOSAT (EUMETSAT) της Ευρώπης, GMS της Ιαπωνίας και INSAT της Ινδίας και οι πολικής τροχιάς METEOR της Ρωσίας και Tiros-N και NOOA των ΗΠΑ. Οι γεωστατικοί δορυφόροι μεταδίδουν κάθε μισή ώρα την εικόνα μιας συγκεκριμένης περιοχής ενώ οι πολικής τροχιάς που συνήθως λειτουργούν σε ζεύγη μπορούν να δώσουν στοιχεία για ολόκληρη τη Γη και την ατμόσφαιρά της.

Οι μετεωρολογικοί δορυφόροι συντονίζονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Μετεωρολογίας.

Το πεδίο εφαρμογής των μετεωρολογικών δορυφόρων επικαλύπτεται κατά ένα μικρό μέρος από μια άλλη κατηγορία δορυφόρων, τους δορυφόρους περιβάλλοντος, που μελετούν το χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον και καταγράφουν τα φαινόμενα και τις μεταβολές που συμβαίνουν σ' αυτό, καθώς και στην ατμόσφαιρα του πλανήτη.

Οι περιβαλλοντικοί δορυφόροι συλλέγουν εικόνες και στοιχεία, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για την αντιμετώπιση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, την πρόγνωση μετεωρολογικών φαινομένων, την πρόληψη και τον εντοπισμό πυρκαγιών, την παρακολούθηση καλλιεργειών, την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών, καθώς και για την έρευνα, με απώτερο στόχο τη βελτίωση της ζωής σε όλο τον πλανήτη.

Οι δορυφόροι περιβάλλοντος της δεκαετίας του 1990 ανήκουν στην τρίτη γενιά των δορυφόρων της κατηγορίας αυτής, είναι εξελιγμένοι τεχνολογικά και έχουν δυνατότητα παρατήρησης όλο το 24ωρο. Είναι εξοπλισμένοι με όργανα υψηλής διακριτικής ικανότητας (ραδιόμετρα, μονάδα διερεύνησης με μικροκύματα, ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας, ανιχνευτές πρωτονίων και νετρονίων) και χαρτογραφούν όλα τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τη βλάστηση, την επιφανειακή θερμοκρασία ποταμών, λιμνών και θαλασσών, τις περιοχές με ηφαιστειακή δραστηριότητα, τις μετεωρολογικές μεταβολές και τα νέφη τόσο την ημέρα όσο και τη νύχτα, καθώς και την κατάσταση του όζοντος της στρατόσφαιρας. Τα στοιχεία που συλλέγουν περνούν από επεξεργασία και μετατρέπονται σε εικόνες υψηλής ευκρίνειας. Σ' αυτές χρησιμοποιούνται διαφορετικά χρώματα, για να απεικονιστούν οι διαφορές μεταξύ των περιοχών και οι διακυμάνσεις που παρουσιάζει το κάθε υπό μέτρηση μέγεθος σ' αυτές.

Οι δορυφόροι περιβάλλοντος, που τοποθετούνται συνήθως σε πολική τροχιά, αποτελούν ένα σημαντικό μέσο για την προστασία του περιβάλλοντος, την έγκαιρη αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών, την πρόβλεψη μετεωρολογικών φαινομένων και την παρακολούθηση δασών και καλλιεργειών, ενώ η χρησιμοποίησή τους επεκτείνεται ακόμη και στη ναυσιπλοΐα. Οι σημαντικότεροι δορυφόροι της κατηγορίας αυτής είναι οι Nimbus, Landsat, POES (NOAA) και UARS των ΗΠΑ, Spot της Γαλλίας, ERS 1 της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος, MOS 1 και JERS 1 της Ιαπωνίας κ.ά.