



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ»

Μεταπτυχιακή εργασία

Μουτοπούλου Ευθυμία

Διπλ./χος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα

Επιβλέπων: Δρ.-Μηχ. Δ. Κουλοχέρης
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2015

Περίληψη

Πολλοί τομείς της κοινωνίας - από τις τηλεπικοινωνίες και την τηλεόραση μέχρι τις μετεωρολογικές προβλέψεις και τα παγκόσμια χρηματοπιστωτικά συστήματα - βασίζονται σε διαστημικά συστήματα και τεχνολογίες. Για να μπορέσουν να αναπτυχθούν, απαραίτητη ήταν η δημιουργία των συστημάτων μεταφοράς στο διάστημα. Από το 1957 μέχρι και σήμερα, τα συστήματα μεταφοράς στο διάστημα έχουν γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη και πλήθος διαστημικών αποστολών έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία, βρίσκεται σε εξέλιξη ή σχεδιάζεται για το μέλλον.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία γίνεται εκτενής ανάλυση των συστημάτων μεταφοράς στο διάστημα, ξεκινώντας από τα πρώτα βήματα του ανθρώπου έως και τις τελευταίες εξελίξεις. Μέσο μεταφοράς είναι τα διαστημικά οχήματα που έχουν διάφορους τύπους και σκοπούς και χρησιμοποιούν ένα εύρος τεχνολογιών για τη λειτουργία τους. Παράλληλα, απαραίτητη είναι η ασφάλεια στη χρήση του διαστήματος - η οποία γίνεται από πολλούς φορείς - γι αυτό και έχουν καθοριστεί από τις ενεργές χώρες, πολιτικές που πρέπει να ακολουθούνται για το διάστημα. Στο μέλλον, οι διαστημικές μεταφορές αναμένεται να πάρουν άλλη διάσταση, προσφέροντας ακόμη περισσότερα οφέλη στην καθημερινότητά μας.

Λέξεις κλειδιά : μεταφορά, διάστημα, διαστημόπλοιο, πύραυλος, διαστημοδρόμιο, δουφόρος, NASA, ESA, JAXA, ISRO, ROSCOSMOS, ISS

Abstract

Many sectors of society - from telecommunications and television, to weather forecasts and global financial systems – are based on space systems and technologies. In order to develop, it was necessary the establishment of the space transportation systems. From 1957 until today, the space transportation systems have experienced great development and many space missions have been successfully completed, are in progress or are planned for the future.

In this thesis is conducted an extensive analysis of space transportation systems, from the first steps of human to the latest developments. Spacecrafts as means of transportation, have various types and purposes and are using a range of technologies for their operation. Furthermore, it is necessary to assure the safety in the use of space by various stakeholders and space policies are followed by the active countries in space. In the future, space transportation systems are expected to take another dimension, offering more benefits in our daily lives.

Key words : transport, space, spacecraft, launcher, spaceport, satellite, NASA, ESA, JAXA, ISRO, ROSCOSMOS, ISS

Θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας. Θα πρέπει να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Δημήτριο Κουλοχέρη που μου εμπιστεύτηκε αυτή την μεταπτυχιακή εργασία και μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα. Έπειτα θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του ΔΠΜΣ 'Συστήματα Αυτοματισμού' του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου που με καθοδήγησαν στο πολύ ενδιαφέρον και ευρύ αντικείμενο των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου και ρομποτικής.

Σε αυτό το σημείο, θέλω να αναφέρω ανθρώπους, εκτός του στενού ακαδημαϊκού περιβάλλοντος, που υπήρξαν σημαντικοί πόλοι στη ζωή μου, προσδίδοντας την απαιτούμενη ισορροπία. Αρχικά, θέλω να ευχαριστήσω τις φίλες και τους φίλους των σχολικών και φοιτητικών μου χρόνων, τα οποία, πραγματικά θα μείνουν αξέχαστα. Πάνω απ'όλα όμως, είμαι ευγνώμων στην οικογένειά μου και συγκεκριμένα στους γονείς μου, των οποίων η πίστη στις δυνατότητες μου, αποτέλεσε αρωγός σε όλους τους στόχους και τα όνειρά μου. Τους ευχαριστώ που με ανέθρεψαν σε ένα ειδυλλιακό περιβάλλον χωρίς καμία στέρηση, δίνοντάς μου τη δυνατότητα να επεκτείνω τις γνώσεις μου και ήταν πάντα δίπλα μου σε κάθε δυσκολία. Την παρούσα εργασία την αφιερώνω στα αγαπημένα μου πρόσωπα που βρίσκονται δίπλα μου καθημερινά.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	2
Abstract.....	3
Περιεχόμενα.....	5
Κατάλογος Σχημάτων	9
Κατάλογος Πινάκων.....	11
1 Εισαγωγή.....	13
1.1 Σκοπός Εργασίας.....	13
1.2 Ορισμοί	13
1.3 Ιστορική αναδρομή.....	14
1.3.1 Οι πρώτες τροχιακές πτήσεις.....	16
1.3.2 Ο πρώτος άνθρωπος στο διάστημα	17
1.3.3 Οι άνθρωποι - κλειδιά για την έναρξη των διαστημικών μεταφορών.....	17
1.3.4 Διαστημικές υπηρεσίες.....	18
1.4 Στατιστικά Στοιχεία	19
2 Συστήματα Διαστημικών Μεταφορών.....	29
2.1 Ορισμοί.....	29
2.2 Ευρώπη και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα	31
2.2.1 Ariane 1-3.....	33
2.2.2 Ariane 4	34
2.2.3 Ariane 5	37
2.2.4 Ariane 6	39
2.2.5 Vega.....	41
2.2.6 IXV : Intermediate eXperimental Vehicle.....	42
2.2.7 ATV : Automated Transfer Vehicle	44
2.2.8 Rosetta	46
2.3 Αμερική και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα.....	46
2.3.1 Διαστημικό Λεωφορείο - Space Shuttle.....	48
2.3.2 Apollo Missions.....	55
2.3.3 Saturn Rocket Family	57
2.3.4 Skylab Space Station	60
2.3.5 Delta II.....	62
2.3.6 Atlas.....	63
2.3.7 Juno.....	65
2.3.8 Lunar Reconnaissance Orbiter - LRO	66
2.3.9 Voyager	68
2.3.10 Curiosity	69
2.4 Ιαπωνία και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα	70

2.4.1 L-4S.....	74
2.4.2 M-4S	75
2.4.3 M-3C.....	75
2.4.4 M-3H.....	76
2.4.5 M-3S	76
2.4.6 M-3SII.....	77
2.4.7 M-V.....	77
2.4.8 Epsilon	78
2.4.9 N-I.....	79
2.4.10 N-II.....	80
2.4.11 H-I.....	81
2.4.12 H-II.....	82
2.4.13 J-I	83
2.4.14 Όχημα ανεφοδιασμού HTV	84
2.5 Ρωσία και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα	85
2.5.1 Soyuz.....	86
2.5.2 Proton.....	90
2.5.3 Sputnik	94
2.5.4 Vostok.....	97
2.5.5 Buran.....	98
2.5.6 Mir.....	99
2.6 Κίνα και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα.....	102
2.6.1 Shenzhou.....	103
2.6.2 Long March.....	106
2.7 Ινδία και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα	110
2.7.1 Δορυφόροι Επικοινωνιών	110
2.7.2 Δορυφόροι Γεωπαρατήρησης	111
2.7.3 Δορυφόροι Πλοήγησης.....	113
2.7.4 Επιστήμη και Εξερεύνηση	113
2.7.5 Πειραματικοί Δορυφόροι.....	114
2.7.6 Μικροί Δορυφόροι.....	115
2.7.7 SLV	116
2.7.8 ASLV	116
2.7.9 PSLV.....	116
2.7.10 GSLV	117
2.8 Διεθνή Συστήματα Μεταφορών.....	117
2.8.1 Διεθνής Διαστημικός Σταθμός - International Space Station (ISS).....	117
2.8.2 Sea Launch System	121
2.9 Διαστημοδρόμια – Κοσμοδρόμια	122
2.9.1 Διαστημοδρόμιο Γαλλικής Γουιάνας.....	122
2.9.2 Κοσμοδρόμιο Baikonur	124
2.9.3 Κοσμοδρόμιο Βοστότσνι	126
2.9.4 Διαστημικό Κέντρο του Jiuquan.....	126
2.9.5 Διαστημικό Κέντρο Kennedy	127
2.9.6 Διαστημικό Κέντρο Xichang	130
2.9.7 Διαστημικό Κέντρο Wenchang.....	131
2.9.8 Διαστημικό Κέντρο Broglio	131
2.9.9 Κέντρο Εκτόξευσης Barreira do Inferno	132

2.9.10 Διαστημικό Κέντρο Satish Dhawan	132
3 Τεχνολογία και Μεταφορές στο Διάστημα	133
3.1 Συστήματα Πρόωσης.....	133
3.1.1 Χημική Πρόωση	133
3.1.2 Ηλιακή Πρόωση	142
3.2 Κινητήρες Πυραυλικών Συστημάτων	143
3.3 Συστήματα Παραγωγής Ενέργειας	147
3.4 Υλικά Διαστημικών Σκαφών	148
3.5 Συστήματα Επικοινωνιών	150
3.6 Συστήματα Οδήγησης και Ελέγχου	152
3.7 Ρομποτική, Αυτοματισμός και Τεχνητή Νοημοσύνη	154
3.8 Λογισμικό (Software)	155
4 Διαστημική Πολιτική	158
4.1 Ευρωπαϊκή Διαστημική Πολιτική	158
4.2 Αμερικάνικη Διαστημική Πολιτική	162
4.3 Ιαπωνική Διαστημική Πολιτική	166
4.4 Κινέζικη Διαστημική Πολιτική	173
4.5 Ρώσικη Διαστημική Πολιτική.....	175
5 Διάστημα και Ασφάλεια	179
5.1 Διαστημικό Περιβάλλον	179
5.1.1 Τροχιακά Συντρίμια	179
5.1.2 Φάσμα ραδιοσυχνοτήτων (RF) και τροχιακές θέσεις.....	180
5.1.3 Αντικείμενα κοντά στη Γη	181
5.1.4 Διαστημική Επιτήρηση.....	182
5.2 Πρόσβαση και χρήση του διαστήματος από διάφορους φορείς	183
5.2.1 Παγκόσμιες δυνατότητες διαστήματος	183
5.2.2 Προτεραιότητες και χρηματοδοτήσεις πολιτικών διαστημικών προγραμμάτων	185
5.2.3 Διεθνής συνεργασία στις διαστημικές αποστολές.....	185
5.2.4 Ανάπτυξη της εμπορικής διαστημικής βιομηχανίας	186
5.2.5 Δημόσια και ιδιωτική συνεργασία στις διαστημικές δραστηριότητες	187
5.2.6 Διαστημικά στρατιωτικά συστήματα	188
5.3 Ασφάλεια Διαστημικών Συστημάτων	188
5.3.1 Ευάλωτες δορυφορικές επικοινωνίες, συνδέσεις μετάδοσης και επίγειοι σταθμοί	189
5.3.2 Ικανότητα ανοικοδόμησης διαστημικών συστημάτων.....	189
5.3.3 Επίγειες δυνατότητες επίθεσης σε δορυφόρους	190
5.3.4 Διαστημικές δυνατότητες επίθεσης.....	191
5.4 Διάστημα και Ασφάλεια στη Γη.....	191
5.4.1 Galileo	193
5.4.2 Copernicus	196

5.4.3 GPS	198
5.4.4 Glonass.....	199
6 Το Μέλλον στις Μεταφορές στο Διάστημα.....	200
6.1 Μελλοντικά Οχήματα	200
6.1.1 Orion	200
6.1.2 Space Launch System	202
6.1.3 Crew Space Transportation (CST) -100	204
6.1.4 LM-7	206
6.2 Μελλοντικές Αποστολές.....	207
6.2.1 Exploration Mission 1 και Exploration Mission 2.....	207
6.2.2 Μελλοντικές Αποστολές ESA	208
6.2.3 Μελλοντικές Επιστημονικές Αποστολές NASA	210
6.2.4 Κατάλογος Μελλοντικών Αποστολών [73].....	213
6.3 Νέα Διαστημοδρόμια και Διαστημικός Τουρισμός	217
6.3.1 Διαστημοδρόμιο Κολοράντο	217
6.3.2 Διαστημοδρόμιο Σουηδίας.....	219
6.3.3 Διαστημοδρόμιο Σιγκαπούρης.....	219
6.3.4 Διαστημικός Τουρισμός.....	221
6.4 Ερευνητικά Προγράμματα και Εξέλιξη	224
6.4.1 Εξελιγμένο Πρόγραμμα Διαστημικών Μεταφορών	224
6.4.2 Πρόγραμμα Ανάπτυξης Τεχνολογιών Εξερεύνησης	227
6.4.3 Προηγμένα Συστήματα Εξερεύνησης.....	229
Συμπεράσματα – Μελλοντική Έρευνα	232
Βιβλιογραφία	234

Κατάλογος Σχημάτων

Εικόνα 1.1. Αριθμός διαστημικών οχημάτων που εκτοξεύτηκαν από το 1957 έως το 2014 [1]	20
Εικόνα 1.2. Αριθμός διαστημικών οχημάτων που εκτοξεύτηκαν από το 2005 έως το 2014 [1]	21
Εικόνα 1.3. Στρατιωτικές αποστολές από το 1957 έως το 2014	24
Εικόνα 1.4. Πολιτικές αποστολές από το 1957 έως το 2014.....	25
Εικόνα 2.1 Όχημα εκτόξευσης Ariane 4 [27].....	36
Εικόνα 2.2 Όχημα εκτόξευσης Ariane 5 [27].....	38
Εικόνα 2.3 Σχεδιασμός του οχήματος εκτόξευσης Ariane 6 [29].....	40
Εικόνα 2.4 Όχημα εκτόξευσης Vega.....	41
Εικόνα 2.5 Ενδιάμεσο Πειραματικό Όχημα (IXV)[21]	42
Εικόνα 2.6 Τα στάδια του προγράμματος IXV [21]	44
Εικόνα 2.7 Αυτόματο Όχημα Μεταφοράς-Automated Transfer Vehicle (ATV) [34].....	45
Εικόνα 2.8 Το Διαστημικό λεωφορείο αποτελείται από το τροχιακό όχημα, την εξωτερική δεξαμενή καυσίμων και τους προωθητήρες [36]	49
Εικόνα 2.9 Προσγείωση του Διαστημικού Λεωφορείου στο KSC στην Φλόριντα [37]	50
Εικόνα 2.10 Εγκάρσια τομή ενός τροχιακού οχήματος με σημειωμένες τις δεξαμενές και τα υδραυλικά συστήματα [37].....	51
Εικόνα 2.11 Ο στόλος Διαστημικών Λεωφορείων της NASA [24].....	54
Εικόνα 2.12 Έμβλημα προγράμματος Apollo[38]	55
Εικόνα 2.13 Ο πρώτος Saturn I εκτοξεύτηκε 27 Οκτωβρίου του 1961 [33].....	58
Εικόνα 2.14 Όλες οι εκτοξεύσεις του Saturn IB από το πρόγραμμα AS-201 ως και το ASTP [33].....	59
Εικόνα 2.15 Εκτόξευση του σταθμού Skylab με έναν πύραυλο Saturn V [36]	60
Εικόνα 2.16 Αστροναύτες του Skylab έβγαλαν αυτή τη φωτογραφία καθόν πλησίαζαν στο τροχιακό εργαστήριο κατά την τρίτη και τελευταία αποστολή τον Νοέμβριο του 1973 [39]	62
Εικόνα 2.17 Πύραυλοι οικογένειας Delta II [41].....	63
Εικόνα 2.18 Τα μέρη του Atlas V 400 στο πρώτο και το δεύτερο στάδιο. Η σειρά Atlas V 400 ενσωματώνει κάλυμα φορτίου (payload fairing) διαμέτρου 4m και μήκους 12m , 12.9m ή τα 13.8m ανάλογα με το μέγεθος του ωφέλιμου φορτίου.[42]	64
Εικόνα 2.19 Τα μέρη του Atlas V 500 στο πρώτο και το δεύτερο στάδιο. Η σειρά Atlas V 500 ενσωματώνει κάλυμα φορτίου (payload fairing) διαμέτρου 5m και μήκους 20.7m , 23.5m ή τα 26.5m ανάλογα με το μέγεθος του ωφέλιμου φορτίου.[42]	64
Εικόνα 2.20 Το διαστημικό σκάφος Juno για την μελέτη του Δία [40].....	65
Εικόνα 2.21 Ο πύραυλος Atlas V εκτοξεύει το LRO και το LCROSS [33]	67
Εικόνα 2.22 Διαστημόπλοιο Voyager για την εξερεύνηση του διαστήματος [43]	69
Εικόνα 2.23 Το Curiosity rover της NASA στον Άρη [44].....	70
Εικόνα 2.24 Παρουσίαση χαρακτηριστικών των οχημάτων εκτόξευσης δορυφόρων [45] 72	
Εικόνα 2.25 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων L-4S [45].....	74
Εικόνα 2.26 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-4S [45].....	75
Εικόνα 2.27 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-3C [45]	75
Εικόνα 2.28 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-3H [45]	76
Εικόνα 2.29 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-3S [45].....	76
Εικόνα 2.30 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-3SII [45]	77
Εικόνα 2.31 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-V [45]	78
Εικόνα 2.32 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων Epsilon [45].....	78
Εικόνα 2.33 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων N-I [45]	79

Εικόνα 2.34 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων N-II [45]	80
Εικόνα 2.35 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων H-I [45].....	81
Εικόνα 2.36 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων H-II [45]	82
Εικόνα 2.37 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων J-I [45].....	83
Εικόνα 2.38 Όχημα ανεφοδιασμού HTV [2].....	84
Εικόνα 2.39 Λογότυπο του Roscosmos [51]	86
Εικόνα 2.40 Τροχιακή μονάδα του Soyuz [46]	87
Εικόνα 2.41 Μονάδα καθόδου του Soyuz [46]	88
Εικόνα 2.42 Μονάδα προώθησης του Soyuz [46].....	89
Εικόνα 2.43 Εκτόξευση του Proton K [33].....	91
Εικόνα 2.44 Η συναρμολόγηση των μηχανών πρώτου και δεύτερου σταδίου στο Baikonur[47].....	93
Εικόνα 2.45 Ο δορυφόρος Sputnik I [33].....	95
Εικόνα 2.46 Το πρόγραμμα Vostok 1 [51]	97
Εικόνα 2.47 Λογότυπο της Εθνικής Υπηρεσίας Διαστήματος της Κίνας [52].....	102
Εικόνα 2.48 Διάφορες version των πυραύλων Long March [33].....	109
Εικόνα 2.49 Οι μικροί δορυφόροι της Ινδίας [54].....	115
Εικόνα 2.50 Διεθνής Διαστημικός Σταθμός : 15 χώρες, 5 Διαστημικοί Οργανισμοί [55]	117
Εικόνα 2.51 Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός αποτελείται από πολλά διαφορετικά μέρη που συνεργάζονται μεταξύ τους για την λειτουργία του [56]	119
Εικόνα 2.52 Όχημα θαλάσσιων εκτοξεύσεων Sea Launch, με την πλατφόρμα εκτόξευσης Odyssey και το πλοίο ελέγχου [2]	122
Εικόνα 2.53 Το Ευρωπαϊκό Διαστημοδρόμιο στη γαλλική Γουιάνα, Νότια Αμερική [57]	122
Εικόνα 2.54 Αεροφωτογραφία του διαστημοδρόμιου Baikonur[33]	124
Εικόνα 2.55 Το νησί Merritt, οι βάσεις πυραύλων στο ακρωτήριο Κανάβεραλ (σε πράσινο χρώμα) και το διαστημικό κέντρο Κένεντι (σε λευκό χρώμα).[33].....	128
Εικόνα 2.56 Διαστημικό Κέντρο Xichang [33]	131
Εικόνα 3.1 Η κεραία διαμέτρου 70m στο Goldstone της California, με φόντο την έρημο Mojave. Στα δεξιά διακρίνεται η κεραία υψηλής απόδοσης με διάμετρο 34m[58]	152
Εικόνα 5.1 Λογότυπο προγράμματος Galileo[33].....	195
Εικόνα 5.2 Λογότυπο προγράμματος Copernicus[65]	197
Εικόνα 6.1 Αναπαράσταση του διαστημόπλοιου Orion με την Υπηρεσιακή Μονάδα της ESA [67]	201
Εικόνα 6.2 Αναπαράσταση της πρώτης δοιμαστικής πτήσης του διαστημόπλοιου Orion που αποτελούταν από δύο τροχιές[67]	201
Εικόνα 6.3 Αρχιτεκτονική και στάδια των δύο διαφορετικών μοντέλων του SLS[68] ...	203
Εικόνα 6.4 Το όχημα CST-100 για μελλοντικές μεταφορές στο διάστημα που σχεδιάζει η Boeing[69]	205
Εικόνα 6.5 Συναρμολόγηση του πυράουλου LM-7 [70]	206
Εικόνα 6.6 Αναπαράσταση της πρώτης αποστολής του SLS-Exploration Mission 1[68]	207
Εικόνα 6.7 Διαστημοδρόμιο Κολοράντο[57]	217
Εικόνα 6.8 Προτεινόμενη τοποθεσία για το διαστημοδρόμιο του Κολοράντο[57]	218
Εικόνα 6.9 Διαστημοδρόμιο Σουηδίας[57].....	219
Εικόνα 6.10 Διαστημοδρόμιο Σιγκαπούρης[57].....	220
Εικόνα 6.11 Το Όχημα Διαστημικής Εξερεύνησης κατά τη διάρκεια δοκιμών στην Αριζόνα το 2008 πάνω σε λάβα [75]	229
Εικόνα 6.12 Επίδειξη σύνδεσης ενός πρωτότυπου κατοικήσιμου οχήματος με ένα όχημα εξερεύνησης[76]	230

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1 Τα σημαντικότερα γεγονότα στην ιστορία των διαστημικών μεταφορών[33]	16
Πίνακας 1.2 Αριθμός διαστημικών αποστολών ανά χρονιά [1]	23
Πίνακας 1.3 Διαστημικά οχήματα ανά κατηγορία βάρους [1].....	23
Πίνακας 1.4 Γενικά στατιστικά στοιχεία [1]	24
Πίνακας 1.5 Βαθμός επιτυχίας των αποστολών ανά χρονιά (1957-2011) [1]	26
Πίνακας 1.6. Οικογένεια συστημάτων εκτοξευτών και βαθμός επιτυχίας [1]	28
Πίνακας 2.1 Παραλλαγές του Ariane 4 , αριθμός εκτοξεύσεων και φορτία [27]	36
Πίνακας 2.2 Συνοπτική περιγραφή του Ariane 5 [25].....	38
Πίνακας 2.3 Συνοπτική παρουσίαση της οικογένειας εκτοξευτών Ariane : Εκτοξεύσεις, Παραλλαγές, Ωφέλιμο φορτίο, Τεχνικές προδιαγραφές [33] ..	40
Πίνακας 2.4 Συνοπτική παρουσίαση των αποστολών του προγράμματος Apollo [33].....	56
Πίνακας 2.5 Οχήματα εκτόξευσης και αποστολές – Συνοπτική παρουσίαση [45].....	74
Πίνακας 2.6 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά του N-I [45]	79
Πίνακας 2.7 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά του N-II [45]	80
Πίνακας 2.8 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά του H-I [45]	81
Πίνακας 2.9 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά του H-II [45]	83
Πίνακας 2.10 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά του J-I [45].....	84
Πίνακας 2.11 Παραλλαγές του οχήματος Proton[47].....	94
Πίνακας 2.12 Τεχνικά χαρακτηριστικά του Buran [49]	99

Πίνακας 2.13 Κατηγορίες των πυραύλων Long March [33]	109
Πίνακας 2.14 Συγκεντρωτικά στοιχεία των δορυφόρων επικοινωνιών της Ινδίας[54].....	111
Πίνακας 2.15 Συγκεντρωτικά στοιχεία των δορυφόρων γεωπαρατήρησης της Ινδίας[54].....	112
Πίνακας 2.16 Συγκεντρωτικά στοιχεία των δορυφόρων πλοήγησης της Ινδίας[54].....	113
Πίνακας 2.17 Συγκεντρωτικά στοιχεία των διαστημόπλοιων για επιστημονικούς και εξερευνητικούς σκοπούς της Ινδίας[54]	114
Πίνακας 2.18 Συγκεντρωτικά στοιχεία των πειραματικών δορυφόρων της Ινδίας[54].....	114
Πίνακας 2.19 Συγκεντρωτικά στοιχεία των μικρών δορυφόρων της Ινδίας[54]	115
Πίνακας 2.20 Τεχνικά χαρακτηριστικά του ISS [55]	118
Πίνακας 2.21 Τα μέρη του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού [56].....	121

1 Εισαγωγή

1.1 Σκοπός Εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι η εκτενής μελέτη των μεταφορών στο διάστημα. Αποτελούν ένα από τα κύρια είδη μεταφορών και χάρη στην έρευνα και την ανάπτυξη που γίνεται στον κλάδο της διαστημικής τεχνολογίας, επωφελείται και διευκολύνεται καθημερινά η ζωή όλων μας στη Γη. Επομένως, είναι σημαντικό να διερευνήσουμε την ιστορία τους, τα μέσα που χρησιμοποιούνται, την τεχνολογία, τα προβλήματα που προκύπτουν καθώς και την εξέλιξή τους τα επόμενα χρόνια.

1.2 Ορισμοί

Διάστημα: Με τον όρο διάστημα (space) ή πιο επιστημονικά εξώτερο διάστημα (outer space), περιγράφεται ως ο αχανής χώρος, όπου κινούνται τα ουράνια σώματα και, ακριβέστερα, οι σχετικά κενές περιοχές μεταξύ των ουρανίων σωμάτων, πέρα από αυτά και τις ατμόσφαιρές τους. Σε αντίθεση με τη συνήθη αντίληψη, το διάστημα δεν είναι εντελώς άδειο, δηλαδή ένα τέλειο κενό, αλλά εμφανίζει περιεκτικότητα (πολύ μικρής πυκνότητας) σε σωματίδια, κυρίως πλάσματος υδρογόνου, ενώ περιέχει ακόμα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (φωτόνια), καθώς και τα πολύ μικρής μάζας νετρίνα. Μακροσκοπικά, σε αυτό περιέχονται επίσης γαλαξίες και νεφελώματα. Σύμφωνα με νεότερες θεωρίες, οι γαλαξίες και τα νεφελώματα αποτελούν μόλις το 5% της πραγματικής μάζας του σύμπαντος· το υπόλοιπο 95% αποτελείται, σύμφωνα με τις θεωρίες αυτές, από σκοτεινή ύλη και σκοτεινή ενέργεια, οι οποίες ωστόσο μέχρι σήμερα δεν έχουν παρατηρηθεί και η ύπαρξή τους δεν έχει επιβεβαιωθεί. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες που σχετίζονται με τη μελέτη των ουρανίων σωμάτων και των ιδιοτήτων του διαστήματος, κυρίως του δικού μας Ηλιακού συστήματος, με την αποστολή επανδρωμένων ή μη αποστολών στο διάστημα, περιγράφονται με το γενικό όρο εξερεύνηση του διαστήματος.[33]

Όρια Διαστήματος: Δεν υπάρχει σαφές όριο ανάμεσα στην ατμόσφαιρα της Γης και στο διάστημα. Αυτό οφείλεται στο ότι η πυκνότητα της ατμόσφαιρας μειώνεται σταδιακά με την αύξηση του ύψους από την επιφάνεια και στα πολύ μεγάλα ύψη πλέον απομένουν λίγα διάσπαρτα μόρια ύλης, τα οποία βαθμιαία αναμιγνύονται με τη ροή των σωματιδίων που είναι γνωστή ως Ηλιακός άνεμος. Επομένως, η μετάβαση γίνεται βαθμιαία και δεν υπάρχει εμφανής διαχωρισμός - πιο απλά, δεν υπάρχει εμφανές όριο όπου «λήγει» η ατμόσφαιρα και αρχίζει το διάστημα. Για πρακτικούς λόγους πάντως, υπάρχουν κάποια συμβατικά επιστημονικά όρια. Συγκεκριμένα:

- Η Διεθνής Ομοσπονδία Αεροναυτικής (Fédération Aéronautique Internationale / FAI) έχει υιοθετήσει τη λεγόμενη γραμμή Κάρμάν (Kármán line), η οποία βρίσκεται σε ύψος 100 χιλιομέτρα / 62 μίλια, ως τον πρακτικό ορισμό του διαχωρισμού μεταξύ της Αεροναυτικής και της Αστροναυτικής. Ο λόγος που χρησιμοποιείται το υψόμετρο αυτό, είναι ότι πάνω από τα 100 χιλιομέτρα η ατμόσφαιρα είναι πλέον τόσο αραιή, ώστε για να μπορούσε ένα σκάφος να επιτύχει επαρκή δυναμική άνωση από τον ατμοσφαιρικό αέρα, θα έπρεπε να αναπτύξει ταχύτητα μεγαλύτερη από την κανονική ταχύτητα που χρειάζεται για να μπει σε σταθερή τροχιά. Με άλλα λόγια, λόγω της ελάχιστης πυκνότητας του αέρα, η δυναμική άνωση της ατμόσφαιρας δεν θα μπορούσε πλέον να το «σηκώσει» σε αεροναυτικές ταχύτητες, άρα η ατμόσφαιρα γίνεται ανεπαρκής για αεροναυτικές πτήσεις. Το πρακτικό αυτό όριο είχε προβλεφθεί από τον Theodore von Kármán και φέρει το όνομα αυτό προς τιμήν του.
- Οι Ηνωμένες Πολιτείες ορίζουν επίσημα ως αστροναύτες, όσους ταξιδεύουν σε υψόμετρα που ξεπερνούν τα 50 μίλια / 80 χιλιομέτρα. Ειδικότερα για την επιστροφή στη Γη, το επιτελείο ελέγχου των αποστολών της NASA χρησιμοποιεί τα 76 μίλια / 122 χιλιομέτρα ως το επίσημο όριο έναρξης για την επανείσοδο στην ατμόσφαιρα. Αυτό είναι συνήθως το όριο όπου, κατά την κάθοδο, η αντίσταση της ατμόσφαιρας αρχίζει να γίνεται αισθητή (στην πράξη μπορεί να υπάρξουν μικρές αποκλίσεις, ανάλογα με το βαλλιστικό συντελεστή του σκάφους), αναγκάζοντας πλέον τους χειριστές να περάσουν από τον χειρισμό με τους μικρούς ανασχετικούς πυραύλους ρύθμισης πορείας στο διάστημα, στον άμεσο έλεγχο της κατεύθυνσης μέσα στην ατμόσφαιρα.[33]

Μεταφορές: Μεταφορές, ονομάζονται γενικά οποιεσδήποτε μετακινήσεις επιβατών και φορτίων από έναν τόπο σε έναν άλλον.[33]

1.3 Ιστορική αναδρομή

Στις 4 Οκτωβρίου 1957, δόθηκε μία μεγάλη ώθηση στον τομέα των διαστημικών μεταφορών με την εκτόξευση του Σπούτνικ 1, του πρώτου ανθρώπινου κατασκευάσματος που μπήκε σε τροχιά, η οποία έδωσε το έναυσμα για το διαστημικό αγώνα μεταξύ των Ηνωμένων Πολιτειών και της Σοβιετικής Ένωσης. Δύο άλλα διάσημα επιτεύγματα της πρώιμης αυτής περιόδου ήταν ο πρώτος άνθρωπος στο διάστημα, ο Γιούρι Γκαγκάριν με το Βοστόκ 1 στις 12 Απριλίου 1961 (πάλι από την ΕΣΣΔ), και οι πρώτοι άνθρωποι στο φεγγάρι, οι Νηλ Άρμστρονγκ και Μπαζ Όλντριν με το Απόλλων 11 μαζί με τον Μάικλ Κόλλινς

(από τις ΗΠΑ). Μετά από 30 έτη ανταγωνισμού η εστίαση των προσπαθειών άρχισε να μετατοπίζεται από τις μεμονωμένες πτήσεις στο ανανεώσιμο υλικό (όπως το αμερικανικό διαστημικό λεωφορείο και το αντίστοιχο σοβιετικό Buran) και από τον ανταγωνισμό στη συνεργασία, όπως στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια ο ανταγωνισμός αναζοπυρώθηκε, αφού η Κίνα πραγματοποίησε επανδρωμένες αποστολές στο διάστημα, δημιούργησε μια μεγάλη βιομηχανία δορυφόρων και έφτιαξε σύστημα εξολόθρευσης δορυφόρων. Ύστερα από αυτές τις ενέργειες ήρθε αντίδραση από τις ΗΠΑ και την Ρωσία. Οι ΗΠΑ έφτιαξαν κι αυτές σύστημα εξολόθρευσης δορυφόρων και άλλαξαν το διαστημικό τους πρόγραμμα σχεδιάζοντας να δημιουργήσουν νέες διαστημικές κάψουλες μέχρι το 2012 και να ξαναπάνε στη Σελήνη το 2020. [33]

Έτος	Γεγονός
1947	Εκτοξεύονται οι πρώτοι πύραυλοι V-2 ρωσικής κατασκευής από τη βάση Kapustin Yar.
1948	Εκτοξεύεται ο πρώτος πύραυλος δύο βαθμίδων (δύο V-2, ο ένας πάνω στον άλλο, με μερικές τροποποιήσεις) στο White Sands των ΗΠΑ.
1949	Ο πρόεδρος των ΗΠΑ Truman εγκρίνει τη χρηματοδότηση της κατασκευής ενός μεγάλου διαστημικού κέντρου στο Ακρωτήριο Κανάβεραλ.
1955	Ο Eisenhower τα σχέδια για την εκτόξευση μη επανδρωμένων δορυφόρων. Το ίδιο ανακοινώνουν λίγο αργότερα και οι Σοβιετικοί.
1957	Οι Ρώσοι εκτοξεύουν τον πρώτο δορυφόρο σε γήινη τροχιά, τον Sputnik 1. Εκτοξεύεται το ρωσικό Sputnik 2, μεταφέροντας το πρώτο ζώο στο διάστημα, τον σκύλο Laika.
1958	Εκτοξεύεται ο πρώτος δορυφόρος των ΗΠΑ, ο Explorer 1. Το αμερικανικό Κογκρέσο ιδρύει τη NASA.
1961	Εκτελείται η πρώτη επανδρωμένη διαστημική πτήση με το Ρώσο κοσμοναύτη Γιούρι Γκαγκάριν (Yuri Gagarin) μέσα στο Vostok 1. Πραγματοποιείται η πρώτη αμερικανική επανδρωμένη διαστημική πτήση του αστροναύτη Allen Shepard με το Freedom 7.
1962	Ο Αμερικανός αστροναύτης John Glenn πραγματοποιεί μια πλήρη περιφορά γύρω από τη Γη με το Friendship 7.
1964	Ιδρύεται η ESRO (αργότερα ESA) στην Ευρώπη, αρχικά με δέκα κράτη-μέλη.
1965	Πραγματοποιείται ο πρώτος διαστημικός "περίπατος" από το Ρώσο κοσμοναύτη Aleksei Leonov (ή Alexey Leonov) με το Voskhod 2.
1968	Η αποστολή Apollo 8 πραγματοποιεί την πρώτη τροχιά γύρω από τη Σελήνη.
1969	Επιτυχημένη δοκιμή της σεληνάκατου (Lunar Module) από το Apollo 10 στο σεληνιακό περιβάλλον. Οι Αμερικανοί αστροναύτες Neil Armstrong και Buzz Aldrin είναι οι πρώτοι άνθρωποι που προσεδαφίζονται στη Σελήνη με το Apollo 11.
1971	Εκτοξεύεται ο πρώτος Διαστημικός Σταθμός, το σοβιετικό Salyut 1.
1973	Η NASA εκτοξεύει το πρώτο Διαστημικό Εργαστήριο Skylab 2.
1975	Πραγματοποιείται η πρώτη διαστημική σύνδεση μεταξύ του Apollo (ΗΠΑ) και του Soyuz (Ρωσία), γνωστή ως Apollo-Soyuz Test Project.

1979	Η ESA θέτει σε τροχιά τον πρώτο της δορυφόρο με την ονομασία CAT.
1981	Εκτελείται με επιτυχία η παρθενική πτήση του αμερικανικού Διαστημικού Λεωφορείου Columbia (Space Transport System - STS 1).
1986	Ανατινάζεται το Διαστημικό Λεωφορείο Challenger στη διάρκεια της εκτόξευσης και το επταμελές πλήρωμα σκοτώνεται. Η Ρωσία εκτοξεύει το Διαστημικό Σταθμό MIR.
1988	Η Ρωσία εκτοξεύει το πρώτο της Διαστημικό Λεωφορείο, το Buran, το οποίο όμως δεν θα ξαναπετάξει λόγω οικονομικής ανεπάρκειας. Ολοκληρώνεται με επιτυχία η μεγαλύτερη παραμονή ανθρώπων στο διάστημα (365 ημέρες) από τους κοσμοναύτες G. Titov και M. Manarov.
1998	Τοποθετείται σε τροχιά το πρώτο κομμάτι του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού (ISS) από τους Ρώσους.
1999	Η Διαστημική Υπηρεσία της Κίνας (CNSA) εκτοξεύει το πρώτο της διαστημικό όχημα που θα χρησιμοποιηθεί στο μέλλον για επανδρωμένες πτήσεις.
2000	Φτάνει το πρώτο μόνιμο πλήρωμα στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό ISS (Krikalev / Gidzenko / Shephard).

Πίνακας 1.1 Τα σημαντικότερα γεγονότα στην ιστορία των διαστημικών μεταφορών[33]

1.3.1 Οι πρώτες τροχιακές πτήσεις

Η πρώτη επιτυχής τροχιακή εκτόξευση ήταν η αποστολή του σοβιετικού τηλεκατευθυνόμενου δορυφόρου Σπούτνικ 1, στις 4 Οκτωβρίου 1957. Ο δορυφόρος ζύγιζε περίπου 83 κιλά. Είχε δύο ραδιοσυσκευές αποστολής σημάτων (20 και 40 MHz), σήματα τα οποία μπορούσαν να ακουστούν από κάθε ραδιόφωνο σε όλη την υδρόγειο και είχε μπει σε τροχιά σε ένα ύψος περίπου 250 χμ (150 μίλια). Η ανάλυση των ραδιοσημάτων χρησιμοποιήθηκε για να συγκεντρώσει τις πληροφορίες για την πυκνότητα των ηλεκτρονίων της ιονόσφαιρας. Η θερμοκρασία και η πίεση κωδικοποιήθηκαν στη συχνότητα των ραδιοηχητικών σημάτων. Ο Σπούτνικ 1, εκτοξεύθηκε από έναν πύραυλο R-7. Αποτεφρώθηκε κατά την επανείσοδό του στην ατμόσφαιρα, στις 4 Ιανουαρίου 1958. Αυτή η επιτυχία οδήγησε σε μια κλιμάκωση του αμερικανικού διαστημικού προγράμματος που είχε μια ανεπιτυχή τροχιακή εκτόξευση 2 μήνες αργότερα και την πρώτη επιτυχή τροχιακή έναρξή του 4 μήνες μετά από τον Σπούτνικ. Στο μεταξύ, ένας σοβιετικός σκύλος, η Λάικα, έγινε το πρώτο ζώο σε τροχιά στις 3 Νοεμβρίου 1957 (το ζώο πέθανε πέντε με επτά ώρες μετά την έναρξη της πτήσης, μέσα στον Σπούτνικ 2 από υπερθέρμανση).[33]

1.3.2 Ο πρώτος άνθρωπος στο διάστημα

Η πρώτη επανδρωμένη πτήση στο διάστημα έγινε με το Βοστόκ 1, φέρνοντας τον 27χρονο κοσμοναύτη Γιούρι Γκαγκάριν, κατά την ιστορική ημερομηνία της 12ης Απριλίου 1961, σε τροχιά γύρω από την υδρόγειο. Αυτή η ημερομηνία γιορτάζεται ως "Ημέρα του Κοσμοναύτη" στη Ρωσία ή ως "Νύχτα του Γιούρι" παγκοσμίως. Η πτήση του Γκαγκάριν αντήχησε σε όλη την υδρόγειο, όχι μόνο επειδή παρουσίαζε την ανωτερότητα του σοβιετικού διαστημικού προγράμματος αλλά επειδή άνοιγε εξ ολοκλήρου μια νέα εποχή στη διαστημική εξερεύνηση και στις επανδρωμένες διαστημικές πτήσεις. Οι ΗΠΑ θα εκτόξευαν τον πρώτο πολίτη τους στο διάστημα μέσα σε έναν μήνα από την πτήση Γκαγκάριν. Εντούτοις, θα χρειαζόταν στις ΗΠΑ σχεδόν ένα πλήρες έτος για να τοποθετήσουν έναν άνθρωπο σε τροχιά.[33]

1.3.3 Οι άνθρωποι - κλειδιά για την έναρξη των διαστημικών μεταφορών

Το όνειρο «να βγούμε έξω από την γήινη ατμόσφαιρα», βασίστηκε στην εξέλιξη της τεχνολογίας πυραύλων. Ο γερμανικός V2 ήταν ο πρώτος πύραυλος που ταξίδεψε στο διάστημα, και που υπερνίκησε προβλήματα ώθησης και αστοχίας υλικών. Κατά τη διάρκεια των τελικών ημερών του Β' παγκόσμιου πολέμου, αυτή η τεχνολογία κλάπηκε και από τους Αμερικανούς και από τους Σοβιετικούς. Η αρχική κατευθυντήρια δύναμη ήταν ένας αγώνας εξοπλισμών για τα διηπειρωτικά βαλλιστικά βλήματα (ICBM), ως μεγάλης ακτίνας φορείς πυρηνικών όπλων, αλλά το 1961 όταν δηλώθηκε πως η ΕΣΣΔ έστειλε τον πρώτο άνθρωπο στο διάστημα, οι ΗΠΑ δήλωσαν πως εμπλέκονται σε διαστημικό αγώνα με τη Ρωσία. Οι Κωνσταντίν Τσιολκόφσκι, Ρόμπερτ Γκοντάρ, Χέρμαν Όμπερθ και Ράινχολντ Τίλλινγκ, εργάστηκαν τα πρώτα έτη του 20ού αιώνα πάνω στην τεχνολογία των πυραύλων. Ο Βέρνερ φον Μπράουν ήταν αρχιμηχανικός κατά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο στο πυραυλικό πρόγραμμα της ναζιστικής Γερμανίας, υπεύθυνος μεταξύ άλλων και για την ανάπτυξη των πυραύλων V-2. Μετά από τον πόλεμο (μαζί με πολλούς άλλους γερμανούς πυραυλικούς επιστήμονες αλλά και δείγματα πυραύλων) μεταφέρθηκε κρυφά στις ΗΠΑ για να εργαστεί στο αμερικανικό διαστημικό πρόγραμμα. Πήρε την αμερικανική υπηκοότητα και οδήγησε την ομάδα στη δημιουργία του Εξερευνητή Ι (Explorer I), του πρώτου αμερικανικού δορυφόρου τροχιάς. Ο φον Μπράουν διηύθυνε την ομάδα της NASA στο Κέντρο Διαστημικής Πτήσης, όπου ανέπτυξε τον

Κρόνο V (Saturn V), τον πύραυλο φορέα για την αποστολή στο φεγγάρι. Ο αγώνας για το διάστημα οδηγήθηκε συχνά από τον Ρώσο Σεργκέι Κορολιόβ, του οποίου η κληρονομιά περιλαμβάνει τον πύραυλο R7 και το διαστημόπλοιο Σογιούζ, τα οποία αποτέλεσαν τη βάση του ρώσικου διαστημικού προγράμματος μέχρι και τις αρχές του 21ου αιώνα. Ο Κορολιόβ ήταν ο εγκέφαλος πίσω από τον πρώτο δορυφόρο, τον πρώτο άνδρα (και την πρώτη γυναίκα) σε τροχιά και τον πρώτο διαστημικό περίπατο. Μέχρι το θάνατό του, η ταυτότητά του ήταν πολύ καλά φρουρούμενο κρατικό μυστικό.[33]

Ο Βαλεντίν Γκλούσκο ήταν Αρχισχεδιαστής διαστημοπλοίων και πυραύλων για την ΕΣΣΔ. Ο Γκλούσκο σχεδίασε τις μηχανές των πρώτων σοβιετικών πυραύλων. Ο Βασίλι Μίσιν, ήταν προϊστάμενος σχεδιαστής που δούλευε κάτω από την επίβλεψη του Σεργκέι Κορολιέβ και ένας από τους πρώτους Σοβιετικούς που επιθεώρησε τις γερμανικές εγκαταστάσεις του προγράμματος V-2. Μετά από το θάνατο του Σεργκέι Κορολιέβ, ο Μίσιν θεωρήθηκε υπεύθυνος για τη σοβιετική αποτυχία να είναι η ΕΣΣΔ η πρώτη χώρα που θα έστελνε ένα άτομο στο φεγγάρι. Ο Ρόμπερτ Γκίλρουθ, ήταν προϊστάμενος της NASA στην Ομάδα Εργασίας Διαστήματος (Space Task Group) και διευθυντής του Κέντρου Επανδρωμένων Πτήσεων (Manned Flight Center, σήμερα Johnson Space Center) σε 25 επανδρωμένες διαστημικές πτήσεις. Ο Γκίλρουθ ήταν το πρόσωπο που πρότεινε στον πρόεδρο Κέννεντυ να επιχειρήσουν οι Αμερικανοί το τολμηρό εγχείρημα της προσελήνωσης σε μια προσπάθεια να αφαιρεθεί η διαστημική ανωτερότητα από τους Σοβιετικούς. Ο Κρίστοφερ Κ. Κράφτ, ο νεώτερος, ήταν ο πρώτος διευθυντής πτήσης της NASA και επιτήρησε την ανάπτυξη του συστήματος ελέγχου αποστολής (mission control). Την περίοδο του προγράμματος Απόλλων, παραιτήθηκε από διευθυντής πτήσεων και επικεντρώθηκε στη διαχείριση και σχεδιασμό των αποστολών.[33]

1.3.4 Διαστημικές υπηρεσίες

Η ανάπτυξη του τομέα των μεταφορών στο διάστημα, οδήγησε στη δημιουργία διαστημικών υπηρεσιών ανά χώρα ή και ανα ήπειρο. Οι διαστημικές υπηρεσίες σήμερα είναι :

- Γραφείο για τις Υποθέσεις του Εξώτερου Διαστήματος (United Nations - Office for Outer Space Affairs-OOSA) (Ο.Η.Ε.)
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος (European Space Agency-ESA) (Ευρώπη)
- Διαστημική Υπηρεσία της Αργεντινής (Argentinian Space Agency) (Αργεντινή)
- Διαστημική Υπηρεσία της Βραζιλίας (Brazilian Space Agency) (Βραζιλία)

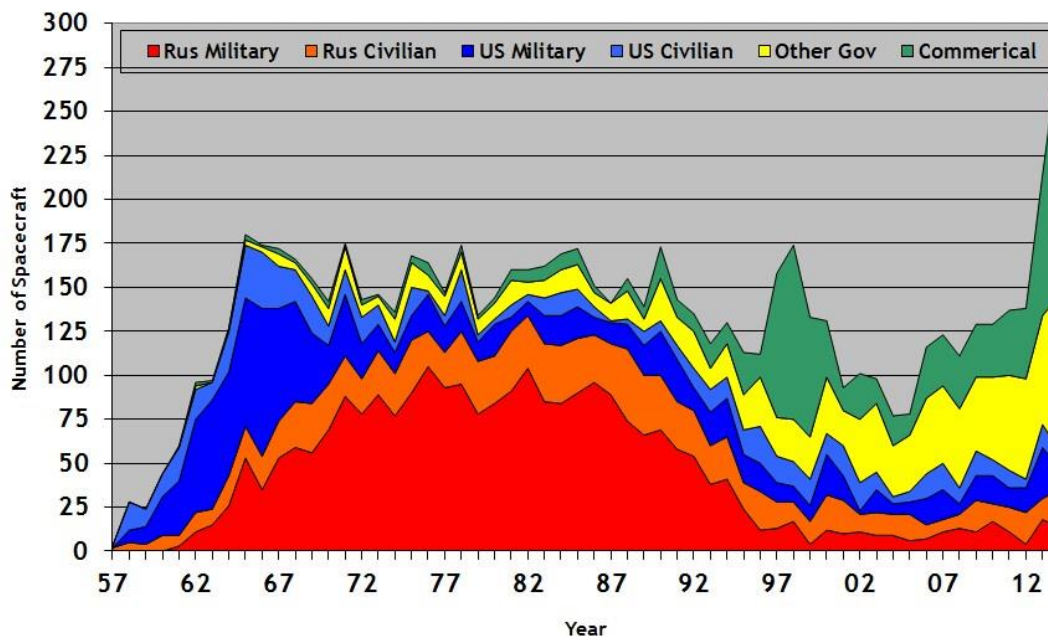
- Διαστημική Υπηρεσία του Καναδά (Canadian Space Agency) (Καναδάς)
- Κινεζική Εθνική Υπηρεσία Διαστήματος (China National Space Administration - CNSA) (Κίνα)
- Ομοσπονδιακή Διαστημική Υπηρεσία της Ρωσικής Ομοσπονδίας (Federal Space Agency of Russian Federation) (Ρωσία)
- Ινδικός Οργανισμός Διαστημικής Έρευνας (Indian Space Research Organisation- FSA) (Ινδία)
- Διαστημική Υπηρεσία του Ιράν (Iranian Space Agency) (Ιράν)
- Ιαπωνική Υπηρεσία Αεροδιαστημικής Έρευνας (Japan Aerospace Exploration Agency - JAXA) (Ιαπωνία)
- Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος (National Aeronautics and Space Administration-NASA) (ΗΠΑ)
- Εθνική Διαστημική Υπηρεσία της Ουκρανίας (National Space Agency of Ukraine) (Ουκρανία)
- Επιτροπή Ερευνών Διαστήματος και Ανώτερης Ατμόσφαιρας (Space and Upper Atmosphere Research Commission) (Πακιστάν)
- Διαστημική Υπηρεσία του Ηνωμένου Βασιλείου (UK Space Agency) (Ηνωμένο Βασίλειο)

Στην Ελλάδα υπάρχουν το Ινστιτούτο Διαστημικών Εφαρμογών και Τηλεπισκόπησης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και η έδρα του Τομέα Τηλεπικοινωνιών και Διαστημικής του Πολυτεχνείου Ξάνθης, ΔΠΘ, στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών.

1.4 Στατιστικά Στοιχεία

Από το 1957 εκτοξεύονται κατά μέσο όρο 136 διαστημικά οχήματα το χρόνο. Συνολικά, 7757 διαστημικά οχήματα εκτοξεύτηκαν μεταξύ 1957 και 2014, συμπεριλαμβανομένων των δορυφόρων (στην τροχιά της Γης), επανδρωμένες αποστολές και διαστημόπλοια για την εξερεύνηση του διαστήματος. Η Εικόνα 1, δείχνει τον αριθμό των διαστημικών οχημάτων που εκτοξεύτηκαν κάθε χρόνο. Το κόκκινο χρώμα αντιστοιχεί στη Ρωσία, το μπλέ στις Ηνωμένες πολιτείες, το κίτρινο άλλες κυβερνήσεις (Ευρώπη, Ιαπωνία, Κίνα, Ινδία, Καναδά, Ισραήλ κτλ) και το πράσινο, μή κυβερνητικά διαστημικά οχήματα (εμπορικά και ερασιτεχνικά). Παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των διαστημικών οχημάτων της Ρωσίας εκτοξεύτηκε τις δεκαετίες του '70 και του '80. [1]

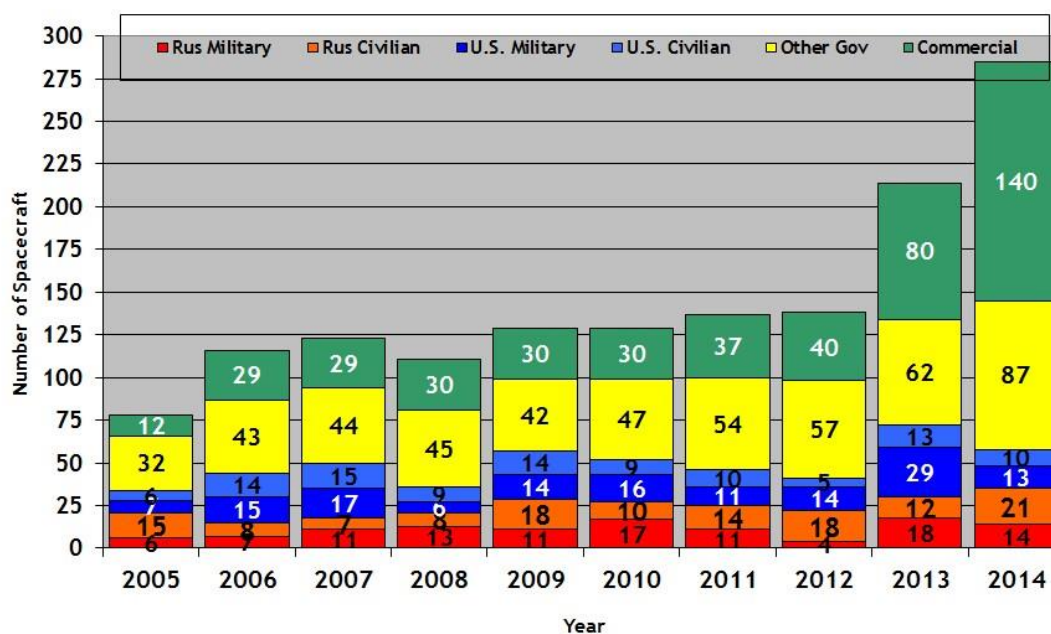
Number of Spacecraft Launched, 1957-2014



Εικόνα 1.1. Αριθμός διαστημικών οχημάτων που εκτοξεύτηκαν από το 1957 έως το 2014 [1]

Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται ο αριθμός των διαστημικών οχημάτων που εκτοξεύτηκαν την τελευταία δεκαετία (2005-2014). Περίπου 146 διαστημικά οχήματα ανά έτος εκτοξεύτηκαν τα τελευταία χρόνια, 17% από τη Ρωσία και τις Ηνωμένες Πολιτείες και 30-35% από άλλες κυβερνήσεις και μη κυβερνητικά.[1] Αναλυτικά στοιχεία παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Number of Spacecraft Launched, 2005-2014



Εικόνα 1.2. Αριθμός διαστημικών οχημάτων που εκτοξεύτηκαν από το 2005 έως το 2014 [1]

Έτος	Σύνολο	USSR/ Russia	USA	Europe	Japan	China	India	Canada	Israel	Other gov.	Com- mercial	Amateur/ Student
1957	3	2	1									
1958	28	5	23									
1959	24	4	20									
1960	44	9	35									
1961	60	9	50									1
1962	96	22	70	1				1			1	1
1963	97	24	72								1	
1964	127	43	82	2								
1965	180	71	103	2				1			1	2
1966	174	54	116	1	2						1	
1967	172	74	88	5	1					1	3	
1968	166	85	75	4							2	
1969	155	84	61	4	1	1		1			3	
1970	142	95	33	7	2	1					3	1
1971	175	111	49	9	2	1		1			2	
1972	143	98	35	5	1			1			2	1

1973	146	114	26	3		1		1			1	
1974	136	101	18	10	1	2					3	1
1975	168	120	30	7	2	3	1	1			4	
1976	164	125	23	2	2	3		1		1	7	
1977	147	113	21	6	4					1	2	
1978	174	125	35	4	4	1		1			3	1
1979	134	108	15	2	2	3	2				2	
1980	144	111	21	6	2		1				2	1
1981	160	125	15	5	3	3	3				5	1
1982	160	134	12	2	1	1	1	2			7	
1983	162	118	26	2	3	1	2	1		1	7	1
1984	169	117	30	5	3	3		1		1	8	1
1985	172	121	28	3	2	1		1		7	8	1
1986	151	123	16	2	3	2				1	3	1
1987	141	118	13	2	3	2	1			2		
1988	155	115	17	6	2	4	3		1		6	1
1989	139	100	25	5	2						7	
1990	173	100	31	8	6	5	1		1	3	11	7
1991	143	85	32	9	3	1	1	2			7	3
1992	135	80	24	10	2	2	2	1		4	9	1
1993	118	60	32	5	1	1	2			3	8	6
1994	130	65	34	3	4	4	2			6	12	
1995	113	39	30	10	3		2	1	1	3	20	4
1996	112	34	37	12	1	2	1	1	1	10	11	2
1997	158	28	26	10	4	2	2			4	81	1
1998	174	28	23	12	2	1			1	8	95	4
1999	133	17	24	8	1	4	2	1		8	66	2
2000	131	32	35	17	2	6	1	1		5	28	4
2001	93	29	31	8	4	2	2	1		3	13	
2002	101	21	28	12	8	8	2	1	1	4	22	4
2003	98	22	23	8	8	9	4	2	1	7	8	6
2004	77	21	10	13		10	1	1	1	3	14	3
2005	78	21	13	15	4	6	3	1		3	10	2
2006	116	15	29	9	9	7	1		1	16	10	19
2007	123	18	32	9	6	9	5	2	1	12	20	9
2008	111	21	15	11	3	14	4	3	2	8	23	7
2009	129	29	28	17	6	5	3	2		9	17	13
2010	129	27	25	10	6	18	3		1	9	20	10
2011	137	25	21	10	4	20	5	1	1	13	23	14
2012	138	22	19	13	4	25	2	1		12	19	21
2013	214	30	42	17	4	20	4	4	1	12	33	47
2014	285	35	23	15	25	23	4	4	1	15	114	26

Σύνολο	7757	3682	1941	383	168	237	73	44	16	195	788	230
		47.5%	25%	4.9%	2.2%	3.1%	0.9%	0.6%	0.2%	2.5%	10.1%	3%

Πίνακας 1.2 Αριθμός διαστημικών αποστολών ανά χρονιά [1]

Μια νέα εποχή ξεκίνησε το 2013 με την εκτόξευση 96 μικρο-δορυφόρων, βάρους μικρότερου των 10kg, ενώ παράλληλα ξεπέρασε το φράγμα των 130 εκτοξεύσεων με περισσότερες από 200 αποστολές. Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 3) παρουσιάζει τον αριθμό των αποστολών κάθε χρόνο, ανάλογα με το βάρος των διαστημικών οχημάτων. Υπάρχουν, τα πλήρη(full-fledged) διαστημικά οχήματα που ζυγίζουν πάνω από 100kg, οι μικρο-δορυφόροι που ζυγίζουν λιγότερα από 10kg και τα μικρά διαστημικά οχήματα που ζυγίζουν 10-99 kg. [1]

Έτος	'Full-fledge' spacecraft (>100 kg)	Small satellite (10 - 99 kg)	Microsatellite (<10 kg)	Σύνολο
2010	105 spacecraft = 81.4 %	6 spacecraft = 4.7 %	18 spacecraft = 13.9 %	129 spacecraft
2011	115 spacecraft = 83.9 %	10 spacecraft = 7.3 %	12 spacecraft = 8.8 %	137 spacecraft
2012	103 spacecraft = 74.6 %	9 spacecraft = 6.5 %	26 spacecraft = 18.8 %	138 spacecraft
2013	107 spacecraft = 50.1 %	11 spacecraft = 5.0 %	96 spacecraft = 44.9 %	214 spacecraft
2014	125 spacecraft = 43.9 %	30 spacecraft = 10.5 %	130 spacecraft = 45.6 %	285 spacecraft
2015(έως Μάρ.)	26 spacecraft = 54.2 %	2 spacecraft = 4.2 %	20 spacecraft = 41.7 %	48 spacecraft
Σύνολο	581 spacecraft = 61.1 %	68 spacecraft = 7.2 %	302 spacecraft = 31.8 %	951 spacecraft

Πίνακας 1.3 Διαστημικά οχήματα ανά κατηγορία βάρους [1]

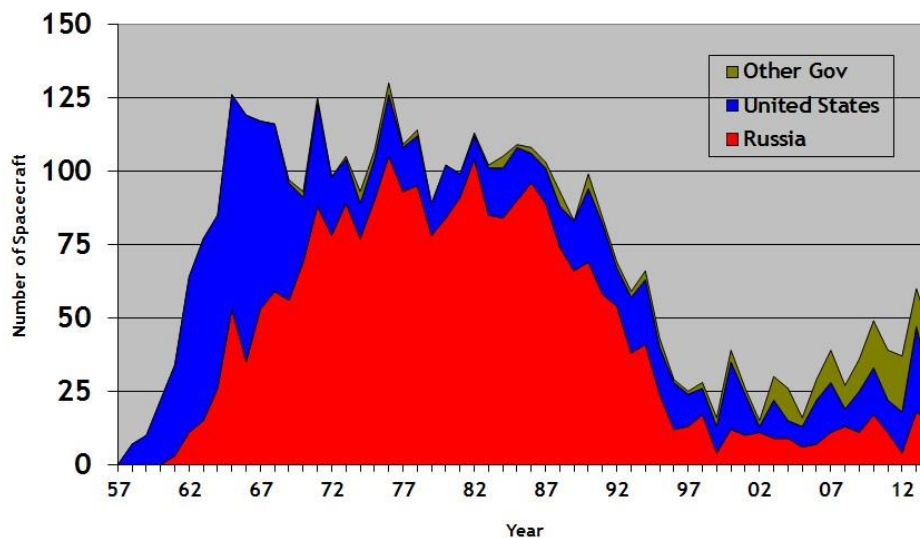
	1957-2014	M.O. ανά Έτος	Ποσοστό
Συνολικός αριθμός	7,757	136	
Κυβερνήσεις			
Ρώσια	3,682	65	47.5 %
Ηνωμένες Πολιτείες	1,941	34	25.0 %
Άλλες κυβερνήσεις (Europe, Japan, China, India, Canada, Other)	1,116	20	14.4 %
Σκοπός			

Εμπορικά	788	14	10.2 %
Ερασιτεχνικά	230	4	3,00%
Πολιτικά	3,772	66	48.6 %
Στρατιωτικά	3,985	70	51.4 %
Πολιτικά προγράμματα			
Αριθμός επανδρωμένων(+35 στρατιωτικά)	607	11	7.8 %
Πλανητική εξερεύνηση	245	4	3.2 %
Δορυφόροι Επικοινωνιών	1,28	22½	16.5 %
Μετεωρολογικοί δορυφόροι	186	3	2.4 %
Στρατιωτικά προγράμματα			
Παρακολούθηση("spy")	1,885	33	24.3 %
Στρατιωτικές υπηρεσίες	1,471	26	19.0 %

Πίνακας 1.4 Γενικά στατιστικά στοιχεία [1]

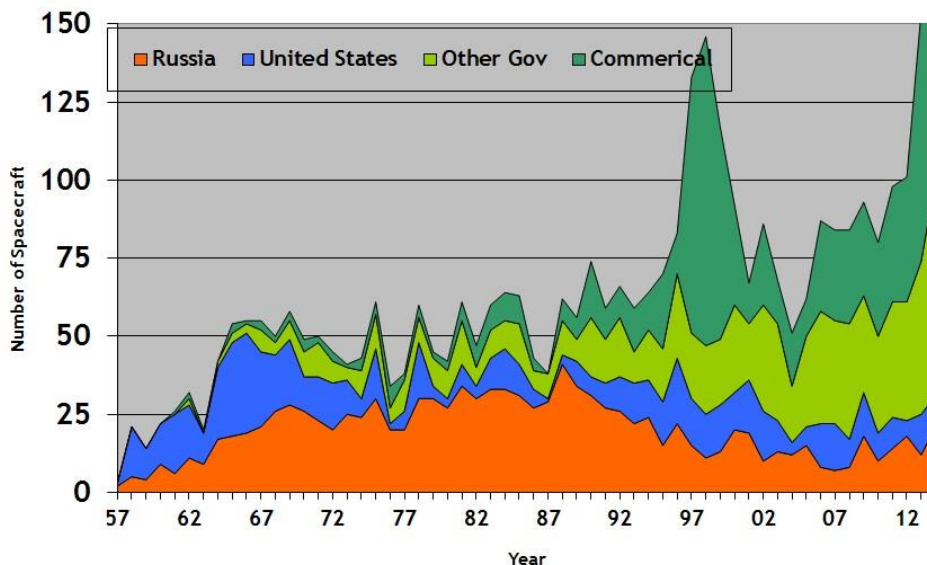
Στα ακόλουθα γραφήματα (Εικόνες 3,4) καταγράφεται η εξέλιξη των πολιτικών και στρατιωτικών αποστολών από το 1957 έως το 2014. Στην Εικόνα 3 φαίνεται ότι η πλειοψηφία των στρατιωτικών αποστολών πραγματοποιήθηκαν από τη Σοβιετική ένωση κατά τις δεκαετίες του '70 και '80 ενώ τα τελευταία χρόνια έχουν μειωθεί. Στην Εικόνα 4 φαίνονται οι πολιτικές αποστολές οι οποίες φαίνεται να κρατούν ένα σταθερό ρυθμό τα τελευταία 50 χρόνια με μεγάλη αύξηση μετά το 2013. [1]

Military Spacecraft Launched, 1957-2014



Εικόνα 1.3. Στρατιωτικές αποστολές από το 1957 έως το 2014

Civilian Spacecraft Launched, 1957-2014



Εικόνα 1.4. Πολιτικές αποστολές από το 1957 έως το 2014

Στον πίνακα 5 που ακολουθεί, παρουσιάζεται το ποσοστό επιτυχίας των διαστημικών αποστολών ανά χρονιά και ανά δεκαετία. Παρατηρούμε ότι το ποσοστό αυτό αυξάνεται, δεδομένου ότι η τεχνολογία εξελίσσεται και παράλληλα αποφεύγονται λάθη παλαιότερων ετών.[1]

Πρώτη Δεκαετία											
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	Total
Αποτυχία	1	21	15	27	28	31	26	23	32	28	232
Επιτυχία	2	7	9	18	32	65	71	104	147	146	601
Σύνολο	3	28	24	45	60	96	97	127	179	174	933
Βαθμός Επιτυχίας	67,00%	25,00%	37,00%	40,00%	53,00%	68,00%	73,00%	82,00%	82,00%	84,00%	72,00%
Δεύτερη Δεκαετία											
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	Total
Αποτυχία	19	28	23	16	22	9	16	11	12	10	165
Επιτυχία	153	138	132	126	153	134	130	125	156	154	1401
Σύνολο	172	166	155	142	175	143	146	136	168	164	1567
Βαθμός Επιτυχίας	89,00%	83,00%	86,00%	89,00%	87,00%	94,00%	89,00%	92,00%	93,00%	94,00%	89,00%
Τρίτη Δεκαετία											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Total

Αποτυχία	12	12	11	19	10	17	4	5	7	15	112
Επιτυχία	135	162	123	125	150	143	158	164	166	136	1462
Σύνολο	147	174	134	144	160	160	162	169	173	151	1574
Βαθμός Επιτυχίας	92,00%	93,00%	92,00%	87,00%	94,00%	89,00%	97,00%	97,00%	96,00%	90,00%	92,00%
Τέταρτη Δεκαετία											
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Total
Αποτυχία	4	16	1	10	5	6	10	8	11	18	89
Επιτυχία	137	139	138	163	138	129	108	122	102	94	1270
Σύνολο	141	155	139	173	143	135	118	130	113	112	1359
Βαθμός Επιτυχίας	97,00%	90,00%	99,00%	95,00%	96,00%	96,00%	91,00%	94,00%	90,00%	89,00%	93,00%
Πέμπτη Δεκαετία											
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total
Αποτυχία	11	19	15	15	8	6	8	4	8	23	117
Επιτυχία	147	155	118	116	85	95	89	73	70	93	1042
Σύνολο	158	174	133	131	93	101	97	77	78	116	1159
Βαθμός Επιτυχίας	93,00%	89,00%	89,00%	88,00%	93,00%	94,00%	92,00%	95,00%	90,00%	80,00%	90,00%
Έκτη Δεκαετία											
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Αποτυχία	3	5	2	8	10	-	-	-	-	-	28
Επιτυχία	120	106	127	121	127	-	-	-	-	-	601
Σύνολο	123	111	129	129	137	-	-	-	-	-	629
Βαθμός Επιτυχίας	98,00%	96,00%	98,00%	94,00%	93,00%	-	-	-	-	-	96,00%

Πίνακας 1.5 Βαθμός επιτυχίας των αποστολών ανά χρονιά (1957-2011) [1]

Εκτοξευτές	Επιτυχία Εκτόξευσης	Αποτυχία Εκτόξευσης	Σύνολο εκτοξεύσεων	Βαθμός Επιτυχίας	Αριθμός Ωφέλιμου φορτίου	Ποσοστό ωφέλιμου φορτίου	Πρώτη-Τελευταία Εκτόξευση
Saturn	28	0	28	100,00%	46	0.59 %	1961 - 1975
Minotaur	15	0	15	100,00%	78	1.01 %	2000 - 2013
Space Shuttle	134	1	135	99.26 %	278	3.58 %	1981 - 2011
Soyuz (Semiorka)	329½	6½	336	98.07 %	448	5.78 %	1992 - 2014
Tsyklon	225	10	235	95.74 %	363	4.68 %	1964 - 2009

Rokot	22	1	23	95.65 %	59	0.76 %	1994 - 2014
Ariane	210½	10½	221	95.25 %	396	5.11 %	1979 - 2014
Dnepr	20	1	21	95.24 %	162	2.09 %	1994 - 2014
Delta	351	18	369	95.12 %	504	6.50 %	1960 - 2014
ChangZhen g	193	11	204	94.81 %	269	3.47 %	1969 - 2014
KosmosC	438	24	462	94.81 %	847	10.92 %	1964 - 2010
A/Semiorka	1,362	84	1,446	94.19 %	1,497	19.30 %	1957 - 1991
N	14	1	15	93.33 %	15	0.19 %	1975 - 1987
Pegasus	39	3	42	92.86 %	86	1.11 %	1990 - 2013
Titan	202	18	220	91.82 %	332	4.28 %	1964 - 2005
Proton	364	37	401	90.77 %	538	6.97 %	1965 - 2014
R36	22½	2½	25	90.00 %	25	0.32 %	1965 - 1971
Atlas	341	38	379	89.97 %	539	6.95 %	1958 - 2014
H	41	5	46	89.13 %	118	1.52 %	1986 - 2014
Scout	87	12	99	87.88 %	111	1.46 %	1960 - 1994
KosmosB	144	21	165	87.27 %	165	2.13 %	1961 - 1977
Thor	213	31	244	87.03 %	348	4.46 %	1958 - 1965
Mu/M-V	26	4	30	86.67 %	36	0.46 %	1970 - 2006
Zenit	71	11	82	86.59 %	104	1.34 %	1985 - 2014
Falcon	15	3	18	83.33 %	47	0.61 %	2006 - 2014
Diamant	10	2	12	83.33 %	15	0.19 %	1965 - 1965
SLV	33½	10½	44	76.14 %	91	1.17 %	1979 - 2014
Juno,Jupite r,Redstone	12	10	22	54.55 %	22	0.28 %	1958 - 1961
Vanguard	3	8	11	27.27 %	11	0.14 %	1957 - 1959
Vega	3	0	3	100,00%	14	0.18 %	2012 - 2014
Strela	3	0	3	100,00%	3	0.04 %	2003 - 2014
Kuaizhou	2	0	2	100,00%	2	0.03 %	2013 - 2014
Shtil'	2	0	2	100,00%	3	0.04 %	1998 - 2006
Angara	1	0	1	100,00%	1	0.01 %	2014
Epsilon	1	0	1	100,00%	1	0.01 %	2013
Start	6	1	7	85.71 %	9	0.12 %	1993 - 2006
Antares	4	1	5	80.00 %	82	0.18 %	2013 - 2014
Shaviyt	6	2	8	75.00 %	9	0.12 %	1998 - 2010
Athena	5	2	7	71.43 %	10	0.10 %	1995 - 2001
Taurus	6	9	9	66.67 %	22	0.28 %	1999 - 2014
Safir	3	-2	-5	(60.00 %)	3	0.04 %	2009 - 2012
FengBao	4	4	8	50.00 %	12	0.15 %	1994 - 1998
Energiya	1	1	2	50.00 %	2	0.03 %	1987 - 1988
BlackArrow	1	1	2	50.00 %	2	0.03 %	1994

Lambda	1	4	5	20.00 %	5	0.06 %	1966 - 1970
KSLV	1	2	3	33.33 %	2	0.03 %	2019 - 2013
Uhna	1	2	3	33.33 %	3	0.04 %	2009 - 2012
Conestoga	0	1	1	0,00%	1	0.01 %	1998
Volna	0	1	1	0,00%	1	0.01 %	2005
KT-1	0	2	2	0,00%	2	0.03 %	2002 - 2003
VLS	0	3	3	0,00%	4	0.05 %	1993 - 1997
N-1	0	4	4	0,00%	4	0.05 %	1969 - 1972
Europa	0	4	4	0,00%	4	0.05 %	1968 - 1971
NOTS	0	6	6	0,00%	6	0.08 %	1958
Σύνολο	5,021	425	5,446	92.20 %	7,757	100,00%	1957 - 2014

Πίνακας 1.6. Οικογένεια συστημάτων εκτοξευτών και βαθμός επιτυχίας [1]

2 Συστήματα Διαστημικών Μεταφορών

2.1 Ορισμοί

Οχήματα εκτόξευσης (Launch Vehicles): Τα οχήματα εκτόξευσης, ή αλλιώς πύραυλοι, είναι σημαντικά μέσα μεταφοράς τα οποία συνδέουν τη Γή με το διάστημα. Τα οχήματα εκτόξευσης οδηγούν στο διάστημα τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους και δορυφόρους για την παρακολούθηση του καιρού, με άμεση επίδραση στην ποιότητα της ζωής μας, καθώς και δορυφόρους για την παρατήρηση του διαστήματος και την εξερεύνηση πλανητών. Τα οχήματα εκτόξευσης παίζουν καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία και την τροφοδοσία του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού. [22] Σε ένα τυπικό όχημα εκτόξευσης τριών τμημάτων, το τρίτο τμήμα που θα καταλήξει στο διάστημα περιέχει το ωφέλιμο φορτίο, το πρώτο και το δεύτερο τμήμα ενεργοποιούνται διαδοχικά για να μεταφέρουν το τρίτο τμήμα σε μεγάλο ύψος και να του δώσουν μεγάλη ταχύτητα πριν τεθεί το ίδιο σε λειτουργία. Κάθε τμήμα απορρίπτεται όταν τελειώσουν τα καύσιμά του. Επιπρόσθετη δύναμη κατά την εκτόξευση παράγεται από προωθητικούς πυραύλους προσαρτημένους στο πρώτο τμήμα. Το μεγαλύτερο βάρος ενός οχήματος εκτόξευσης οφείλεται στα καύσιμά του.

Δορυφόρος (Satellite): Δορυφόρος είναι κάθε σώμα το οποίο βρίσκεται σε τροχιά γύρω από έναν πλανήτη ή αστέρι. Συνήθως, με τον όρο δορυφόρο αναφερόμαστε σε κάποιο μηχάνημα που έχει εκτοξευτεί στο διάστημα και κινείται γύρω από τη Γη ή κάποιο άλλο ουράνιο σώμα. Χιλιάδες τεχνητοί δορυφόροι, περιστρέφονται γύρω από τη Γη, τόσο για γεωπαρατήρηση όσο και για παρατήρηση του διαστήματος. Επιπλέον, άλλοι δορυφόροι χρησιμοποιούνται κυρίως για τις τηλεπικοινωνίες και μια ομάδα δορυφόρων για το παγκόσμιο σύστημα δορυφορικής πλοήγησης [23].

Διαστημόπλοιο (spacecraft): Διαστημόπλοιο είναι ένα επανδρωμένο ή μη σκάφος (ή συσκευή), το οποίο έχει σχεδιαστεί να ταξιδεύει στο διάστημα. [33] Τα ταξίδια προς τους άλλους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, πραγματοποιούνται, προωθώντας και επιταχύνοντας το διαστημόπλοιο και στη συνέχεια αφήνοντάς το, ακολουθώντας μια ελλειπτική τροχιά, για να φθάσει στον προορισμό του. Όπου είναι εφικτό, τα εξερευνητικά διαστημόπλοια προσεδαφίζονται, κυρίως σε ταξίδια μικρής χρονικής διάρκειας.

Διαστημικός σταθμός(Space Station): Διαστημικός ή διαπλανητικός σταθμός είναι ένας τεχνητός δορυφόρος των πλανητών του Ηλίου που χρησιμοποιείται για επιστημονικές παρατηρήσεις και ως βάση για διαπλανητικά ταξίδια. Ο διαστημικός σταθμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί: για ραδιοφωνικές αναμεταδόσεις υπερβραχέων κυμάτων αποστάσεις και στην τηλεόραση, ως ραδιόφαρος και προσανατολιστής πτήσης, ως βάση ανεφοδιασμού στις διαπλανητικές πτήσεις, που απαιτούν πολλά καύσιμα για εγκατάσταση έξω από την ατμόσφαιρα ηλιενεργειακών εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για

τις ανάγκες του ίδιου του διαστημικού σταθμού καθώς και για άλλους σκοπούς όταν υπάρχει αρκετή συσσώρευση ρεύματος.

Διαστημικό Λεωφορείο: Η βασική ιδέα είναι ένα αεροσκάφος, το οποίο εκτοξεύεται με τη βοήθεια εξωτερικών πυραύλων και επιστρέφει στη Γη ως ανεμόπλοιο. Το πλήρωμα και οι επιβάτες ταξιδεύουν σε ένα θάλαμο ελεγχόμενης πίεσης, πράγμα που επιτρέπει την μεταφορά ειδικών οι οποίοι μπορεί να είναι επιστήμονες ή τεχνικοί και όχι απαραίτητα εκπαιδευμένοι αστροναύτες. Σε ένα διαφορετικό θάλαμο, αρκετά μεγάλο, μεταφέρονται σημαντικά φορτία από και προς το διάστημα, όπως δορυφόροι. 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 δύο 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 του.[24]

Γεωστατική τροχιά: Η γεωστατική τροχιά μεταφοράς (Geostationary orbit – GTO), κυκλώνει την Γη πάνω από τον Ισημερινό, από δύση προς ανατολή σε υψόμετρο 36.000 χιλιομέτρων. Οι δορυφόροι που βρίσκονται σε γεωστατική τροχιά, καθώς ακολουθούν την περιστροφή της γης, φαίνονται «στατικοί», σε μια καθορισμένη θέση. Ολοκληρώνουν μια πλήρη περιστροφή σε 23 ώρες, 56 λεπτά και 4 δευτερόλεπτα και η ταχύτητα τους είναι 3 χιλιόμετρα/δευτερόλεπτο. Οι δορυφόροι σε γεωστατική τροχιά καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος της Γης και έτσι είναι ιδανικοί για τις τηλεπικοινωνίες και την παρακολούθηση των καιρικών και περιβαλλοντικών συνθηκών. Έχουν δε μειωμένο κόστος παρακολούθησης από την Γη, και 3 από αυτούς μπορούν να καλύψουν όλη την επιφάνεια του πλανήτη, εκτός από τους πόλους.[30]

Χαμηλή τροχιά: Η χαμηλή τροχιά (Low Earth Orbit – LEO), είναι αυτή που βρίσκεται σε υψόμετρο τουλάχιστον 1000 χιλιόμετρα από την Γη, και μερικές φορές μπορεί να φτάσει ακόμα και τα 160 χιλιόμετρα ύψος. Οι δορυφόροι που βρίσκονται σε τέτοια τροχιά χρειάζονται περίπου 90 λεπτά για να ολοκληρώσουν μια πλήρη περιστροφή γύρω από τη Γη, με ταχύτητα 7,8 χιλιόμετρα/δευτερόλεπτο. Οι τροχιές αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως για στρατιωτικούς σκοπούς αλλά και επανδρωμένες πτήσεις, καθώς προσφέρουν καλή ορατότητα στις λεπτομέρειες της Γης. Σε μια τέτοια τροχιά βρίσκεται ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (International Space Station – ISS).[31]

Μεσαία τροχιά: Η μεσαία τροχιά (Medium Earth Orbit – MEO), βρίσκεται σε υψόμετρο περίπου 1000 χιλιομέτρων από τη Γη, και είναι κατάλληλη για τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους. Η ταχύτητα τους είναι περίπου 7,3 χιλιόμετρα/δευτερόλεπτο.[31]

Πολική τροχιά: Η πολική τροχιά, περνά από τον Βόρειο Πόλο προς το Νότιο με μέγιστη απόκλιση 20 έως 30 μοίρες και σε υψόμετρο από 200 μέχρι 1000 χιλιόμετρα. Λόγω της συγκεκριμένης διαδρομής, οι δορυφόροι που ακολουθούν πολική τροχιά, μπορούν να περάσουν από το ίδιο σημείο, πολλές φορές στη διάρκεια μιας ημέρας. Η πολική τροχιά χρησιμοποιείται για αναγνωριστικούς σκοπούς και παρατήρηση της Γης. Ένας δορυφόρος σε υψόμετρο περίπου 800 χιλιομέτρων, έχει ταχύτητα 7,5 χιλιόμετρα/δευτερόλεπτο.[31]

Ηλιοσύγχρονη τροχιά: Η Ηλιοσύγχρονη τροχιά (Sun Synchronous Orbit), είναι μια πολική τροχιά συγχρονισμένη με τον Ήλιο, σε υψόμετρο από 600 έως 800 χιλιόμετρα. Αυτές οι τροχιές χρησιμοποιούνται για παρατήρηση της Γης και του Ήλιου, πρόβλεψη καιρού και αναγνώριση, λόγω της βελτιωμένης ορατότητας, του εδάφους που φωτίζεται συνεχώς από τον Ήλιο, όπως και ο δορυφόρος.[30]

2.2 Ευρώπη και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα

Εδώ και 30 χρόνια περίπου ένα γκρουπ Ευρωπαϊκών κυβερνήσεων αποφάσισε πως η Ευρώπη χρειαζόταν εξασφαλισμένη πρόσβαση στο διάστημα και με τη συνεργασία όλων αυτό μπορούσε να επιτευχθεί. Χάρη στη διορατικότητά τους, η Ευρώπη ανέπτυξε μια σειρά εκτοξευτών και πλέον έχει το δικό της κέντρο εκτόξευσης στη Γαλλική Guiana.

Η πρόσβαση στο διάστημα έχει πολλά πλεονεκτήματα. Η εξερεύνηση του διαστήματος μας δίνει περισσότερη γνώση για το ηλιακό μας σύστημα, καλύτερη πλοήγηση και συστήματα τηλεπικοινωνιών, με αποτέλεσμα να μπορούμε να ελέγχουμε καλύτερα το περιβάλλον μας. Αυτό είναι δυνατό καθώς η Ευρώπη έχει εκτοξευτές ικανούς για την τοποθέτηση δορυφόρων σε τροχιά με ακρίβεια στο διάστημα.

Ο Ariane είναι η απτή απόδειξη του τι μπορεί να κάνει η Ευρώπη όταν είναι πραγματικά ενωμένη. Τα πλεονεκτήματα της εξερεύνησης του διαστήματος έχουν επεκταθεί σε σημείο που κανείς δεν είχε οραματιστεί 30 χρόνια πριν. Οι διαστημικές εφαρμογές θα συνεχίσουν να αυξάνονται, γι αυτό η πρόσβαση στο διάστημα τώρα και στο μέλλον είναι πολύ σημαντική.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση και η ESA (European Space Agency), αναγνωρίζουν την αξία του διαστήματος και για αρκετά χρόνια συνεργάζονται ώστε να υπάρχει μια Ευρωπαϊκή στρατηγική για το διάστημα. Η στρατηγική σκοπεύει να εξασφαλίσει ότι η Ευρώπη είναι εξοπλισμένη, ώστε να αντιμετωπίσει το μέλλον με σιγουριά. Αυτό σημαίνει ότι η Ευρώπη έχει εκτοξευτές που ανταποκρίνονται στις θεσμικές και εμπορικές απαιτήσεις και το

Ευρωπαϊκό Διαστημοδρόμιο παραμένει συνώνυμο της τελειότητας και της αξιοπιστίας. Η ESA έχει τη δυνατότητα, μετά από τόσα χρόνια εμπειρίας, να δημιουργεί εκτοξευτές ώστε :

- Να διατηρεί την ανταγωνιστικότητα και τη βιωσιμότητα των εκτοξευτών Ariane
- Να προωθεί τη δημιουργία μιας Ευρωπαϊκής θεσμικής αγοράς για τους Ariane
- Να εξασφαλίζει ότι η Ευρώπη μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της αγοράς με την ανάπτυξη των μικρών εκτοξευτών Vega και να διευκολύνει τη χρήση του Ρώσικου πυραύλου Soyuz στο Ευρωπαϊκό Διαστημοδρόμιο.
- Να υποστηρίζει την Ευρωπαϊκή βιομηχανία, τεχνολογία και έρευνα με τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας και την προώθηση της καινοτομίας
- Να αναπτύσσει τις επόμενες γενιές εκτοξευτών
- Να διατηρεί τις υποδομές που χρειάζονται για τις εκτοξεύσεις
- Να ενθαρρύνει τη διεθνή συνεργασία και να παίζει κυρίαρχο ρόλο στις μελλοντικές εξελίξεις

Η υποστήριξη της Ευρωπαϊκής βιομηχανίας ήταν πάντα σημαντικό μέρος της στρατηγικής της ESA. Όταν ένας Ariane κατευθύνεται στο διάστημα, περισσότεροι από 12000 Ευρωπαίοι που δουλεύουν σε περισσότερες από 100 Ευρωπαϊκές εταιρίες, μπορούν να είναι υπερήφανοι που έχουν συνεισφέρει σε αυτό το εντυπωσιακό γεγονός. Το 2003 μετά τις αποφάσεις του συμβουλίου της ESA, οι ρόλοι και οι ευθύνες του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα επαναπροσδιορίστηκαν για να επιτευχθεί μια καλύτερη ισορροπία μεταξύ τους :

- Ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η κατασκευή των εκτοξευτών πραγματοποιείται από ορισμένες βιομηχανίες σε όλη την Ευρώπη. Ένας κύριος εργολάβος για κάθε εκτοξευτή είναι υπεύθυνος για την όλη διαδικασία.
- Η Arianespace, η ευρωπαϊκή εταιρεία διαστημικών μεταφορών που συνδέεται με την ESA με μία σύμβαση, είναι υπεύθυνη για όλες τις διαδικασίες συμπεριλαμβανομένων της αγοράς των προμηθειών από τον κύριο ανάδοχο και της διαδικασίας εκτόξευσης.
- Η ESA είναι υπεύθυνη για τη συνολική διαχείριση των προγραμμάτων εκτόξευσης, κάνοντας την καλύτερη δυνατή χρήση των δεξιοτήτων που είναι διαθέσιμες στους εθνικούς διαστημικούς οργανισμούς των κρατών μελών της.

Οι εκτοξευτές αποτελούν πλέον το δεύτερο μεγαλύτερο τομέα της διαστημικής κατασκευαστικής δραστηριότητας στην Ευρώπη μετά από τους εμπορικούς δορυφόρους, ενισχύοντας την Ευρωπαϊκή βιομηχανία. Για πολλά χρόνια, ο Ariane ήταν ο μόνος εκτοξευτής της Ευρώπης και χρησιμοποιήθηκε για να διασφαλιστεί η πρόσβαση

στο διάστημα για τις Ευρωπαϊκές κυβερνήσεις. Αυτή η αγορά από μόνη της δεν θα μπορούσε να διατηρήσει τη διαθεσιμότητα της υπηρεσίας και επομένως ο Ariane έχει εξελιχθεί για να καλύψει τις ανάγκες της παγκόσμιας εμπορικής αγοράς, όπου υπήρξε εξαιρετικά επιτυχής.

Μια νέα τοποθεσία εκτόξευσης για το Σογιούζ χτίστηκε στη Γαλλική Guiana για να συμπληρώσει το φάσμα των επιδόσεων που προσφέρει ο Ariane. Είναι πλέον πλήρως λειτουργικό και προσθέτει ευελιξία και ανταγωνιστικότητα στο στόλο εκτοξευτών της Ευρώπης. Παράλληλα, αναπτύχθηκε ο Vega για ένα ευρύ φάσμα αποστολών και μικρής ικανότητας ωφέλιμου φορτίου. Οι Ariane 5, Soyuz και Vega, αξιοποιούνται στο Διαστημοδρόμιο της Ευρώπης στη Γαλλική Guiana.

Η Ευρώπη επωφελείται από μια οικογένεια εκτοξευτών με την ικανότητα και την ευελιξία να καλύψουν το σύνολο των Ευρωπαϊκών κυβερνήσεων και τις εμπορικές ανάγκες της αγοράς, αυξάνοντας έτσι τα κοινωνικο-οικονομικά οφέλη της πρόσβασης στο διάστημα από την Ευρώπη. Κατά τη συνεδρίαση του Συμβουλίου της ESA σε υπουργικό επίπεδο στη Νάπολη της Ιταλίας, τον Νοέμβριο του 2012, οι υπουργοί εξασφάλισαν επενδύσεις για τις λεπτομερείς μελέτες του νέου Ariane 6 και τη συνεχιζόμενη ανάπτυξη της προσαρμοσμένου Ariane 5 ME, με στόχο τη δημιουργία όσο το δυνατόν περισσότερων κοινών σημείων μεταξύ των δύο οχημάτων.

Οι υπουργοί χρηματοδότησαν την ανάπτυξη του Vega για το διάστημα 2013-16, καθώς και το Launchers Exploitation Accompaniment Programme (LEAP), ώστε να παρέχεται ένα σταθερό πλαίσιο για την αξιοποίηση των εκτοξευτών της ESA. Επίσης, εξουσιοδότησαν την έναρξη ανάπτυξης του Ενδιάμεσου Πειραματικού Οχήματος, του προγράμματος για επαναχρησιμοποιούμενο σύστημα επίδειξης σε τροχιά στην Ευρώπη ή αλλιώς Pride. Το Pride στοχεύει στη δημιουργία ενός προσιτού, μικρού και επαναχρησιμοποιήσιμου μη επανδρωμένου διαστημικού λεωφορείου.[25]

2.2.1 Ariane 1-3

Η σειρά εκτοξευτών Ariane 1-3 ήταν το αποτέλεσμα της αποφασιστικότητας της Ευρώπης να αποκτήσει ανεξάρτητη πρόσβαση στο διάστημα, προνοώντας για την ανάγκη αξιόπιστων και οικονομικά αποτελεσματικών εκτοξευτών ώστε για να εξυπηρετήσει την εμπορική αγορά. Οι Ευρωπαίοι έλαβαν την απόφαση για την κατασκευή του συστήματος εκτόξευσης Ariane, χρησιμοποιώντας δοκιμασμένη τεχνολογία που υπήρχε ήδη ή ήταν υπό ανάπτυξη, και κατέληξαν σε ένα βασικό σχέδιο που έδωσε τη δυνατότητα για σημαντική ανάπτυξη κατά τη διάρκεια της ζωής του προγράμματος.

Η σειρά Ariane 1-3, βασίστηκε σε μια, τριών στάδιων, κάθετα ολοκληρωμένη διαμόρφωση. Ακρογωνιαίος λίθος ήταν η έκδοση Ariane 1, η οποία είχε τρία στάδια: το πρώτο στάδιο L140 με τροφοδοσία από τέσσερις Viking 5 κινητήρες (με συνολικά 140 μετρικούς τόνους

προωθητικό UDMH και τετροξειδίο του αζώτου), το δεύτερο στάδιο L33 (33 μετρικούς τόνους UDMH και τετροξειδίο του αζώτου), τροφοδοτούμενο από ένα μόνο κινητήρα Viking IV, και μια κρουγονική H8 ανώτερου σταδίου (με 8 τόνους υγρού οξυγόνου και υδρογόνου) και ένα HM-7 κρουγονικό κινητήρα.

Βασκές προδιαγραφές λειτουργίας για τον Ariane 1 ήταν η δυνατότητα να τοποθετήσει ένα 1.850 κιλών. ωφέλιμο φορτίο σε $200 * 36.000\text{km}$ ελλειπτική γεωστατική τροχιά μεταφοράς (GTO), με κλίση 7 μοιρών. προς τον ισημερινό. Η παρθενική πτήση του Ariane 1 ήταν το Δεκέμβριο του 1979, και αυτό το όχημα πραγματοποίησε συνολικά 11 αποστολές τοποθετώντας 14 δορυφόρους σε τροχιά. Η Arianespace ξεκίνησε την εμπορική της λειτουργία με τον Ariane 1, χρησιμοποιώντας αυτή την έκδοση εκτοξευτή για πρώτη φορά το Μάιο του 1984 για την εκτόξευση του Αμερικάνικου δορυφόρου SpaceNet 1. Μερικούς μήνες μετά τη λειτουργία του Ariane 1, η Ευρώπη αποφάσισε τον Ιούλιο του 1980 την ανάπτυξη ενός βελτιωμένου εκτοξευτή. Η H8 κρουγονική ανώτερου σταδίου επιμηκύνθηκε κατά μήκος 1,29m, αυξάνοντας την ικανότητα του στο 10,8 μετρικούς τόνους προωθητικού. Η ανυψωτική ικανότητα για τον αναβαθμισμένο εκτοξευτή αυξήθηκε στα 2.200 kg.

Αυτή η έκδοση ονομάστηκε Ariane 2, και δόθηκε επίσης η δυνατότητα να έχει κατά την πρώτη φάση του δύο στερεά-προωθητικά για πρόσθετη ώθηση κατά την αρχική άνοδο. Η αναβαθμισμένη αυτή έκδοση ονομάστηκε Ariane 3, με ικανότητα μεταφοράς 2.700kg ωφέλιμου φορτίου σε γεωστατική τροχιά μεταφοράς κάνοντας την παρθενική του πτήση τον Αύγουστο του 1984. Η πρώτη αποστολή του Ariane 2 συνέβη αργότερα, τον Μάιο του 1986. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους, ο Ariane 2 έκανε 6 εκτοξεύσεις για να τοποθετήσει 5 δορυφόρους σε τροχιά, ενώ ο Ariane 3 πέταξε 11 φορές και μετέφερε 19 δορυφόρους στο διάστημα.

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί, ότι η απόφαση της Ευρώπης να αναπτύξει την οικογένεια εκτοξευτών Ariane 4 - η οποία επρόκειτο να γίνει το πρότυπο για τις αξιόπιστες και αποδοτικές εμπορικές υπηρεσίες εκτόξευσης - εγκρίθηκε τον Ιανουάριο του 1982, όταν ο Ariane 1 είχε πετάξει μόνο τέσσερις φορές και μερικούς μήνες μετά την πρώτη πτήση του διαστημικού λεωφορείου των ΗΠΑ.[26]

2.2.2 Ariane 4

Ο βασικός Ariane 4, επίσης γνωστός ως παραλλαγή Ariane 40, είναι ένας τριών σταδίων, υγρού προωθητικού, εκτοξευτής. Το πρώτο στάδιο, (L220) τροφοδοτείται από 4 Viking 5C κινητήρες, που έχουν ως καύσιμο τετροξειδίο του αζώτου και ένα συνδυασμό των UDMH και υδρίτη υδραζίνης που ονομάζεται UH25. Το δεύτερο στάδιο (L33) χρησιμοποιεί τα ίδια προωθητικά με έναν, μεγαλύτερης ώθησης Viking 4B κινητήρα. Το τρίτο στάδιο (H10 ή H10 Plus) καίει υγρό οξυγόνο και υγρό υδρογόνο μέσω ενός κινητήρα τύπου HM-7b.

Το πρόγραμμα Ariane 4 διαχειρίζεται η Arianespace που έχει και την ευθύνη των υπηρεσιών εκτόξευσης, ενώ η Γαλλική διαστημική υπηρεσία CNES είναι υπεύθυνη για τη συνολική σχεδίαση του προγράμματος. Ο κύριος βιομηχανικός παράγοντας και υπεύθυνος για τα στάδια ένα και τρία είναι η Aerospatiale. Η Γερμανική DASA είναι ο κύριος ανάδοχος για το στάδιο δύο. Συνολικά, περισσότερες από τριαντάξι ευρωπαϊκές εταιρείες παρέχουν σημαντικές υπηρεσίες στο σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία του Ariane 4.

Η παραλλαγή Ariane 40 έχει πράγματι πετάξει μόνο τρεις φορές για να τοποθετήσει ωφέλιμα φορτία σε χαμηλού υψομέτρου, ηλιοσύγχρονες τροχιές (1990, 1991 και 1993). Δεδομένου, ότι η κύρια αποστολή του Ariane 4 είναι να τοποθετεί εμπορικούς δορυφόρους σε γεωστατική τροχιά, πέντε άλλες παραλλαγές είναι διαθέσιμες, ανάλογα με τη μάζα του ωφέλιμου φορτίου και κατά πόσον ένας ή δύο κύριοι δορυφόροι πρόκειται να μεταφερθούν. Οι πέντε παραλλαγές διακρίνονται από τον αριθμό και τον τύπο (υγρού προωθητικού ή στερεού προωθητικού) των μικρών ωθητήρων που συνδέονται στο πρώτο στάδιο. Η πιο διαδεδομένη παραλλαγή είναι ο πιο ισχυρός Ariane 44L, και μέχρι το τέλος του 1993, όλες οι παραλλαγές είχαν πετάξει τουλάχιστον μία φορά. Κατά τη διάρκεια της αναβάθμισης του 1990 (επιμήκυνση του τρίτου σταδίου και μια νέα τεχνική διαχείρισης του προωθητικού) αύξησε τη δύναμη ανύψωσης του Ariane 4, φέρνοντας την ικανότητα του Ariane 44L στους 4,7 μετρικούς τόνους.

Συνολικά διεξήχθησαν 15 εκτοξεύσεις Ariane, κατά τη διάρκεια 1993-1994 (το ίδιο με την περίοδο 1991-1992), που μετέφεραν 31 ξεχωριστά διαστημόπλοια, και μόνο ένα από τα αυτά ήταν χρηματοδοτούμενο από την ESA. Δυστυχώς, οι πτήσεις των αποστολών 63 και 70 (Ιανουαρίου και Δεκεμβρίου 1994), απέτυχαν να φθάσουν στην τροχιά της Γης λόγω δυσλειτουργιών στο τρίτο στάδιο. Μια διερεύνηση των ατυχημάτων, φανέρωσε ότι στην πτήση 63, η κύρια αιτία της αποτυχίας ήταν υπερθέρμανση μιας αντλίας που είχε ήδη χαρακτηριστεί ως ανεπάρκεια και είχε προγραμματιστεί για διόρθωση στην πτήση 70. Μέχρι τον Απρίλιο του 1994, ένας επανασχεδιασμένος κινητήρας τρίτου σταδίου παραδόθηκε στην Aerospatiale και διαδικασίες πτήσης που συνεχίστηκαν τον Ιούνιο. Ωστόσο, μετά από έξι επιτυχημένες πτήσεις των Ariane, η πτήση 70 δεν κατάφερε να φτάσει στην τροχιά της Γης, καθώς περιορίστηκε η ροή του οξυγόνου στη γεννήτρια αερίου, οδηγώντας σε σημαντική απώλεια ώσης και τερματισμό της καύσης από έναν ενσωματωμένο υπολογιστή. Ένα από τα αποτελέσματα των δύο αποτυχιών του 1994 ήταν η τροποποίηση της προπαρασκευαστικής διαδικασίας που μείωσε τον κύκλο από τέσσερις εβδομάδες στις τρεις εβδομάδες. Οι Ariane 4 καταργήθηκαν σταδιακά μέχρι το 1998-1999, μετά από περισσότερα από 100 αποστολές.[25]



Εικόνα 2.1 Όχημα εκτόξευσης Ariane 4 [27]

Τύπος εκτοξευτή	Αριθμός εκτοξεύσεων (% των συνολικών)	Μέγιστη μάζα σε τροχιά(# Πτήσης και ωφέλιμο φορτίο)
Ariane 40	7 (6%)	2,800 kg. (Flight 107 - Spot 4)
Ariane 42P	15 (13%)	3,063 kg. (Flight 57 - Galaxy 4)
Ariane 44P	15 (13%)	3,577 kg. (Flight 137 - Eurasiasat 1)
Ariane 42L	13 (11%)	3,572 kg. (Flight 133 - N-Star 110)
Ariane 44LP	26 (22%)	4,330 kg. (Flight 95 - Thaicom3 + B-SAT1a)
Ariane 44L	40 (35%)	4,947 kg. (Flight 113 - AfriStar + GE 5)

Πίνακας 2.1 Παραλλαγές του Ariane 4 , αριθμός εκτοξεύσεων και φορτία [27]

2.2.3 Ariane 5

Ως σημείο αναφοράς παγκοσμίως για τους εκτοξευτές μεγάλων φορτίων, ο Ariane 5 μεταφέρει ωφέλιμο φορτίο βάρους άνω των 10 τόνων σε γεωστατική τροχιά μεταφοράς (GTO) και πάνω από 20 τόνους σε χαμηλή τροχιά γύρω από τη Γη (LEO) - με έναν υψηλό βαθμό ακρίβειας. Η επίδοση αυτή εξασφαλίζει ότι ο Ariane 5 θα είναι σε θέση να ανυψώσει το βαρύτερο διαστημικό σκάφος σε παραγωγή, και επιτρέπει στην Arianespace να είναι συμβατή με τους περισσότερους τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους για υψηλής απόδοσης διπλές εκτοξεύσεις - μια δυνατότητα που έχει αποδειχθεί από την εταιρεία στις αποστολές των Ariane από τη δεκαετία του 1980.

Η Arianespace έχει σε λειτουργία δύο εκδόχες του Ariane 5, τον Ariane 5 ECA και τον Ariane 5 ES διασφαλίζοντας υψηλής ποιότητας οχήματα που είναι τυποποιημένα και εύκολα στην αναπαραγωγή τους ώστε να παραδοθούν για εκτόξευση. Ο Ariane 5 ECA χρησιμοποιείται για ανύψωση μεγάλων φορτίων σε γεωστατική τροχιά μεταφοράς και φέρει συνήθως δύο τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους ως ωφέλιμα φορτία. Ο Ariane 5 ES έχει σχεδιαστεί για αποστολές σε χαμηλή τροχιά γύρω από τη Γη με το Αυτοματοποιημένο Όχημα Μεταφοράς - ένα διαστημικό σκάφος ανεφοδιασμού για το Διεθνή Διαστημικό Σταθμό που ζυγίζει πάνω από 19.000kg κατά την απογείωση. Αυτή η έκδοση του Ariane 5 είναι επίσης σε θέση να ανυψώσει δορυφόρους για το δορυφορικό σύστημα πλοήγησης Galileo της Ευρώπης.[28]

Συνεχής προσαρμογές για το Ariane 5 θα διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην επιτυχία αυτού του συστήματος εκτόξευσης. Αυτό περιλαμβάνει την ανταπόκρισή του σε βαρύτερο ωφέλιμο φορτίο σε διπλή εκτόξευση και δυνατότητα επανέντασης σε ανώτερο στάδιο. Επιπλέον, η Arianespace έχει προτείνει την αύξηση του διαθέσιμου όγκου φορτίου στον Ariane 5 ECA με επέκταση του μήκους του έως 2 μέτρα, βοηθώντας να προσαρμοστεί στις αλλαγές της μάζας και το μέγεθος του διαστημικού σκάφους, καθώς επίσης και τη δυνατότητα να φιλοξενήσει υβριδικούς και ηλεκτρικούς δορυφόρους χωρίς αλλαγή της απόδοσης. [27]



Εικόνα 2.2 Όχημα εκτόξευσης Ariane 5 [27]

Συνοπτική παρουσίαση του Ariane 5	
	<p><u>Βασικές Πληροφορίες:</u></p> <p>Πρώτη Εκτόξευση: Μάιος 1996 Συχνότητα Πτήσεων: Εώς 10 το χρόνο Τόπος εκτόξευσης: ELA-3 (Κουρου, French Guiana) Ικανότητα Ανύψωσης: 39,600 lb σε LEO; 26,400 lb σε πολική LEO; 15,000 lb σε GTO (ένα φορτίο); 13,160 lb to GTO (διπλό φορτίο);</p>
	<p><u>Ιστορία:</u></p> <p>Η ESA ξεκίνησε την ανάπτυξη του Ariane 5 το 1988 Η πρώτη πτήση του Ariane ήταν τον Δεκέμβριο του 1979 Δύο βασικοί στόχοι του προγράμματος Ariane 5 είναι η ενίσχυση της αξιοπιστίας και η μείωση του κόστους.</p>
	<p><u>Προφίλ:</u></p> <p>Μήκος: 177 ft (maximum) Βάρος Ανύψωσης: 1,570,000 lb Διάμετρος: 17.7 ft Ώση εκτόξευσης: 2,560,000 lb</p>

Πίνακας 2.2 Συνοπτική περιγραφή του Ariane 5 [25]

2.2.4 Ariane 6

Η ESA και η Ευρωπαϊκή βιομηχανία, αναπτύσσουν έναν εκτοξευτή νέας γενιάς: τον Ariane 6. Αυτό ακολουθεί την απόφαση που ελήφθη κατά τη συνεδρίαση του Συμβουλίου της ESA, σε υπουργικό επίπεδο το Δεκέμβριο του 2014, με σκοπό να διατηρήσει την ηγεσία της Ευρώπης στην ταχέως μεταβαλλόμενη αγορά των εμπορικών υπηρεσιών εκτόξευσης και παράλληλα να ανταποκρίνεται στους ανάγκες των Ευρωπαϊκών θεσμικών αποστολών. Η κίνηση αυτή συνδέεται με μια αλλαγή στη διακυβέρνηση του Ευρωπαϊκού τομέα εκτοξεύσεων, βασιζόμενη στον καταμερισμό της ευθύνης, του κόστους και του κινδύνου από τον ESA και τη βιομηχανία. Οι συμμετέχουσες χώρες σε αυτή τη δράση είναι η Αυστρία, το Βέλγιο, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ιρλανδία, η Ιταλία, η Ολλανδία, η Νορβηγία, η Ρουμανία, η Ισπανία, η Σουηδία και η Ελβετία.

Ο πρωταρχικός στόχος του Ariane 6 είναι να παρέχει εγγυημένη πρόσβαση της Ευρώπης στο διάστημα, σε ανταγωνιστικές τιμές, χωρίς να απαιτείται η υποστήριξη του δημόσιου τομέα για την αξιοποίησή του. Διαφορετικές ιδέες έχουν εξεταστεί για τον Ariane 6, όπως μονού και διπλού ωφέλιμου φορτίου, στερεά ή κρυογονική πρόωση για το κύριο στάδιο, και τον αριθμό των σταδίων (τρια ή περισσότερα), όλα για να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα αποστολών.

Ο στόχος όσον αφορά το ωφέλιμο φορτίο του Ariane 6 είναι πάνω από 4,5 τόνους για τις αποστολές σε πολικές / ηλιοσύγχρονες τροχιές σε υψόμετρο 800 χιλιομέτρων. Ο Ariane 6, μπορεί να ανυψώσει ένα ωφέλιμο φορτίο μάζας 5 έως 10,5 τόνους σε ισοδύναμο γεωστατικής τροχιάς μεταφοράς. Το κόστος αξιοποίησης του συστήματος εκτόξευσης Ariane 6 είναι το πιο βασικό κλειδί καθώς το κόστος των υπηρεσιών εκτόξευσης θα μειωθεί κατά το ήμισυ, διατηρώντας παράλληλα την αξιοπιστία με την χρήση των αξιόπιστων κινητήρων του Ariane 5. Η πρώτη πτήση είναι προγραμματισμένη για το 2020. [29]



Εικόνα 2.3 Σχεδιασμός του οχήματος εκτόξευσης Ariane 6 [29]

Όχημα Εκτόξευσης	Εκτοξεύσεις: επιτυχίες/σύνολο	Παραλλαγές	Ωφέλιμο φορτίο σε GTO	Ωφέλιμο φορτίο σε LEO	Ύψος	Μάζα	Στάδια
Ariane 1	09/11/15	-	1,850 kg (4,080 lb)	-	47.46 m (155.7 ft)	211,500 kg (466,300 lb)	3
Ariane 2	05/06/15	-	2,180 kg (4,810 lb)	-	49.13 m (161.2 ft)	220,950 kg (487,110 lb)	3
Ariane 3	10/11/15	-	2,700 kg (6,000 lb)	-	49.13 m (161.2 ft)	234,000 kg (516,000 lb)	3
Ariane 4	113/116	40, 42P, 42L, 44P, 44LP, 44L	2,000– 4,300 kg (4,400– 9,500 lb)	5,000– 7,600 kg (11,000– 16,800 lb)	58.72 m (192.7 ft)	240,000– 470,000 kg (530,000– 1,040,000 lb)	3
Ariane 5	75/79 (June 2015)	G, G+, GS, ECA	6,950– 10,500 kg (15,320– 23,150 lb)	16,000– 21,000 kg (35,000– 46,000 lb)	46–52 m (151– 171 ft)	720,000– 780,000 kg (1,590,000– 1,720,000 lb)	2
Ariane 6	Σε διαδικασία ανάπτυξης για εκτόξευση το 2021-2022	62,64	5,000– 10,500 kg (11,000– 23,100 lb)	-	~63 m (207 ft)	500,000– 800,000 kg (1,100,000– 1,800,000 lb)	2

Πίνακας 2.3 Συνοπτική παρουσίαση της οικογένειας εκτοξευτών Ariane : Εκτοξεύσεις, Παραλλαγές, Ωφέλιμο φορτίο, Τεχνικές προδιαγραφές [33]

2.2.5 Vega

Η οικογένεια εμπορικών εκτοξευτών της Arianespace έχει μεγαλώσει με την προσθήκη του Vega, ένα νέο όχημα για πτήσεις με μικρούς και μεσαίους δορυφόρους. Αυτός ο ευρωπαϊκός εκτοξευτής τεσσάρων σταδίων έχει σχεδιαστεί για να μεταφέρει τον αυξανόμενο αριθμό των μικρών επιστημονικών διαστημικών οχημάτων και άλλα ωφέλιμα φορτία μικρότερου βάρους που βρίσκονται σε ανάπτυξη ή προγραμματίζονται παγκόσμια. Στόχος στην ικανότητα ανύψωσης φορτίου του Vega είναι τα 1.500 kg για αποστολές σε κυκλική τροχιά 700 χλμ. Με ύψος 30 μέτρα, ο Vega τίθεται σε λειτουργία από την Arianespace στις εγκαταστάσεις εκτόξευσης του διαστημοδρόμιου στη Γαλλική Γουιάνα. Αυτή ήταν η βάση εκτόξευσης για τα πρώτα οχήματα εκτόξευσης Ariane 1 και 3, η οποία έχει αναβαθμιστεί και προσαρμοστεί, ώστε να ανταποκρίνεται στις λειτουργικές απαιτήσεις του νέου αυτού οχήματος.

Ο Vega έχει να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο μέσα στην οικογένεια των ευρωπαϊκών πυραύλων μαζί με τον Ariane 5 (ο οποίος έχει βελτιστοποιηθεί για αποστολές μεγάλων δορυφόρων σε γεωστατική τροχιά μεταφοράς, και χαμηλή τροχιά γύρω από τη Γη με πολύ βαριά ωφέλιμα φορτία), και τον Soyuz (προσαρμοσμένο για μεσαίου βάρους ωφέλιμα φορτία για τις χαμηλές τροχιές γύρω από τη Γη και ορισμένα μικρότερα διαστημόπλοια γεωστατικής τροχιάς μεταφοράς).

Η επιτυχής πτήση του Vega τον Φεβρουάριο του 2012 άνοιξε το δρόμο για την Arianespace για να αναλάβει την εμπορευματοποίησης και τη λειτουργία του οχήματος. Το όχημα αναμένεται να λειτουργεί με ένα μέσο ρυθμό των 1-2 αποστολών ετησίως.



Εικόνα 2.4 Όχημα εκτόξευσης Vega

2.2.6 IXV : Intermediate eXperimental Vehicle

Η φιλοδοξία της Ευρώπης να επιστέφουν με αυτονομία τα διαστημικά οχήματα από χαμηλή τροχιά αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στις μεταφορές στο διάστημα, όπως την επιστροφή των επαναχρησιμοποιήσιμων πυραύλων από τις διάφορες βαθμίδες εκτόξευσης, πλανητικών δειγμάτων και αστροναυτών από τροχιακές υποδομές. Η ιδέα για την επίτευξη αυτού του στόχου μέσω του Ενδιάμεσου Πειραματικού Οχήματος (IXV) χρονολογείται από το 2002, όταν μια μελέτη της ESA εναρμόνισε διάφορες προτάσεις για πειραματικά οχήματα, ενώ η πραγματική ανάπτυξη του ξεκίνησε το 2009. Το IXV είναι η πρώτη πλατφόρμα δοκιμών επανεισόδου της ESA, μετά από την επιτυχημένη κάψουλα Ατμοσφαιρικής Επανεισόδου το 1998, έχοντας πολλά νέα χαρακτηριστικά από την άποψη του συστήματος και των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται, συμπεριλαμβανομένων των ελιγμών, τη λειτουργικότητα και την ακριβεία στην προσγείωση. Το IXV είναι η «ενδιάμεσο» στοιχείο της πορείας της Ευρώπης στις μελλοντικές εξελίξεις με περιορισμένους κινδύνους.

Η ανάπτυξη των κρίσιμων τεχνολογιών επανεισόδου μέσω βασικής έρευνας και προπαρασκευαστικών προγραμμάτων άνοιξε το δρόμο για την άψογη πτήση του IXV στις 11 Φεβρουαρίου 2015. Το IXV πέτυχε όλους τους στόχους: το σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την κατασκευή και την επαλήθευση της πτήσης ενός αυτόνομου Ευρωπαϊκού οχήματος με ανυψωτική και αεροδυναμικά ελεγχόμενη επανεισόδο, που είναι ιδιαίτερα ευέλικτη. [21]



Εικόνα 2.5 Ενδιάμεσο Πειραματικό Όχημα (IXV)[21]

Η αποστολή IXV πρωτοστάτησε με μια σειρά συστημάτων και τεχνολογικών επιτευγμάτων. Όσον αφορά στα συστήματα, ήταν η πρώτη προσπάθεια για μια πλήρη ατμοσφαιρική επανείσοδο από τροχιακή ταχύτητα, χρησιμοποιώντας ένα σώμα ανύψωσης χωρίς φτερά και ενσωματώνοντας την απλότητα των καψουλών και τις επιδόσεις των φερωτών οχημάτων. Από τεχνολογικής πλευράς, ήταν η πρώτη πτήση επαλήθευσης των πιο προηγμένων μεθόδων για θερμική προστασία και των τεχνικών καθοδήγησης, πλοήγησης και ελέγχου, μαζί με τα πειράματα αεροθερμοδυναμικής.

Η αποστολή στις 11 Φεβρουαρίου 2015 ήταν άψογη, και όλο το hardware της πτήσης και τα δεδομένα ανακτήθηκαν μέσω τηλεμετρίας και on-board εγγραφής. Η ανάλυση δείχνει ότι τα στοιχεία της πτήσης είναι πλήρη και συνεπή. Το σύστημα του IXV, και όλες οι συναφείς τεχνολογίες, λειτούργησαν σε πλήρη συμφωνία με τους ελιγμούς και τις προβλέψεις της τροχιάς. Το σκάφος έκανε μια πτήση περίπου 25.000 km, συμπεριλαμβανομένων των 8000 χιλιομέτρων στη φλεγόμενη ατμοσφαιρική επανείσοδο, χρησιμοποιώντας την αυτόματη καθοδήγηση, ξεκινώντας από την τροχιακή ταχύτητα των 7,5 km / s και ολοκληρώνοντας με μια ασφαλή προσθαλάσσωση σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία στον Ειρηνικό Ωκεανό. Χάρη στην αποστολή IXV, η Ευρώπη έχει αποδείξει την τεχνογνωσία της για την επιστροφή των αποστολών από τροχιά.

Ειδικότερα, στο επίπεδο των τεχνολογιών ανέδειξε:

- Τη δομή, παρουσιάζοντας την αυξημένη δυνατότητα της επαναχρησιμοποίησης και της αξιοπιστίας σε σύγκριση με άλλα υπάρχοντα σχέδια
- Τη συνδυασμένη χρήση των πυραύλων και πτερύγιων, για τον έλεγχο της πτήσης, που αύξησε την ελεγχιμότητα και την ικανότητα ελιγμών για την ακριβή προσγείωση
- Την κατανόηση των φαινομένων αεροθερμοδυναμικής, που σημαίνει ότι οι μελλοντικές αποστολές επανείσοδου μπορούν να σχεδιαστούν ακριβέστερα με μικρότερα περιθώρια λάθους.

Η αποστολή IXV ήταν ένα ολοκληρωμένο σχέδιο που περιελάμβανε το διαστημικό όχημα και τα τμήματα έδαφους. Το διαστημικό όχημα είναι ένα ανυψωτικό σώμα περίπου 5 m μήκος, 2,2 m πλάτος, 1,5 m ύψος και ζυγίζει περίπου 2 τόνων. Η εξωτερική επιφάνεια του αποτελείται από προηγμένα κεραμικά υλικά και θερμοαπαγωγά υλικά, τα οποία μπορούν να αντέξουν στις δύσκολες συνθήκες επαναφοράς και προστατεύουν τη δομική ακεραιότητα, ενώ τα εσωτερικά στοιχεία είναι τοποθετημένα γύρω από ανθρακονήματα ενισχυμένα με πολυμερή δομικά πλαίσια, τα οποία παρέχουν την αντοχή και ακαμψία για να αντισταθούν στις ακραίες δυνάμεις που ασκούνται κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης και της προσγείωσης. Στο εσωτερικό του οχήματος, ένα ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό σύστημα αεροπλοΐας εξασφαλίζεται: η κατανομή της ενέργειας στα ηλεκτρικά στοιχεία του οχήματος, οι πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του σκάφους και τα πειράματά του συλλέχθηκαν και μεταδόθηκαν στο έδαφος.

Τα υποσυστήματα εδάφους αποτελούνται από:

- Το κέντρο ελέγχου της αποστολής στο Τορίνο (IT), συμπεριλαμβανομένων των επιχειρήσεων εδάφους και των επιχειρήσεων διαστημικού σκάφους
- Δύο σταθερούς επίγειους σταθμούς, στη Λιμπρεβίλ (Γκαμπόν) και Μαλίντι (Κένυα) και ένα κινητό Ναυτικό Σταθμό
- Το δίκτυο επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων ASINET, ISDN και δορυφορικές συνδέσεις.

Η Thales Alenia Space Italia, ήταν ο κύριος ανάδοχος του προγράμματος και υποστηρίχθηκε από περίπου 40 ευρωπαϊούς εταίρους, συμπεριλαμβανομένων μεγάλων Ευρωπαϊκών βιομηχανιών, ερευνητικά ιδρύματα και πανεπιστήμια - κυρίως από την Ιταλία, τη Γαλλία, την Ελβετία, την Ισπανία, το Βέλγιο, την Ιρλανδία και την Πορτογαλία, με στοχευμένη υποστήριξη από τη Γερμανία, τη Σουηδία και την Ολλανδία. Το κόστος αποστολής IXV περίπου € 150 εκατομμύρια με εξαίρεση το κόστος του εκτοξευτή Vega. [21]



Εικόνα 2.6 Τα στάδια του προγράμματος IXV [21]

2.2.7 ATV : Automated Transfer Vehicle

Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός εξαρτάται από τακτικές παραδόσεις πειραματικού εξοπλισμού και ανταλλακτικών, καθώς και τα τρόφιμα, τον αέρα και το νερό για το μόνιμο πλήρωμά του. Από το πρώτο του ταξίδι τον Απρίλιο του 2008 μέχρι το 2015, το Αυτόματο Όχημα Μεταφοράς (ATV) ήταν μέρος των σκαφών εφοδιασμού του Διαστημικού Σταθμού.

Περίπου κάθε 17 μήνες, το ATV μετέφερε 6,6 τόνους φορτίου στο Σταθμό, 400 χιλιόμετρα πάνω από τη Γη. Το ενσωματωμένο σύστημα πλοήγησης υψηλής ακρίβειας οδηγούσε αυτόματα τα ATVs προς το τροχιακό φυλάκιο, όπου συνδεόταν με τη ρώσικη μονάδα εξυπηρέτησης του Σταθμού, Zvezda. Τα ATVs παρέμεναν ως συνδεδεμένη ως μονάδα υπό πίεση και αναπόσπαστο τμήμα του σταθμού για διάστημα έως έξι μήνες. Μετά από αυτό θα αποσπóταν και θα ξανάμπαινε στη γήινη ατμόσφαιρα για να διαλυθεί και να καεί μαζί με περίπου 6,4 τόνους αποβλήτων από το σταθμό.[34]



Εικόνα 2.7 Αυτόματο Όχημα Μεταφοράς-Automated Transfer Vehicle (ATV) [34]

Τα ATVs είναι εξοπλισμένα με τα δικά τους συστήματα πρόωσης και πλοήγησης και συνδύαζαν τις αυτόματες δυνατότητες ενός μη επανδρωμένου οχήματος, με τις απαιτήσεις της ανθρώπινης ασφαλείας στο διαστημικό σκάφος. Το εξωτερικό του ATV ήταν ένας λευκός κύλινδρος με 10,3 μέτρα μήκος και σχεδόν 4,5 μέτρα διάμετρο. Η δομή του ATV καλύφθηκε με ένα μονωτικό στρώμα στην κορυφή των πλαισίων για την προστασία από μετεωρίτες. Σε επέκταση από το κύριο σώμα του διαστημικού σκάφους βρίσκονται σε σχηματισμό «X» τα μεταλλικά μπλε ηλιακά πάνελ. Στο εσωτερικό, το ATV αποτελείται από δύο μονάδες, τη μονάδα υπηρεσιών και την υπό πίεση μονάδα φορτίου. Το εμπρός μέρος της μονάδας φορτίου είναι αυτό που συνδέεται με το Διεθνές Διαστημικό Σταθμό. Παρότι δεν έχουν ταξιδέψει αστροναύτες στο ATV, αφού συνδεθεί με το Σταθμό, το πλήρωμα με κανονική ενδυμασία θα μπορούσε να εισέλθει στην υπό πίεση μονάδα για να αποκτήσει πρόσβαση στο φορτίο.

Το 48 κυβικών μέτρων τμήμα υπό πίεση, είχε χώρο για έως και οκτώ ράφια, τα οποία ήταν φορτωμένα με αρθρωτά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση του φορτίου. Η μονάδα φορτίου είχε επίσης αρκετές δεξαμενές, που περιείχαν μέχρι και 840 kg πόσιμο νερό, 860 κιλά προωθητικό για το σύστημα πρόωσης του Σταθμού και 100 kg αέρα (οξυγόνο και άζωτο). Η μονάδα υπηρεσίας του ATV πλοηγείτο με τέσσερις κύριες μηχανές

(490 N ώσης) συν 28 μικρότερους προωθητήρες (220 N) για τον έλεγχο της θέσης. Σε τακτά χρονικά διαστήματα, το ATV ωθούσε επίσης το Διεθνές Διαστημικό Σταθμό σε μια υψηλότερη τροχιά να εξισορροπήσει τις συνέπειες της αντίστασης των μορίων ατομικού οξυγόνου πάνω από τη γήινη ατμόσφαιρα. Ο σταθμός χάνει έως και αρκετές εκατοντάδες μέτρα υψόμετρο ημέρα. Για να εκτελέσετε αυτούς τους ελιγμούς το ATV είχε μέχρι 4 τόνους προωθητικό.

Η ESA κατασκεύασε πέντε ATVs. Τριάντα εταιρείες από δέκα ευρωπαϊκές χώρες, καθώς και οκτώ άλλες εταιρείες από τη Ρωσία και τις Ηνωμένες Πολιτείες μοιράζονται την εργασία για την υλοποίησή τους.[34]

2.2.8 Rosetta

Η αποστολή Rosetta της ESA, έχει σκοπό τη μελέτη του κομήτη 67P/Τσουριούμοφ-Γκερασιμένκο. Αποτελείται από δύο στοιχεία, τη ρομποτική διαστημοσυσκευή Ροζέττα και τη συσκευή προσεδάφισης Φίλαι. Η Ροζέττα αποτελεί το πρώτο σκάφος που τέθηκε σε τροχιά γύρω από κομήτη. Θα τον ακολουθήσει στην πορεία του γύρω από τον Ήλιο και θα πραγματοποιήσει τη λεπτομερέστερη μελέτη κομήτη που έχει γίνει μέχρι σήμερα από το διάστημα. Η αποστολή ενδέχεται να αποφέρει σημαντικά δεδομένα για την προέλευση και την ιστορία του ηλιακού μας συστήματος, ενώ για να υλοποιηθεί συνεργάστηκαν όλες οι χώρες-μέλη της Ε.Ε., καθώς και τρίτες χώρες. Η αρχική ιδέα για την αποστολή γεννήθηκε τη δεκαετία του 1980 και το χρονικό πλαίσιο της μελέτης, κατασκευής και εκτέλεσης της αποστολής καλύπτει σχεδόν τρεις δεκαετίες. Η Ροζέττα εκτοξεύτηκε στις 2 Μαρτίου 2004 από την διαστημική βάση της ESA στην Γαλλική Γουιάνα. Η αποστολή πέρασε επιτυχημένα κοντά από δύο αστεροειδείς, τον 2867 Στέινς τον Σεπτέμβριο του 2008 και τον 21 Λουθησία τον Ιούλιο του 2010. Στις 6 Αυγούστου 2014, η Ροζέττα έφτασε στον κομήτη Τσουριούμοφ-Γκερασιμένκο και τέθηκε σε τροχιά γύρω από αυτόν. Στις 12 Νοεμβρίου, η αποστολή πέτυχε την πρώτη επιτυχημένη προσεδάφιση πάνω σε κομήτη, όταν το Φίλαι, μετά από κάθοδο περίπου επτά ωρών, επικάθισε ομαλά πάνω στην επιφάνεια του 67P.[33]

2.3 Αμερική και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα

Το Σύστημα Διαστημικών Μεταφορών (Space Transportation System-STS) ήταν ένα προτεινόμενο σύστημα επαναχρησιμοποιήσιμων, επανδρωμένων διαστημικών οχημάτων που οραματίστηκε από η NASA το 1969, για να υποστηρίξει όλο το πρόγραμμα εργασιών του Apollo. Η NASA με τον όρο STS αναφέρεται στο Διαστημικό Λεωφορείο Space Shuttle. Ο σκοπός του συστήματος ήταν διττός: να μειωθεί το κόστος των διαστημικών πτήσεων, αντικαθιστώντας την τρέχουσα μέθοδο της εκτόξευσής με αναλώσιμους πυραύλους και επαναχρησιμοποιήσιμο διαστημικό σκάφος και να υποστηρίξει φιλόδοξα προγράμματα

παρακολούθησης που περιλαμβάνουν μόνιμης τροχιάς διαστημικούς σταθμούς γύρω από τη Γη και τη Σελήνη, και μια ανθρώπινη αποστολή στον Άρη.

Τον Φεβρουάριο του 1969, ο πρόεδρος Ρίτσαρντ Νίξον διόρισε Ομάδα Διαστήματος με επικεφαλής τον Αντιπρόεδρο Spiro Agnew να συστήσει διαστημικά έργα πέρα από το Apollo. Η ομάδα ανταποκρίθηκε το Σεπτέμβριο με την ιδέα του STS, και τρία διαφορετικά επίπεδα της προσπάθειας με αποκορύφωμα την ανθρώπινη προσγείωση στον Άρη το 1983 το νωρίτερο, και μέχρι το τέλος του εικοστού αιώνα, το αργότερο. Κύρια συστατικά του συστήματος ήταν:

- Μια μόνιμη μονάδα διαστημικού σταθμού έχει σχεδιασμένη για 6 έως 12 επιβάτες, σε 270 ναυτικά μίλια (500 χιλιόμετρα) τροχιά γύρω από τη Γη και έναν σταθμό σε μόνιμη σεληνιακή τροχιά. Συστήματα που θα μπορούσαν να συνδυαστούν στην τροχιά της Γης για να δημιουργηθεί ένας σταθμός για 50 έως 100 άτομα.
- Ένα χημικά τροφοδοτούμενο λεωφορείο σε χαμηλή γήινη τροχιά (100-έως-270 ναυτικών μιλίων (190 έως 500 χιλιόμετρα))
- Ένα χημικά τροφοδοτούμενο διαστημικό σκάφος για τη μετακίνηση πληρώματος και εξοπλισμού μεταξύ των τροχιών γύρω από τη Γη (συμπεριλαμβανομένης της γεωσύγχρονης), και το οποίο θα μπορούσε να προσαρμοστεί για χρήση ως σεληνιακό λεωφορείο orbit-to-surface
- Ένα πυρηνικά τροφοδοτούμενο όχημα χρησιμοποιώντας τη μηχανή NERVA για να μεταφέρει πλήρωμα, διαστημόπλοια και προμήθειες, μεταξύ χαμηλής γήινης τροχιάς και σεληνιακής τροχιάς, γεωσύγχρονης τροχιάς, ή σε άλλους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος.

Τα οχήματα θα ήταν αρθρωτού σχεδιασμού, επιτρέποντάς τους να διαμορφώνονται για μεγάλα ωφέλιμα φορτία ή διαπλανητικές αποστολές. Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζεται από μόνιμες τροχιακές αποθήκες προωθητικού στη Γη και στη Σελήνη. Ο Saturn V θα μπορούσε ακόμα να χρησιμοποιηθεί ως ένα βαρύ όχημα εκτόξευσης για διαστημικούς σταθμούς και πυρηνικές μονάδες.

Καθώς το Apollo πέτυχε το στόχο του με την προσγείωση τα πρώτων ανθρώπων στη Σελήνη, η πολιτική υποστήριξη για τις περαιτέρω επανδρωμένες διαστημικές δραστηριότητες άρχισε να φθίνει, γεγονός που αντικατοπτριζόταν στην απροθυμία του Κογκρέσου για την παροχή χρηματοδότησης για τις περισσότερες από αυτές τις εκτεταμένες δραστηριότητες. Με βάση αυτό, ο Νίξον απέρριψε όλα τα μέρη του προγράμματος εκτός από το Διαστημικό Λεωφορείο που κληρονόμησε το όνομα STS. Το Shuttle πέταξε για πρώτη φορά το 1981, και αποσύρθηκε το 2011.

Ένα δεύτερο μέρος του συστήματος, ο Διαστημικός Σταθμός Freedom, εγκρίθηκε στις αρχές του 1980 και ανακοινώθηκε το 1984 από τον Πρόεδρο Ronald Reagan. Ωστόσο,

αυτό έγινε επίσης πολιτικά μη βιώσιμο από το 1993, και αντικαταστάθηκε με το Διεθνή Διαστημικό Σταθμό (International Space Station,ISS), με σημαντική συνεισφορά από τη Ρωσία. Ο ISS ολοκληρώθηκε το 2010.[33]

2.3.1 Διαστημικό Λεωφορείο - Space Shuttle

Το Διαστημικό Λεωφορείο έχει αναπτυχθεί από την Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος(NASA). Η NASA συντονίζει και διαχειρίζεται το Σύστημα Μεταφορών στο Διάστημα (ονομασία της NASA για το πρόγραμμα Shuttle), συμπεριλαμβανομένων των διακυβερνητικών απαιτήσεων και των διεθνών και κοινών σχεδίων. Επιπλέον η NASA επιβλέπει τις απαιτήσεις εκτόξευσης και της διαστημικής πτήσης για πολιτική και εμπορική χρήση.[35]

Το σύστημα του Διαστημικού Λεωφορείου αποτελείται από τέσσερα βασικά στοιχεία: ένα τροχιακό σκάφος, δύο συμπαγείς προωθητικούς πυραύλους (Solid Rocket Boosters-SRB), μια εξωτερική δεξαμενή για καυσίμο και οξειδωτικό και τρεις κύριες μηχανές για το διαστημικό λεωφορείο(Εικόνα 2.8). Το όχημα σε τροχιά είναι κατασκευασμένο από την Rockwell International's Space Transportation Systems Division, Ντάουνι, Καλιφόρνια., Η οποία έχει επίσης την ευθύνη για την ολοκλήρωση του συνολικού συστήματος διαστημικών μεταφορών. Το τροχιακό σκάφος και οι συμβάσεις για την ολοκλήρωση βρίσκονται υπό τη διεύθυνση του Johnson Space Center της NASA στο Χιούστον του Τέξας.[35]

Οι SRB οι κινητήρες έχουν κατασκευαστεί από το Τμήμα Wasatch της Morton Thiokol Corp., Brigham City, Γιούτα, και συναρμολογούνται, ελέγχονται και αναβαθμίζονται από τη United Space Boosters Inc., Booster Production Co., Διαστημικό Κέντρο Κένεντι. Ακρωτήριο Κανάβεραλ, Φλόριντα. Η εξωτερική δεξαμενή είναι κατασκευασμένη από την Martin Marietta Corp. στις εγκαταστάσεις της Michoud, Νέα Ορλεάνη, και οι κύριες μηχανές του Space Shuttle είναι κατασκευασμένες από τη Rockwell Rocketdyne Division, Canoga Park, Καλιφόρνια. Οι συμβάσεις αυτές, υπό τη διεύθυνση του George C. Marshall Space Flight Center της NASA στο Huntsville, Αλαμπάμα. [35]



Εικόνα 2.8 Το Διαστημικό λεωφορείο αποτελείται από το τροχιακό όχημα, την εξωτερική δεξαμενή καυσίμων και τους προωθητήρες [36]

Το λεωφορείο μεταφέρει το φορτίο σε τροχιά κοντά στη Γη, 100 έως 217 ναυτικά μίλια πάνω από τη Γη. Αυτό το φορτίο μεταφέρεται σε έναν κόλπο με διάμετρο 15 πόδια και 60 πόδια μήκος. Οι κύριες απαιτήσεις του συστήματος είναι το τροχιακό όχημα και οι δύο συμπαγείς προωθητικοί πύραυλοι να είναι επαναχρησιμοποιήσιμα.[35]

Το τροχιακό όχημα μπορεί να πραγματοποιήσει πτήση με πλήρωμα μέχρι και οκτώ άτομα, ενώ σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης ο αριθμός μπορεί να αυξηθεί στους 10. Η βασική αποστολή είναι 7 ημέρες στο διάστημα. Στην επιστροφή του στη Γη, το τροχιακό σκάφος έχει μια ικανότητα ελιγμών 1.100 ναυτικά μίλια. Το διαστημικό λεωφορείο εκτοξεύεται σε όρθια θέση, με ώθηση που δίνουν οι τρεις κινητήρες και οι δύο SRB. Μετά από περίπου 2 λεπτά, οι δύο προωθητήρες «καταναλώνονται» και διαχωρίζονται από την εξωτερική δεξαμενή πέφτοντας στον ωκεανό σε προκαθορισμένα σημεία και ανακτώνται για να επαναχρησιμοποιηθούν. [35]

Οι κύριες μηχανές του Διαστημικού Λεωφορείου συνεχίζουν τη λειτουργία τους περίπου 8 λεπτά και σταματούν λίγο πριν το σκάφος τοποθετηθεί σε τροχιά. Η εξωτερική δεξαμενή στη συνέχεια διαχωρίζεται από το τροχιακό όχημα. Ακολουθεί μια βαλλιστική τροχιά σε μια απομακρυσμένη περιοχή του ωκεανού, αλλά δεν ανακτάται.

Υπάρχουν 38 πρωτεύοντες κινητήρες συστήματος ελέγχου αντίδρασης (Reaction Control System-RCS) και έξι vernier κινητήρες RCS που βρίσκονται στο τροχιακό όχημα. Η πρώτη χρήση επιλεγμένων κύριων κινητήρων συστήματος ελέγχου, συμβαίνει κατά τον

διαχωρισμό της εξωτερικής δεξαμενής. Στη συνέχεια, μετακινούν το τροχιακό όχημα μακριά από την εξωτερική δεξαμενή επιστρέφοντας σε θέση για την πυροδότηση των κινητήρων τροχιακού συστήματος ελιγμού (Orbital Maneuvering System-OMS) για να τοποθετηθεί το όχημα σε τροχιά.[35]

Οι κύριοι ή / και οι vernier κινητήρες RCS χρησιμοποιούνται συνήθως σε τροχιά να παρέχουν ελιγμούς εκτροπής, καθώς και ελιγμούς μετακίνησης. Οι δύο κινητήρες OMS χρησιμοποιούνται για να τοποθετήσουν το όχημα σε τροχιά, για ελιγμούς ταχύτητας στην τροχιά και για επιβράδυνση του οχήματος σε τροχιά για επανείσοδο. Η ταχύτητα του οχήματος σε τροχιά είναι περίπου 25.405 πόδια ανά δευτερόλεπτο.

Κατά την επανείσοδο, επιλεγμένοι κινητήρες RCS χρησιμοποιείται για να ελέγξουν τη θέση του τροχιακού οχήματος. Καθώς η αεροδυναμική πίεση συσσωρεύεται, οι επιφάνειες ελέγχου πτήσης ενεργοποιούνται και οι κύριες μηχανές RCS αναστέλλουν τη λειτουργία τους.[35]

Κατά την είσοδο, το σύστημα θερμικής προστασίας που καλύπτει ολόκληρο το τροχιακό όχημα παρέχει προστασία για τις εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες που συναντώνται. Το σύστημα θερμικής προστασίας είναι επαναχρησιμοποιήσιμο (δεν καίγεται ή κατάλυεται κατά την είσοδο). Το μη τροφοδοτούμενο τροχιακό όχημα μπαίνει στη Γη και προσγειώνεται σε ένα διάδρομο σαν ένα αεροπλάνο. Ονομαστική ταχύτητα της προσγείωσης ποικίλλει από 213 έως 225 μίλια την ώρα. Οι τροχοί του συστήματος προσγείωσης έχουν ένα σύστημα πέδησης για ακινητοποίηση του οχήματος στο διάδρομο, και ο τροχός της μύτης είναι κατευθυνόμενος, παρόμοια με ένα συμβατικό αεροπλάνο (Εικόνα 2.9).[35]

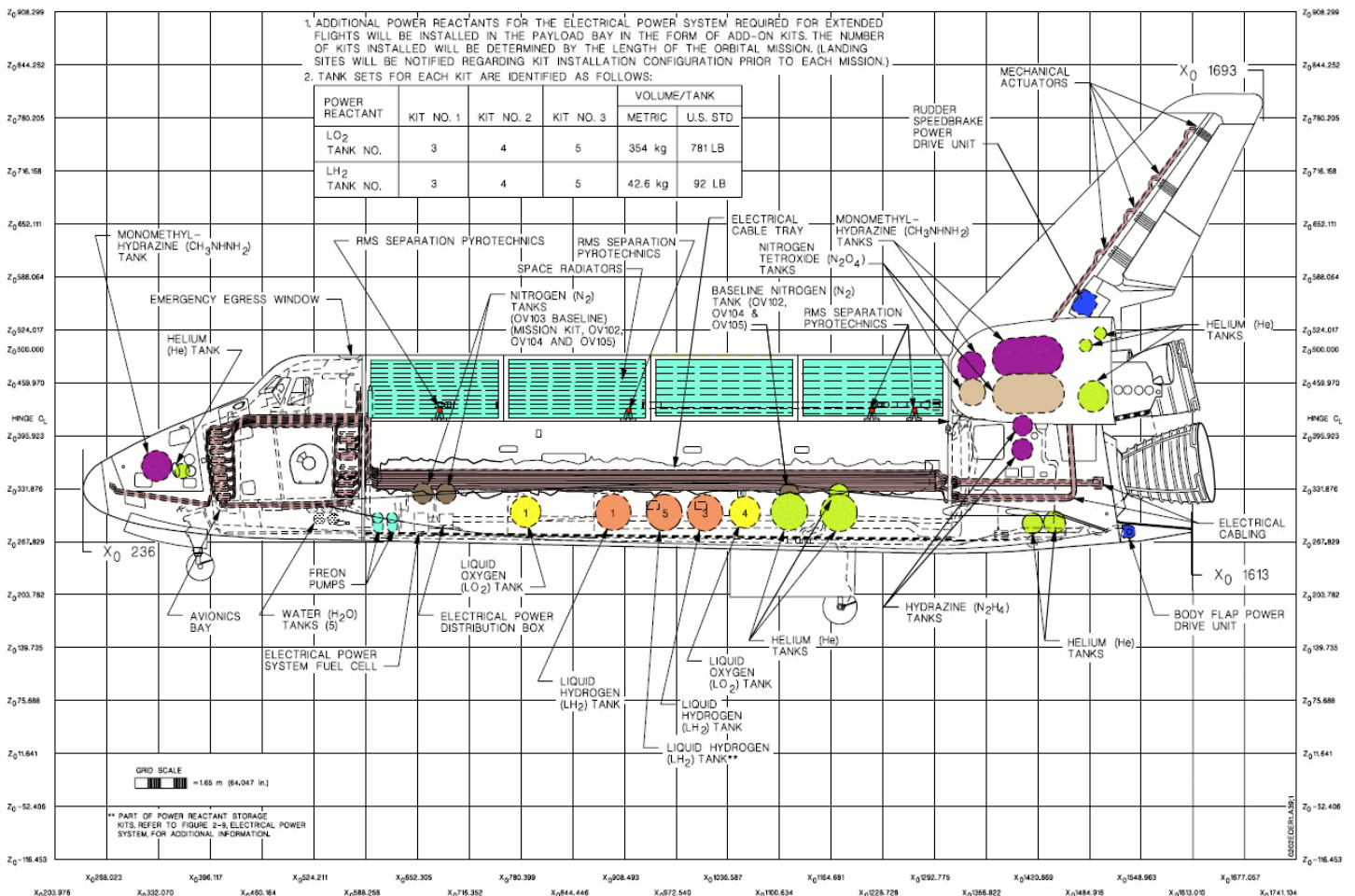


Εικόνα 2.9 Προσγείωση του Διαστημικού Λεωφορείου στο KSC στην Φλόριντα [37]

Υπάρχουν δύο τοποθεσίες εκτόξευσης για το Διαστημικό Λεωφορείο. Το Διαστημικό Κέντρο Κένεντι (Kennedy Space Center-KSC) στη Φλόριντα χρησιμοποιείται για εκτοξεύσεις με σκοπό την τοποθέτηση του οχήματος σε τροχιά γύρω από τον ισημερινό, και η βάση πολεμικής αεροπορίας Vandenberg στην Καλιφόρνια χρησιμοποιείται για τις εκτοξεύσεις που τοποθετούν το όχημα σε πολική τροχιά. Οι τόποι προσγείωσης βρίσκονται επίσης στο KSC και στο Vandenberg. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, όπου το τροχιακό όχημα πρέπει να επιστρέψει άμεσα στη Γη, παρέχεται και η βάση της πολεμικής αεροπορίας Edwards στην Καλιφόρνια. [35]

➤ **Ανάλυση των επιμέρους συστημάτων του Διαστημικού Λεωφορείου**

Τροχιακό όχημα : Το τροχιακό όχημα είναι το κύριο μέρος του διαστημικού συστήματος μεταφορά και το μόνο μέρος το οποίο φτάνει τροχιά. Είναι ένα μίγμα μεταξύ διαστημικού σκάφους και αεροσκάφους και προσγειώνεται όπως ένα ανεμοπλάνο.[37]



Εικόνα 2.10 Εγκάρσια τομή ενός τροχιακού οχήματος με σημειωμένες τις δεξαμενές και τα υδραυλικά συστήματα [37]

Σύστημα τροχιακού ελιγμού - Orbital Maneuvering System (OMS) : Το OMS εξασφαλίζει την προώθηση του τροχιακού οχήματος κατά τη διάρκεια της φάσης που βρίσκεται στην τροχιά της πτήσης. Το OMS χρησιμοποιείται για την είσοδο σε τροχιά, την εξομάλυνση της τροχιάς, τη μεταφορά πάνω στην τροχιά και την έξοδο από την τροχιά. Το OMS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή ώσης σε υψόμετρο 70.000 ποδιών. Κάθε ομάδα OMS μπορεί να παρέχει περισσότερο από 1.000 rounds προωθητικό στους RCS. Το OMS στεγάζεται σε δύο ανεξάρτητους φορείς σε κάθε πλευρά της οπίσθιας ατράκτου του τροχιακού. Οι φορείς, οι οποίοι φιλοξενούν το οπίσθιο σύστημα ελέγχου αντίδρασης (RCS), αναφέρονται ως φορείς OMS / RCS. Κάθε φορέας περιέχει έναν OMS κινητήρα και το hardware που απαιτείται για να την άσκηση πίεσης, την αποθήκευση και τη διανομή των προωθητικών ώστε να γίνει η κάυση στον OMS κινητήρα.

Οι φορείς των OMS/RCS είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για 100 αποστολές μικρή επιδιόρθωση και συντήρηση. Οι φορείς είναι αποσπώμενοι για να διευκολύνουν την αναστροφή του τροχιακού οχήματος εάν χρειαστεί.[37]

Κινητήρες : Οι κινητήρες OMS που βρίσκονται σε βάσεις μηχανισμού αντίζυγου επιτρέπουν στη μηχανή να περιστρέφεται αριστερά και δεξιά και πάνω και κάτω υπό τον έλεγχο των δύο ηλεκτρομηχανικών επενεργητών. Αυτός ο μηχανισμός αντίζυγου δίνει τη διεύθυνση του οχήματος κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των OMS με τον έλεγχο της κατεύθυνσης της ώσης του κινητήρα κατά την κλίση και στροφή (έλεγχος διανύσματος ώσης), σε απόκριση στις εντολές του ψηφιακού αυτόματου πιλότου ή χειροκίνητου ελέγχου. Οι κινητήρες OMS μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα, κατευθύνοντας την ώθηση μέσα από το κέντρο βαρύτητας του οχήματος ή σε συνδυασμό, κατευθύνοντας το διάνυσμα ώσης των δύο κινητήρων παράλληλα προς τον άξονα X. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας δύο OMS-κινητήρων, ο RCS θα τεθεί σε λειτουργία μόνο σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων θέσης. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός κινητήρα OMS, είναι απαραίτητος ο έλεγχος περιστροφής με τον RCS.[37]

Κάθε ένας από τους δύο κινητήρες OMS δίνουν 6.000 rounds ώσης (26,7 kN). Για ένα τυπικό βάρος τροχιακού οχήματος, οι δύο μηχανές μαζί δημιουργούν μια επιτάχυνση περίπου 2 ft/sec^2 . Χρησιμοποιώντας μια πλήρως φορτωμένη δεξαμενή, ο OMS μπορεί να παρέχει μια συνολική αλλαγή ταχύτητας περίπου 1000 ft/sec (304.8 m/s). Η εισαγωγή σε τροχιά και η έξοδος από αυτή κατά κανόνα απαιτούν αλλαγή ταχύτητα περίπου $100\text{-}500 \text{ ft/sec}$. Η αλλαγή ταχύτητας που απαιτείται για την προσαρμογή σε τροχιά είναι περίπου 2 ft/sec ($0,61 \text{ m/s}$) για κάθε ναυτικό μίλι από την αλλαγή του υψομέτρου. Κάθε κινητήρας OMS είναι ικανός για 1.000 εναύσεις και 15 ώρες σωρευτικής καύσης. [37]

Οι κινητήρες OMS χρησιμοποιούν μονομεθυλική υδραζίνη ως καύσιμο και το άζωτο του οσμίου ως οξειδωτικό. Αυτά τα προωθητικά αναφλέγονται όταν έρθουν σε επαφή το ένα με το άλλο και ως εκ τούτου, δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει συσκευή ανάφλεξης. Και τα δύο προωθητικά παραμένουν υγρά σε θερμοκρασίες που συνήθως υπάρχουν κατά τη διάρκεια μιας αποστολής, όμως, ηλεκτρικά θερμικά συστήματα βρίσκονται σε όλον τον φορέα του OMS, ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε στερεοποίηση των προωθητικών επί μακρά χρονικά διαστήματα στην τροχιά όταν το σύστημα δεν είναι σε χρήση.[37]

Κάθε κινητήρας OMS έχει μια δεξαμενή με αέριο άζωτο που παρέχει πεπιεσμένο άζωτο για τη λειτουργία των βαλβίδων του κινητήρα. Ο κινητήρας OMS δεν έχει προωθητικές αντλίες και το προωθητικό που πηγαίνει στις μηχανές διατηρείται από τη συμπίεση των δεξαμενών προωθητικού με ήλιο(helium).[37]

➤ Διαφορές μεταξύ τροχιακών οχημάτων

Columbia: Το Columbia (OV-102) ήταν το πρώτο τροχιακό όχημα και ήταν πάντα το βαρύτερο του στόλου. Ήταν πάντα το μοναδικό που έφερε το SILTS (Shuttle Infrared Lee-side Temperature Sensing) στην κάθετη ουρά της. Ήταν επίσης, το μόνο τροχιακό όχημα που ποτέ δεν πέταξε σε αποστολή ISS(International Space Station) ή Mir λόγω της μάζας της. Ωστόσο, η επόμενη αποστολή του μετά την STS-107 είχε προγραμματιστεί να είναι η STS-118, ώστε να πάει στον ISS για να παραδώσει και να εγκαταστήσει το συνδετικό τμήμα S5. Το Columbia καταστράφηκε κατά την επανείσοδο του στην STS-107 όμως και η STS-118 πραγματοποιήθηκε αργότερα από το Endeavour. Το Columbia ήταν επίσης ικανό για αποστολές 16 ημερών χάρη στο Extended Duration Orbiter (EDO) kryokit που εξασφάλιζε κρυογενικά αντιδραστήρια.[37]

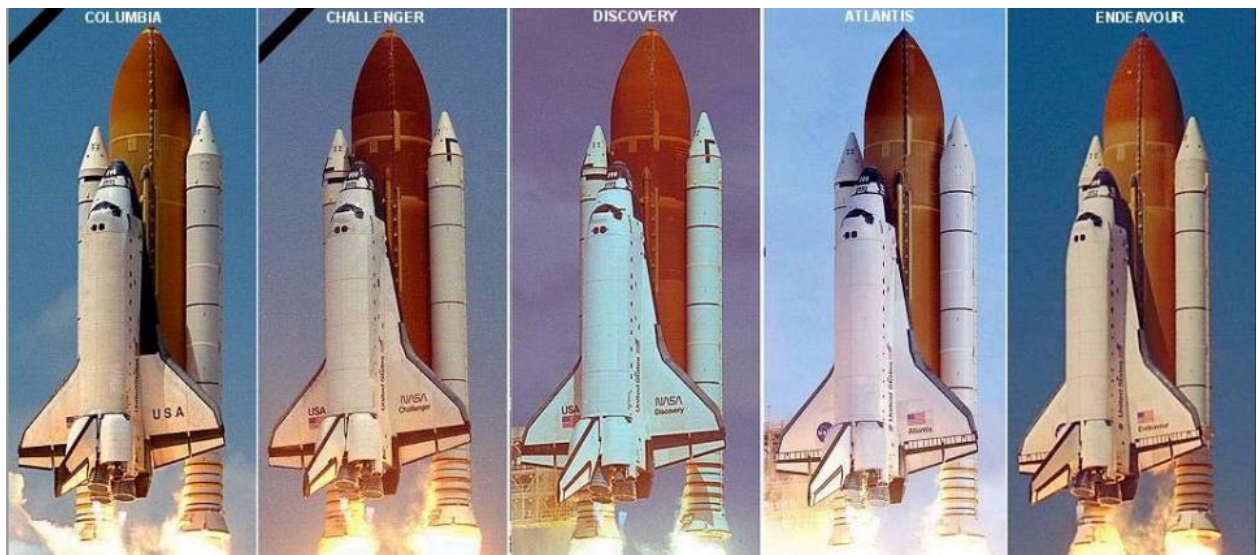
Challenger : Το Challenger (OV-099) ξεκίνησε ως δοκιμαστική κατασκευή (Structural Test Article-099, STA-099), αλλά όταν η NASA αποφάσισε να μην τροποποιηθεί το Enterprise (OV-101) αποφάσισαν να αναβαθμίσουν το STA-099 σε κατασκευή ικανή για διαστημικές πτήσεις. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας αναβάθμισης ήταν γνωστό ως OV-101M για ένα μικρό χρονικό διάστημα μέχρι που αργότερα μετονομάστηκε σε OV-099 διατηρώντας τον αριθμό του STA του.Ήταν, επίσης, λίγο ελαφρύτερο από ό, τι Columbia επιτρέποντάς της να εκτελέσει ανώτερου σταδίου αδρανειακές αποστολές(Inertial Upper Stage-IUS). [37]

Discovery : Το Discovery(OV-103) ήταν αρχικά προγραμματισμένο να γίνει το τροχιακό όχημα της πολεμικής αεροπορίας (Air Force Orbiter) με έδρα στο Vandenberg AFB σε αποστολές πολιτικής τροχιάς από το συγκρότημα εκτόξευσης SLC-6(Space Launch Complex-6). Ωστόσο, συνέβη ατύχημα πριν από την πρώτη πτήση από το Vandenberg AFB και η Πολεμική Αεροπορία αποσύρθηκε από το πρόγραμμα του Διαστημικού Λεωφορείου. Το Discovery μετέφερε επίσης σημαντικά ωφέλιμα φορτία, όπως το

διαστημικό σκάφος Ulysses Solar Polar Mission και το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble.[37]

Atlantis : Το Atlantis (OV-104) είναι αρκετά παρόμοιο με το Discovery, δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά στη μάζα ή εξωτερική εμφάνιση. Atlantis χρησιμοποιήθηκε για την εκτόξευση του Galileo στον Δία και του Magellan στην Αφροδίτη. Το Atlantis ήταν το πρώτο τροχιακό όχημα που συνδέθηκε με τον Mir στην αποστολή STS-71 τον Ιούλιο του 1995.[37]

Endeavour : Το Endeavour(OV-105) κατασκευάστηκε ως αντικαταστάτης του Challenger χρησιμοποιώντας ανταλλακτικά της η NASA επέλεξε να το χτίσει μαζί με το Discovery και το Atlantis.Το Endeavour ήταν το πρώτο τροχιακό όχημα παραδίδεται με δυνατότητα εκτεταμένης διάρκειας τροχιά και με 40 πόδια διάμετρο αλεξίπτωτο που χρησιμοποιείται από το σημείο επαφής για να φρενάρει το όχημα στο διάδρομο προσγείωσης. [37]



Εικόνα 2.11 Ο στόλος Διαστημικών Λεωφορείων της NASA [24]

Κόστος Προγράμματος: Το συνολικό κόστος του όλου προγράμματος από την πρώτη αποστολή μέχρι και σήμερα ανέρχεται γύρω στα 160 δισεκατομμύρια δολάρια. Το ετήσιο budget της NASA στο πρόγραμμα των διαστημικών λεωφορείων είναι περίπου το 30%, δηλαδή περίπου 4 - 5 δισεκατομμύρια δολάρια. Αν διαιρέσουμε το συνολικό ποσό του προγράμματος με τον αριθμό των αποστολών, μπορούμε να υπολογίσουμε προσεγγιστικά το κόστος της κάθε αποστολής, δηλαδή $160 \text{ δις} / 120 \text{ αποστολές} = 1,3 \text{ δις} / \text{αποστολή}$. Ένα υποθετικό φορτίο βάρους 30.000 kg στοιχίζει στη NASA περίπου 2.000 usd/kg δηλαδή κόστος περίπου 60 εκατομμυρίων δολαρίων. [24]

2.3.2 Apollo Missions

Οι στόχοι του προγράμματος Apollo ήταν πέρα από την προσγείωση των Αμερικανών στο φεγγάρι και την ασφαλή επιστροφή τους στη Γη, περιλαμβάνοντας [38]:

- Καθιέρωση της τεχνολογίας για την κάλυψη άλλων εθνικών συμφερόντων στο διάστημα.
- Επίτευξη πρωτιάς στο διάστημα για τις Ηνωμένες Πολιτείες.
- Εκτέλεση ενός προγράμματος επιστημονικής εξερεύνησης της Σελήνης.
- Ανάπτυξη της ικανότητας του ανθρώπου να εργαστεί στο σεληνιακό περιβάλλον.



Εικόνα 2.12 Έμβλημα προγράμματος Apollo[38]

Αποστολή	Πύραυλος	Ημέρα εκτόξευσης	Πληροφορίες
Apollo 1	Saturn IB	21 Φεβρουαρίου 1967	Ποτέ εκτοξεύτηκε. Στις 27 Ιανουαρίου 1967 μια πυρκαγιά ξέσπασε στη μονάδα ελέγχου του Apollo κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής στην εξέδρα εκτόξευσης, καταστρέφοντας τη μονάδα και τη σκοτώνοντας τους αστροναύτες Grissom, White, και Chaffee. Το όχημα εκτόξευσης Saturn 1B, με σειριακό αριθμό AS-204, ήταν άθικτο και αργότερα χρησιμοποιήθηκε για την αποστολή Apollo 7.
Apollo 7	Saturn IB	11 Οκτωβρίου 1968	Το Apollo 7 ήταν η πρώτη επανδρωμένη πτήση του Apollo και η πρώτη επανδρωμένη πτήση του Saturn IB που περιελάμβανε ζωντανή τηλεοπτική μετάδοση από ένα αμερικανικό διαστημικό σκάφος.
Apollo 8	Saturn V	21 Δεκεμβρίου 1968	Το Apollo 8 ήταν η πρώτη επανδρωμένη πτήση γύρω από τη σελήνη (10 τροχιές σε 20 ώρες) και η πρώτη επανδρωμένη πτήση του Saturn V. Το πλήρωμα ήταν οι πρώτοι άνθρωποι που είδαν την αθέατη πλευρά της Σελήνης και την άνοδο της Γης πάνω από το σεληνιακό ορίζοντα . Ζωντανές τηλεοπτικές εικόνες μεταδόθηκαν στη Γη.

Apollo 9	Saturn V	3 Μαρτίου 1969	Κατά τη διάρκεια 10 ημερών στην τροχιά της Γης, το Apollo 9 πραγματοποίησε την πρώτη δοκιμή για επανδρωμένη πτήση της σεληνιακής μονάδας, επιδεικνύοντας την πρόωση και την ικανότητα να συναντηθεί και να δέσει με την μονάδα ελέγχου του.
Apollo 10	Saturn V	18 Μαΐου 1969	Σε αυτή την «πρόβα» για την προσσελήνωση, η σεληνιακή μονάδα του Apollo 10 πέταξε επανδρωμένη γύρω από τη Σελήνη και κατέβηκε στο 8,4 ναυτικά μίλια (15,6 χιλιόμετρα) χωρίς προσγείωση.
Apollo 11	Saturn V	16 Ιουλίου 1969	Στις 20 Ιουλίου 1969, η σεληνιακή μονάδα του Apollo 11 πραγματοποίησε την πρώτη επανδρωμένη προσγείωση στη Σελήνη στη "Θάλασσα της Ηρεμίας", ξεπερνώντας σφάλματα πλοήγησης και τις ειδοποιήσεις των υπολογιστικών συστημάτων.
Apollo 12	Saturn V	14 Νοεμβρίου 1969	Μετά από δύο κεραυνούς που χτύπησαν το διαστημικό σκάφος κατά την εκτόξευση, με μικρή απώλεια των κυψελών καυσίμου και τηλεμετρία, το Apollo 12, πραγματοποίησε την πρώτη επανδρωμένη ακριβή προσγείωση στη Σελήνη στον "Ωκεανό των Καταιγίδων". Σε δύο εξω-οχηματικές αποστολές, οι αστροναύτες ανάκτησαν τμήματα του Surveyor 3 και τα επέστρεψαν στη Γη.
Apollo 13	Saturn V	11 Απριλίου 1970	Η αποστολή του Apollo 13 επρόκειτο να προσγειωθεί στον Fra Mauro, όταν ματαιώθηκε μετά από την έκρηξη μια δεξαμενής οξυγόνου στο ταξίδι στη Σελήνη, προκαλώντας την ακύρωση της προσγείωσης. Μετά από έναν κύκλο γύρω από το φεγγάρι, το σεληνιακό όχημα χρησιμοποιήθηκε ως "σωσίβια λέμβος" για την ασφαλή επιστροφή του πληρώματος.
Apollo 14	Saturn V	31 Ιανουαρίου 1971	Μετά τα προβλήματα σύνδεσης και την καθυστέρηση στα ραντάρ προσγείωσης, το σεληνακό όχημα του Apollo 14 προσγειώθηκε με επιτυχία στο Fra Mauro. Εικόνες από το πρώτο έγχρωμο βίντεο από την επιφάνεια της Σελήνης, πρώτα υλικά επιστημονικά πειράματα στο διάστημα, και δύο εξω-οχηματικές αποστολές ήταν τα πιο σημαντικά γεγονότα του Apollo 14.
Apollo 15	Saturn V	26 Ιουλίου 1971	Το Apollo 15, ήταν η πρώτη αποστολή με 3-ήμερη σεληνιακή διαμονή και εκτεταμένες γεωλογικές έρευνες. Επίσης χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το σεληνιακό τηλεκατευθυνόμενο όχημα που διένυσε 17,25 μίλια (27,8 χιλιόμετρα).
Apollo 16	Saturn V	16 Απριλίου 1972	Μετά από μια δυσλειτουργία σε μια εφεδρική μονάδα ελέγχου που καθυστέρησε την προσγείωση και μείωσε το χρόνο σε σεληνιακή τροχιά, το σεληνιακό όχημα του Apollo 16 προσγειώθηκε στα Descartes Highlands .
Apollo 17	Saturn V	7 Δεκεμβρίου 1972	Η τελευταία αποστολή του Apollo στη Σελήνη προσγειώθηκε σε Taurus-Littrow. Ο Schmitt, ένας γεωλόγος, ήταν ο πρώτος επιστήμονας που πήγε σε μια αποστολή της NASA. Η εκτόξευση έγινε βράδυ, έγιναν 3 εξω-οχηματικές σεληνιακές αποστολές και μέχρι σήμερα είναι η τελευταία επανδρωμένη διαστημική πτήση πέρα από την χαμηλή γηινή τροχιά.

Πίνακας 2.4 Συνοπτική παρουσίαση των αποστολών του προγράμματος Apollo [33]

Η λειτουργία πτήσης και η συνάντηση της σεληνιακής τροχιάς, επιλέχθηκαν το 1962. Οι προωθητές του προγράμματος ήταν ο Saturn IB για πτήσεις σε τροχιά της Γης και ο Saturn V για τις σεληνιακές πτήσεις. Το Apollo ήταν ένα τριών-τμημάτων διαστημόπλοιο που αποτελείτο από τη μονάδα χειρισμού (command module-CM), δηλαδή, τη μονάδα του πληρώματος και το τμήμα ελέγχου πτήσης, τη μονάδα υπηρεσιών (service module-SM) για τα συστήματα πρόωσης και τα συστήματα υποστήριξης του διαστημόπλοιου (όταν είναι μαζί αυτές οι δύο μονάδες ονομάζονται CSM) και τη σεληνιακή μονάδα (lunar module-LM), για τη μεταφορά δύο ατόμων του πληρώματος στη σεληνιακή επιφάνεια, την υποστήριξή τους στη Σελήνη, και την επιστροφή τους στην CSM σε σεληνιακή τροχιά.[38]

2.3.3 Saturn Rocket Family

Η αμερικάνικη οικογένεια των προωθητικών πυραύλων Saturn αναπτύχθηκε από μια ομάδα Γερμανών επιστημόνων με επικεφαλής τον Βέρνερ φον Μπράουν με σκοπό να εκτοξεύσουν βαρέα φορτία σε γήινη τροχιά και όχι μόνο. Αρχικά προτάθηκαν ως εκτοξευτές στρατιωτικών δορυφόρων, αλλά στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν ως οχήματα εκτόξευσης για το πρόγραμμα Apollo. Τρεις εκδόσεις κατασκευάστηκαν και πέταξαν: ο Saturn I, ο Saturn IB, και ο Saturn V. Το όνομα Saturn προτάθηκε από τον φον Μπράουν, τον Οκτώβριο του 1958 ως μια λογική συνέχεια της σειράς Jupiter. Μέχρι σήμερα, ο Saturn V είναι το μόνο όχημα εκτόξευσης για τη μεταφορά ανθρώπων πέρα από τη χαμηλή γήινη τροχιά. Συνολικά 24 άνθρωποι πέταξαν στη Σελήνη στα τέσσερα χρόνια από τον Δεκέμβριο του 1968 έως το Δεκέμβριο του 1972. Κανένας πύραυλος Saturn δεν απέτυχε καταστροφικά κατά την πτήση.[33]

Saturn I : Ο Saturn I ήταν ο πρώτος εκτοξευτής βαρέων ωφέλιμων φορτίων σε χαμηλή γήινη τροχιά. Η περισσότερη ενέργεια του πυραύλου προερχόταν από ένα σύμπλεγμα δεξαμενών από παλαιότερα σχέδια πυραύλων, ώστε να δημιουργηθεί ένας ενιαίος προωθητής. Ωστόσο, ο σχεδιασμός του προγράμματος αποδείχθηκε σωστός και πολύ ευέλικτος. Οι μεγαλύτερες επιτυχίες του ήταν η εκτόξευση των δορυφόρων Pegasus και η επαλήθευση πτήσης των αεροδυναμικών μονάδων του Apollo στην εναρκτήρια φάση. Αρχικά προοριζόταν για σχεδόν καθολική στρατιωτική χρήση κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960 και εξυπηρετούσε μόνο για ένα σύντομο χρονικό διάστημα και μόνο τη NASA. Δέκα πυραύλοι Saturn I που εκτοξεύτηκαν πριν την αντικατάστασή τους από τους ισχυρότερους και βελτιωμένους Saturn IB. Ο πρόεδρος John F. Kennedy προσδιόρισε την εκτόξευση του Saturn I SA-5, ως το σημείο, όπου οι Αμερικανικές ικανότητες ανύψωσης ξεπέρασαν τους Σοβιετικούς, μιας και είχαν μείνει πίσω από το Sputnik. Αυτά ήταν τα

τελευταία λόγια που αναφέρονται από τον ίδιο σε μια ομιλία που έδωσε στο Brooks AFB στο Σαν Αντόνιο την ημέρα πριν δολοφονηθεί. [33]



Εικόνα 2.13 Ο πρώτος Saturn I εκτοξεύτηκε 27 Οκτωβρίου του 1961 [33]

Saturn IB : Ο Saturn IB ήταν ένα Αμερικάνικο όχημα εκτόξευσης που χρησιμοποιήθηκε από τη NASA για το πρόγραμμα Apollo . Αντικατέστησε το δεύτερο στάδιο S-IV του Saturn I με το πολύ πιο ισχυρό S-IVB, με δυνατότητα εκτόξευσης μιας μερικώς τροφοδοτημένης με καύσιμα μονάδας ελέγχου και υπηρεσιών (CSM) του Apollo ή μια πλήρως τροφοδοτημένης σεληνιακής μονάδας σε χαμηλή γήινη τροχιά για τις πρώτες δοκιμές

πτήσης πριν ο μεγαλύτερος Saturn V που απαιτούνταν για τη σεληνιακή πτήση να είναι έτοιμος. Ο Saturn IB εκτόξευσε δύο μη επανδρωμένες πτήσεις κεντρικών μονάδων (CSM), μια μη επανδρωμένη τροχιακή πτήση σεληνιακής μονάδας, και την πρώτη επανδρωμένη τροχιακή αποστολή CSM (πρώτα προγραμματισμένη ως Apollo 1, που αργότερα πέταξε ως Apollo 7).

Το 1973, αφότου το σεληνιακό πρόγραμμα Apollo τελείωσε, τρεις Apollo CSM / Saturn IB μετέφεραν πληρώματα στο διαστημικό σταθμό Skylab. Το 1975, μια τελευταία αποστολή Apollo/Saturn IB εκτόξευσε το τμήμα του Apollo του κοινού πρότζεκτ ΗΠΑ-ΕΣΣΔ Apollo Soyuz Test Project (ASTP). Ένα αντίγραφο των Apollo CSM/Saturn IB δημιουργήθηκε και να ήταν έτοιμο για μια αποστολή διάσωσης του Skylab αλλά ποτέ δεν πετάξε.[33]



Εικόνα 2.14 Όλες οι εκτοξεύσεις του Saturn IB από το πρόγραμμα AS-201 ως και το ASTP [33]

Saturn V : Ο Saturn V ήταν ένας Αμερικάνικος πύραυλος που χρησιμοποιήθηκε από τη NASA μεταξύ του 1966 και 1973. Το όχημα εκτόξευσης τριών σταδίων, υγρών καυσίμων, αναπτύχθηκε για να υποστηρίξει το πρόγραμμα Apollo για την ανθρώπινη εξερεύνηση της Σελήνης, και αργότερα χρησιμοποιήθηκε για να εκτοξεύσει τον Skylab, τον πρώτο αμερικανικό διαστημικό σταθμό. Ο Saturn V εκτοξεύτηκε 13 φορές από το Διαστημικό Κέντρο Κένεντι στη Φλόριντα χωρίς απώλεια του πληρώματος ή του ωφέλιμου φορτίου. Ο Saturn V παραμένει ο ψηλότερος, βαρύτερος και πιο ισχυρός πύραυλος που λειτούργησε και εξακολουθεί να κατέχει την πρωτιά για την εκτόξευση του βαρύτερου φορτίου και του μεγαλύτερου ωφέλιμου φορτίου σε χαμηλή γήινη τροχιά (LEO) 118.000 κιλά. [33]

Το μεγαλύτερο μοντέλο παραγωγής της οικογένειας πυραύλων Saturn , ο Saturn V, σχεδιάστηκε υπό την καθοδήγηση των Wernher von Braun and Arthur Rudolph στο Κέντρο Διαστημικών Πτήσεων Marshall στο Huntsville, Alabama, με τις : Boeing, North American Aviation, Douglas Aircraft Company, και IBM ως οι επικεφαλής ανάδοχους του έργου. Ο σχεδιασμός του Von Braun βασίστηκε εν μέρει στο έργο του για τη σειρά πυραύλων Aggregate, και ειδικότερα για τους A-10, A-11 και A-12, στη Γερμανία κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Μέχρι σήμερα, ο Saturn V, παραμένει το μόνο όχημα εκτόξευσης ικανό να μεταφέρει ανθρώπους πέρα από χαμηλή γήινη τροχιά. Συνολικά 24 αστροναύτες εκτοξεύτηκαν στη Σελήνη, τρεις από τους δύο φορές, στα τέσσερα χρόνια από τον Δεκέμβριο του 1968 έως τον Δεκέμβριο του 1972. [33]



Εικόνα 2.15 Εκτόξευση του σταθμού Skylab με έναν πύραυλο Saturn V [36]

2.3.4 Skylab Space Station

Η εκτόξευση του Skylab, του πρώτου διαστημικού σταθμού της Αμερικής, με έναν τροποποιημένο πύραυλο Saturn V, από το Διαστημικό Κέντρο Κένεντι της NASA στη Φλόριντα στις 14η Μαΐου 1973, σηματοδότησε μια νέα φάση για το αμερικάνικο πρόγραμμα επανδρωμένων διαστημικών πτήσεων. Ο στόχος ήταν η παραμονή τους στο διάστημα για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα και η διεξαγωγή πολύπλοκων επιστημονικών πειραμάτων στο μοναδικό περιβάλλον του διαστήματος. Ο Skylab ήταν το αποκορύφωμα της πολύ δύσκολης δουλειάς και της λεπτομερούς προετοιμασίας που είχε αρχίσει ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1960 στο Κέντρο Διαστημικών Πτήσεων Marshall της NASA στο Huntsville της Αλαμπάμα. Το διαστημικό πρόγραμμα λειτουργούσε σε μια στιγμή που οι προϋπολογισμοί των ΗΠΑ ήταν περιορισμένοι, οπότε οι ηγέτες της NASA αναζήτησαν

έναν οικονομικό τρόπο για την κατασκευή ενός διαστημικού σταθμού. Έτσι ήρθαν με την ιδέα της μετατροπής μέρους του πυραύλου Saturn V σε διαστημικό σταθμό, και γεννήθηκε η ιδέα του Skylab. [39]

Ο Von Braun και η ομάδα του είχαν την ιδέα να χρησιμοποιήσουν τμήματα ενός υπάρχοντος πυραύλου Saturn V για να δημιουργήσουν ένα τροχιακό εργαστήριο. Η μετατροπή ενός πυραύλου σε εργαστήριο δεν ήταν εύκολη, αλλά ήταν ένας οικονομικός τρόπος για την κατασκευή ενός διαστημικού σταθμού, διότι μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το υπάρχον υλικό. Καθώς τα σχέδια για τον Skylab γίνονταν πραγματικότητα, το Κέντρο Marshall ανέπτυξε και ολοκλήρωσε τα περισσότερα από τα βασικά μέρη: το τροχιακό εργαστήριο, όπου οι αστροναύτες ζούσαν και εργάζονταν, μια μονάδα αεροστεγούς θαλάμου, η οποία χρησίμευε ως πύλη προς το διάστημα για δραστηριότητες εκτός οχήματος, και έναν πολλαπλό προσαρμογέα σύνδεσης, έτσι ώστε η κάψουλα του πληρώματος του Apollo να μπορούσε να δέσει με το εργαστήριο και να αφήσει τους ανθρώπους και τον εξοπλισμό.[39]

Η ομάδα Μάρσαλ κατασκεύασε επίσης επιστημονικό εξοπλισμό όπως την στήριξη τηλεσκοπίου του Apollo, η οποία επέτρεπε στα τηλεσκόπια να μελετήσουν τα αστέρια και τον ήλιο και πολλά πειράματα. Η σειρά του βιοϊατρικού εξοπλισμού που περιλάμβανε ένα εργομετρικό ποδήλατο, μεταβολικό αναλυτή, συσκευή αρνητικής πίεσης του κάτω μέρους του σώματος, καθώς και το πειραματικό σύστημα υποστήριξης, σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν σε εγκαταστάσεις του κέντρου Marshall. Το Marshall παρέιχε τα οχήματα εκτόξευσης Saturn 1B για τις τρεις αποστολές πληρώματος, και το όχημα εκτόξευσης Saturn V που προώθησε τον Skylab σε τροχιά. Οι αστροναύτες ακόμη εκπαιδεύτηκαν για να εργαστούν στο διαστημικό περιβάλλον με εκτέλεση διαδικασιών σε ειδικό προσομοιωτή χαμηλής βαρύτητας. Οι μηχανικοί και οι σχεδιαστές χρησιμοποίησαν το υποβρύχιο προσομοιωτή καθώς σχεδίαζαν τον Skylab και αργότερα, αφότου ο Skylab εκτοξεύτηκε, όταν έπρεπε να αναπτύξουν γρήγορα έναν τρόπο για να επισκευάσει η ηλιακή ασπίδα του Skylab, η οποία είχε καταστραφεί κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης.[39]

Με την εκτόξευση του Skylab και τις τρεις επόμενες αποστολές πληρώματος, όλα τα λεπτομερή σχέδια που μετέτρεψαν έναν πύραυλο Saturn V σε ένα διαστημικό σταθμό έγιναν πραγματικότητα. Κατά τη διάρκεια της ανθρώπινης παρουσίας στο σταθμό, από τις 25 Μαΐου του 1973 έως τις 8 Φεβρουάριου, 1974, τρία πληρώματα, το καθένα με τρία μέλη, επισκέφθηκαν τον Skylab και πραγματοποίησαν 270 επιστημονικές και τεχνικές έρευνες που απαιτούσαν 90 διαφορετικά μέρη πειραματικού υλικού. Έρευνα εκτεινόταν στα πεδία της φυσικής, της αστρονομίας και των βιολογικών επιστημών. Τα τρία πληρώματα του Skylab κατέγραψαν πάνω από 41 ώρες δραστηριότητας εκτός οχήματος και συνδυαστικά 171 ημέρες σε τροχιά, ταξιδεύοντας πάνω από 70 εκατομμύρια μίλια. Το τρίτο πλήρωμα

του Skylab έζησε στο διάστημα για 84 ημέρες, που εκείνη την εποχή ήταν ένα νέο ρεκόρ για την παραμονή ανθρώπου στο διάστημα.[39]



Εικόνα 2.16 Αστροναύτες του Skylab έβγαλαν αυτή τη φωτογραφία καθών πλησίαζαν στο τροχιακό εργαστήριο κατά την τρίτη και τελευταία αποστολή τον Νοέμβριο του 1973 [39]

2.3.5 Delta II

Μετά την καθιέρωσή του το 1989, ο Delta II έχει γίνει το βιομηχανικό πρότυπο για την αξιοπιστία και την έγκαιρη παράδοση των φορτίων σε τροχιά. Ο Delta II έχει εκτοξεύσει ένα πλήθος ωφέλιμων φορτίων για τις Ηνωμένες Πολιτείες και όχι μόνο, συμπεριλαμβανομένων διαπλανητικών δορυφόρων για τη NASA, δορυφόρους για το GPS, δορυφόρους έρευνας και ανάπτυξης, γεωπαρατήρησης, τηλεπικοινωνιών και δορυφόρους στρατιωτικού σκοπού.

Τα κύρια στοιχεία του οχήματος εκτόξευσης Delta II είναι στο πρώτο στάδιο ο κινητήρας εποξικού γραφίτη (Graphite-epoxy motor -GEM), οι στερεοί πυραυλοκινητήρες στο δεύτερο στάδιο, και το ωφέλιμο φορτίο. Για να ικανοποιήσει με μεγαλύτερη ακρίβεια τις ανάγκες που προκύπτουν, ο Delta II είναι διαθέσιμος σε διάφορες παραλλαγές, κατά την ακόλουθη σειρά: 7300, 7400, και 7900. [41]



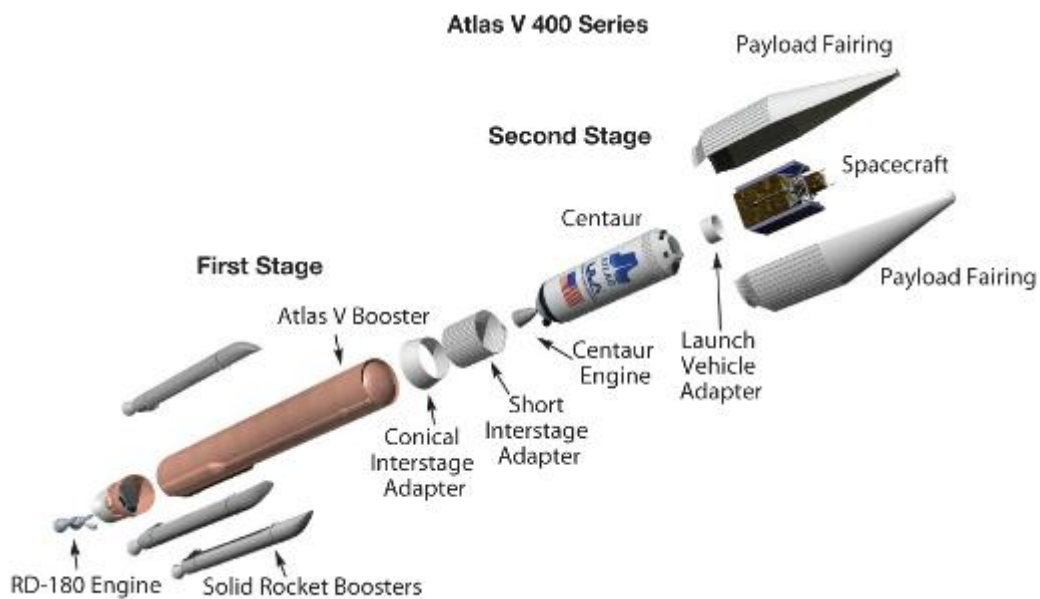
Εικόνα 2.17 Πύραυλοι οικογένειας Delta II [41]

2.3.6 Atlas

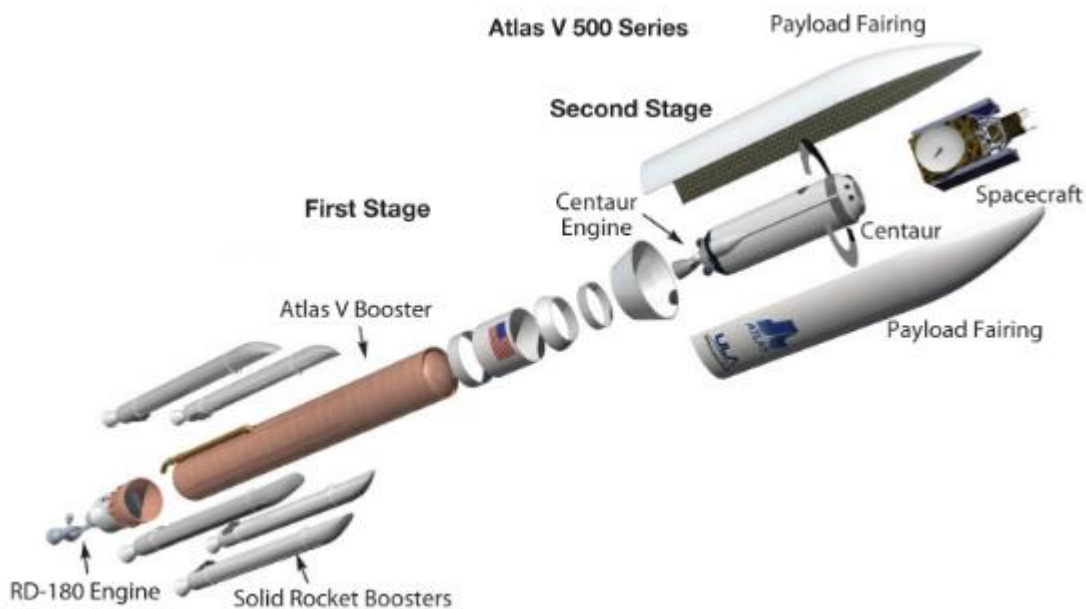
Η οικογένεια Atlas V των εξελιγμένων αναλώσιμων οχημάτων εκτόξευσης (Evolved Expendable Launch Vehicles-EELV) αντιπροσωπεύει τη δέσμευση της United Launch Alliance(ULA) να ενισχύσει τις ανταγωνιστικές υπηρεσίες εκτόξευσης για την κυβέρνηση των ΗΠΑ. Από το ντεμπούτο τους τον Αύγουστο του 2002, τα οχήματα Atlas V έχουν 100 τοις εκατό επιτυχία στις εκτοξεύσεις από το Cape Canaveral και τη βάση της πολεμικής αεροπορίας στο Vandenberg. Το πρόγραμμα Atlas έχει καταγραφεί περισσότερες από 600 εκτοξεύσεις μέχρι σήμερα.[42]

Η οικογένεια Atlas V, η οποία περιλαμβάνει τις σειρές Atlas V 400 και 500 είναι οι τελευταίες εξελιγμένες εκδόσεις του συστήματος εκτόξευσης Atlas. Atlas V χρησιμοποιεί ένα πρότυπο κοινό πυρήνα ενισχυτή (common core booster-CCB), έως και πέντε συμπαγείς προωθητικούς πυραύλους (solid rocket booster-SRB), έναν κινητήρα ανώτερου σταδίου

Centaur είτε στο μονοκινητήριο Centaur ή στη διαμόρφωση με διπλό κινητήρα Centaur, και ένα από τα πολλά καλύματα ωφέλιμου φορτίου (Εικόνες 2.18, 2.19).[42]



Εικόνα 2.18 Τα μέρη του Atlas V 400 στο πρώτο και το δεύτερο στάδιο. Η σειρά Atlas V 400 ενσωματώνει κάλυμα φορτίου (payload fairing) διαμέτρου 4m και μήκους 12m , 12.9m ή τα 13.8m ανάλογα με το μέγεθος του ωφέλιμου φορτίου.[42]



Εικόνα 2.19 Τα μέρη του Atlas V 500 στο πρώτο και το δεύτερο στάδιο. Η σειρά Atlas V 500 ενσωματώνει κάλυμα φορτίου (payload fairing) διαμέτρου 5m και μήκους 20.7m , 23.5m ή τα 26.5m ανάλογα με το μέγεθος του ωφέλιμου φορτίου.[42]

2.3.7 Juno

Το διαστημικό σκάφος Juno εκτοξεύτηκε πάνω σε έναν πύραυλο Atlas V-551 από το Ακρωτήριο Κανάβεραλ της Φλόριντα στις 5 Αυγούστου του 2011 και θα φτάσει στον Δία, τον Ιούλιο του 2016. Το διαστημόπλοιο θα περιστραφεί γύρω από τον Δία 32 φορές, καλύπτοντας 3.100 μίλια (5.000 χιλιόμετρα) για περίπου ένα χρόνο. Το Juno χρησιμοποιεί ένα περιστρεφόμενο ηλιακό διαστημικό σκάφος σε μια εξαιρετικά ελλειπτική πολική τροχιά που αποφεύγει τις περισσότερες περιοχές υψηλής ακτινοβολίας του Δία. Τα σχέδια των επιμέρους οργάνων είναι απλά και η αποστολή δεν απαιτεί την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.[40]

Το επιστημονικό φορτίο του Juno περιλαμβάνει:

- Ένα σύστημα βαρύτητας (Gravity Science)
- Ένα ραδιόμετρο μικροκυμάτων έξι μηκών κύματος για ατμοσφαιρική ακουστική και σύσταση
- Ένα μαγνητόμετρο
- Plasma και ανιχνευτές ενεργητικών σωματιδίων
- Ένα φασματόμετρο υπεριώδους
- Ένα φασματόμετρο υπέρυθρων

Το διαστημόπλοιο θα μεταφέρει επίσης μια έγχρωμη κάμερα, που ονομάζεται JunoCam, για να παρέχει στο κοινό την πρώτη λεπτομερή ματιά στους πόλους του Δία.[40]



Εικόνα 2.20 Το διαστημικό σκάφος Juno για την μελέτη του Δία [40]

Η τροχιά του Δία είναι πέντε φορές πιο μακριά από τον Ήλιο σε σχέση με αυτή της Γης, με αποτέλεσμα ο γιγαντιαίος πλανήτης να λαμβάνει 25 φορές λιγότερο ηλιακό φως του. Το Juno θα είναι το πρώτο ηλιακό διαστημικό σκάφος σχεδιασμένο από τη NASA ώστε να λειτουργεί σε τόσο μεγάλη απόσταση από τον ήλιο και επομένως η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών που απαιτείται για να παράγει επαρκή ενέργεια είναι αρκετά μεγάλη. Τρία ηλιακά πάνελ εκτείνονται προς τα έξω από το εξαγωνικό σώμα του Juno, δίνοντας στο διαστημόπλοιο μια συνολική έκταση περίπου 66 πόδια (20 μέτρα). Οι ηλιακοί συλλέκτες θα παραμείνουν προσανατολισμένοι στον ήλιο συνεχώς από την έναρξη μέχρι το τέλος της αποστολής, εκτός από λίγα λεπτά κατά τη διάρκεια της επιτροφής στη Γη.[40]

Το Juno οφελείται από τις προόδους στο σχεδιασμό των ηλιακών κυττάρων με τα σύγχρονα κύτταρα, που είναι 50 τοις εκατό πιο αποδοτικά και έχουν μεγαλύτερη ανοχή στην ακτινοβολία σε σχέση με τις κυψέλες πυριτίου που χρησιμοποιούνταν στις διαστημικές αποστολές πριν από 20 χρόνια. Οι ενεργειακές ανάγκες της αποστολής είναι μέτριες, με επιστημονικά όργανα που απαιτούν πλήρη ισχύ μόνο για περίπου έξι ώρες σε τροχιά 11 ημερών (κατά την περίοδο που βρίσκονται κοντά στον πλανήτη). Με ένα σχέδιο αποστολής για την αποφυγή εκλείψεων του Δία, ελαχιστοποιείται η έκθεση στην επιβλαβή ακτινοβολία και επιτρέπει όλες οι επιστημονικές μετρήσεις να ληφθούν με τους ηλιακούς συλλέκτες στραμένους προς τον ήλιο, κάνοντας την ηλιακή ενέργεια να είναι η ιδανική λύση για τον Juno. [40]

2.3.8 Lunar Reconnaissance Orbiter - LRO

Το Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) της NASA είναι ένα ρομποτικό διαστημόπλοιο που βρίσκεται σε πολική τροχιά χαρτογράφησης γύρω από τη Σελήνη. Η αποστολή LRO είναι ένας πρόδρομος για τις μελλοντικές ανθρώπινες και ρομποτικές αποστολές στη Σελήνη από τη NASA. Για το σκοπό αυτό ένα λεπτομερές πρόγραμμα χαρτογράφησης θα προσδιορίσει ασφαλείς τόπους προσελήνωσης, εντοπισμό δυνητικών πόρων στη Σελήνη, χαρακτηρισμό της περιβαλλοντικής ακτινοβολίας και την επίδειξη νέων τεχνολογιών. Ο ανιχνευτής θα κάνει έναν 3-D χάρτη της επιφάνειας της Σελήνης και έχει δώσει κάποιες από τις πρώτες εικόνες του εξοπλισμού του Apollo που είχαν μείνει στο φεγγάρι. Οι πρώτες εικόνες από το LRO δημοσιεύθηκαν στις 2 Ιουλίου 2009, παρουσιάζοντας μια περιοχή στα σεληνιακά υψίπεδα νότια του Mare Nubium (Θάλασσα των νεφών).[33]

Εκτοξεύτηκε στις 18 Ιουνίου 2009 μαζί με τον δορυφόρο για παρατήρηση και τηλεπισκόπηση σεληνιακών κρατήρων Lunar Crater Observation and Sensing Satellite (LCROSS) και είναι η πρώτη αποστολή των Ηνωμένων Πολιτειών στη Σελήνη για πάνω από δέκα χρόνια. Τα LRO και LCROSS είναι οι πρώτες αποστολές που ξεκίνησαν ως μέρος

του προγράμματος των Ηνωμένων Πολιτειών για την εξερεύνηση του διαστήματος. Το συνολικό κόστος της αποστολής είναι 583 εκατομμύρια δολάρια, εκ των οποίων 504 εκατομμύρια δολάρια δαπανήθηκαν για το LRO και 79 εκατομμύρια για τον LCROSS.

Μετά την ολοκλήρωση της προκαταρκτικής εξέτασης του σχεδιασμού, τον Φεβρουάριο του 2006 και μια τελική εξέταση της μελέτης, το Νοέμβριο του 2006, το LRO στάλθηκε από το Κέντρο Διαστημικών Πτήσεων Goddard στο Cape Canaveral Air Force Station στις 11 Φεβρουαρίου του 2009. Η εκτόξευση είχε προγραμματιστεί για τον Οκτώβριο του 2008, αλλά αναβλήθηκε μέχρι τον Απρίλιο, καθώς το διαστημικό σκάφος υποβλήθηκε σε δοκιμές σε θερμικό θάλαμο κενού. Τελικά η εκτόξευση έγινε στις 18 Ιουνίου του 2009.

Οι τομείς της έρευνας του LRO περιλαμβάνουν τις σεληνιακές πολικές περιοχές, συμπεριλαμβανομένων των πιθανών κοιτασμάτων παγωμένου νερού και του περιβάλλοντος φωτισμού. Επιπλέον τον χαρακτηρισμό της βαθιάς διαστημικής ακτινοβολίας στη σεληνιακή τροχιά και χαρτογράφηση υψηλής ανάλυσης, με μέγιστη ανάλυση 50 cm / pixel για να βοηθήσει στην επιλογή και τον χαρακτηρισμό των μελλοντικών τόπων προσελήνωσης.[33]



Εικόνα 2.21 Ο πύραυλος Atlas V εκτοξεύει το LRO και το LCROSS [33]

2.3.9 Voyager

Τα δίδυμα διαστημόπλοια Voyager 1 και 2 εξερευνούν εκεί που η Γη δεν έχει περάσει πριν. Συνεχίζοντας το πάνω από 37 χρόνια ταξίδι από την εκτόξευσή τους το 1977, ο καθένας είναι πολύ πιο μακριά από τη Γη και τον ήλιο από τον Πλούτωνα. Τον Αύγουστο του 2012, το Voyager 1 έκανε την ιστορική είσοδο στο διαστρικό διάστημα, την περιοχή μεταξύ των άστρων, με υλικό που προέρχεται από το θάνατο των κοντινών αστέρων πριν από εκατομμύρια χρόνια. Οι επιστήμονες ελπίζουν να μάθουν περισσότερα για την περιοχή αυτή, όταν το Voyager 2, φτάσει επίσης το διαστρικό διάστημα. Τα δύο διαστημικά σκάφη εξακολουθούν να στέλνουν επιστημονικές πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον τους μέσω του Deep Space Network, ή DSN.[43]

Η κύρια αποστολή ήταν η εξερεύνηση του Δία και του Κρόνου. Αφότου έγινε μια σειρά από ανακαλύψεις εκεί - όπως ενεργά ηφαίστεια στο φεγγάρι του Δία, Ιώ, και ιδιαιτερότητες των δακτυλίων του Κρόνου - η αποστολή παρατάθηκε. Το Voyager 2 πήγε για να εξερευνήσει τον Ουρανό και τον Ποσειδώνα, και εξακολουθεί να είναι το μόνο διαστημόπλοιο που έχει επισκεφθεί αυτούς τους μακρινούς πλανήτες.[43]

Τα διαστημικά σκάφη Voyager είναι τριών αξόνων σταθεροποιημένα συστήματα που χρησιμοποιούν ουράνιο ή γυροσκοπικό έλεγχο της θέσης για τη διατήρηση της κατεύθυνσης των κεραιών υψηλού κέρδους προς τη Γη. Η πρωταρχική αποστολή είχε ωφέλιμο επιστημονικό φορτίο που αποτελούνταν από 10 όργανα (11 έρευνες συμπεριλαμβανομένης της ραδιο-επιστήμης). Μόνο πέντε ομάδες ερευνητών υποστηρίζονται ακόμα, αν και τα δεδομένα συλλέγονται για δύο επιπλέον όργανα. Επιπλέον, δεδομένα συλλέγονται από την πλανητικό ραδιοαστρονομικό όργανο και το φασματόμετρο υπεριώδους του Voyager 1. Το υποσύστημα δεδομένων πτήσεως ρυθμίζει το καθέ όργανο και ελέγχει τη λειτουργία των οργάνων. Συλλέγει επίσης δεδομένα μηχανικά και επιστημονικά και μορφοποιεί τα δεδομένα προς μετάδοση. Η ταινία ψηφιακής εγγραφής χρησιμοποιείται για την καταγραφή υψηλής ταχύτητας δεδομένων που αναπαράγονται κάθε έξι μήνες.[43]

Το υποσύστημα υπολογιστικών εντολών παρέχει την ιεράρχηση και τις λειτουργίες έλεγχου. Περιλαμβάνει προκαθορισμένες ρουτίνες όπως αποκωδικοποίησης εντολών και ανίχνευσης βλάβων και διορθωτικές ρουτίνες, πληροφορίες προσανατολισμού της κεραίας, καθώς και πληροφορίες αλληλουχίας του διαστημικού οχήματος.[43]

Η ηλεκτρική ισχύς παρέχεται από τρεις θερμοηλεκτρικές γεννήτριες ραδιοϊσοτόπων. Τα τρέχοντα επίπεδα ισχύος είναι περίπου 315 W για κάθε διαστημικό σκάφος. Καθώς μειώνεται η ηλεκτρική ενέργεια, τα ηλεκτρικά φορτία στο διαστημικό σκάφος πρέπει να απενεργοποιηθούν, προκειμένου να αποφευχθεί η επιπλέον ζήτηση ενέργειας από την

προσφορά. Καθώς απενεργοποιούνται κάποια φορτία, ορισμένες δυνατότητες του διαστημόπλοιο χάνονται.[43]



Εικόνα 2.22 Διαστημόπλοιο Voyager για την εξερεύνηση του διαστήματος [43]

2.3.10 Curiosity

Το Curiosity είναι μέρος του προγράμματος της NASA για τη ρομποτική εξερεύνηση του Άρη. Σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει εάν ο Άρης είχε ποτέ ένα περιβάλλον σε θέση να υποστηρίξει τις μικρές μορφές ζωής και με άλλα λόγια, η αποστολή του είναι να καθορίσει την κατοικησιμότητα του κόκκινου πλανήτη. [44]

Για να εξερευνήσει, το rover φέρει το μεγαλύτερο και πιο προηγμένο σύνολο οργάνων για επιστημονικές μελέτες που είχε σταλεί ποτέ στην επιφάνεια του Άρη. Το rover θα αναλύσει τα δείγματα από το έδαφος και από τους βράχους. Η καταγραφή του κλίματος και της γεωλογίας του πλανήτη βρίσκεται στα βράχια και το έδαφος- στο σχηματισμό, τη δομή και τη χημική σύνθεσή τους. Το ενσωματωμένο εργαστήριο του rover θα μελετήσει τα πετρωμάτα, το έδαφος και την τοπική γεωλογική σύσταση για τον εντοπισμό χημικών δομικών μονάδων της ζωής (π.χ., μορφές άνθρακα) στον Άρη και θα αξιολογήσει ποιό ήταν το περιβάλλον του στο παρελθόν.[44]

Στην επιφάνεια του Άρη, το rover είναι σε θέση να κυλήσει πάνω από εμπόδια έως 75 εκατοστά και να ταξιδέψει μέχρι και 90 μέτρα ανά ώρα. Κατά μέσο όρο, το rover αναμένεται

να ταξιδέψει περίπου 30 μέτρα ανά ώρα, με βάση τα επίπεδα ενέργειας, ολισθηρότητας, κλίσης του εδάφους, ορατότητας και άλλες μεταβλητές.[44]



Εικόνα 2.23 Το Curiosity rover της NASA στον Άρη [44]

Το rover φέρει ένα σύστημα ισχύος ραδιοϊσοτόπων που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από τη θερμότητα της ραδιενεργού διάσπασης του πλουτωνίου. Αυτή η πηγή ενέργειας δίνει στην αποστολή ένα λειτουργικό χρόνο ζωής στην επιφάνεια του Άρη ισοδύναμου με ένα πλήρες Αρειανό έτος (687 ημέρες Γη) ή περισσότερο, ενώ επίσης παρέχει σημαντικά μεγαλύτερη κινητικότητα και λειτουργική ευελιξία, αυξημένη ικανότητα ωφέλιμου επιστημονικού φορτίου, και την εξερεύνηση ενός πολύ μεγαλύτερου εύρους των γεωγραφικών πλατών και υψόμετρων από ότι ήταν δυνατό σε προηγούμενες αποστολές στον Άρη.[44]

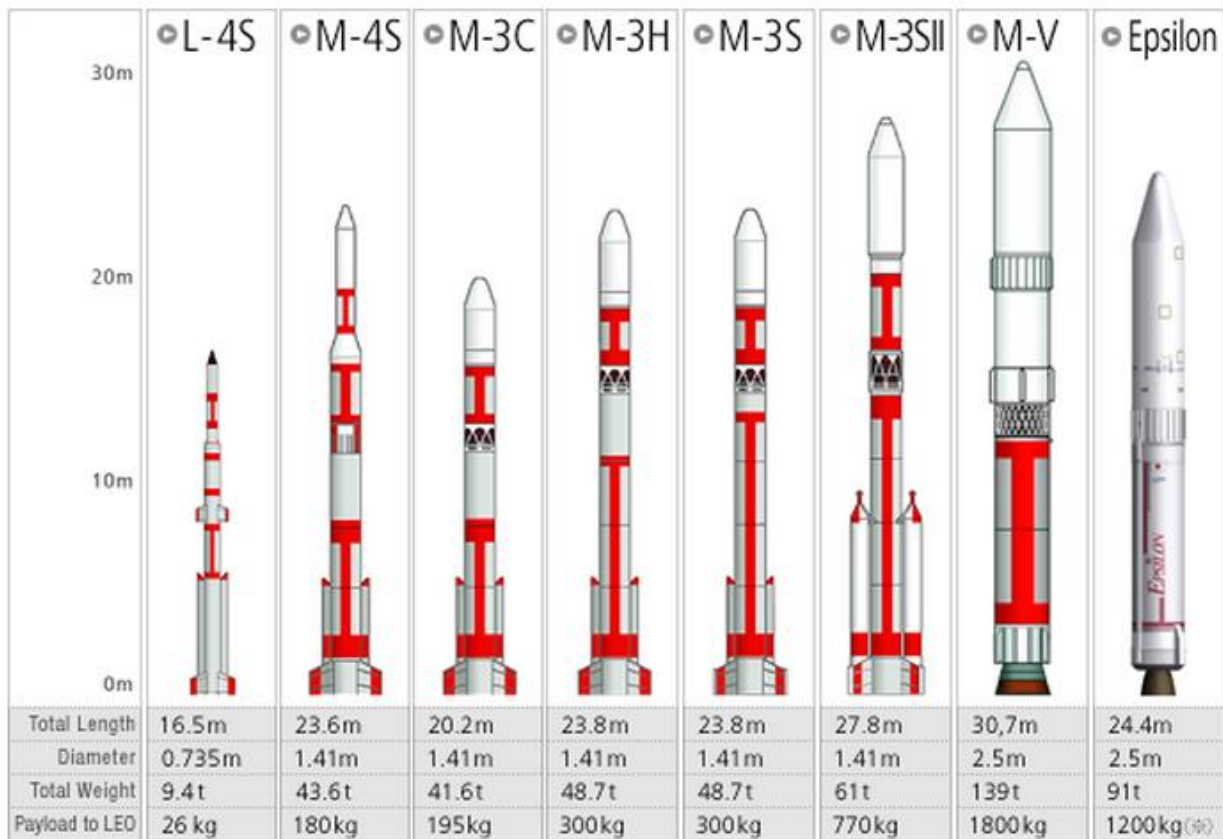
2.4 Ιαπωνία και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα

Τον Οκτώβριο του 2003 ιδρύθηκε μια ανεξάρτητη διοικητική υπηρεσία, η Υπηρεσία Εξερεύνησης του Διαστήματος της Ιαπωνίας "Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)" με τη συγχώνευση τριών οργανισμών αεροδιαστημικής, το Ινστιτούτο Διαστημικής Επιστήμης και Αστροναυτικής(Institute of Space and Astronautical Science - ISAS), το Εθνικό Εργαστήριο Αεροδιαστημικής (National Aerospace Laboratory of Japan-NAL), και της Εθνικής Υπηρεσίας Διαστημικής Ανάπτυξης της Ιαπωνίας (National Space Development Agency of Japan-NASDA).[22]

Ορίστηκε ως οργανισμός για να υποστηρίξει τη συνολική ανάπτυξη της αεροδιαστημικής της ιαπωνικής κυβέρνησης και αξιοποίησή της. Ως εκ τούτου, η JAXA μπορεί να πραγματοποιήσει ολοκληρωμένες λειτουργίες από τη βασική έρευνα και την ανάπτυξη, μέχρι την αξιοποίηση. Η JAXA έγινε ο Εθνικός Οργανισμός Έρευνας και Ανάπτυξης, τον Απρίλιο του 2015, και πήγε ένα νέο βήμα προς τα εμπρός για να επιτευχθούν τα βέλτιστα επιτεύγματα στην έρευνα και ανάπτυξη για την Ιαπωνία.[22]

Το 1970, το Ινστιτούτο Διαστημικής και Αεροναυπηγικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου του Τόκιο κατάφερε να εκτοξεύσει τον πρώτο τεχνητό δορυφόρο της Ιαπωνίας Ohsumi με τον πύραυλο L (λάμδα). Από τότε, η σειρά πυραύλων M που αναπτύχθηκαν για την εκτόξευση επιστημονικών δορυφόρων έχει υποστεί διαδοχικές βελτιώσεις για πάνω από 25 χρόνια. Η πρώτη γενιά M-4S ήταν ένας τύπος τεσσάρων σταδίων και κρατούσε τη στάση του από πτερύγιο της ουράς και την περιστροφή. Η δεύτερη γενιά M-3C ήταν ένας τύπος τριών σταδίων, με ενισχυμένο το δεύτερο και τρίτο στάδιο. Η εγκατάσταση του TVC (ελέγχου ωστικού ανύσματος) και τα πλαινά συστήματα ώθησης στο δεύτερο στάδιο βελτίωσε σημαντικά την ακρίβεια της τροχιάς. Η επέκταση του πρώτου σταδίου του M-3C αύξησε το ωφέλιμο φορτίο της έκδοσης M-3H. Στην τρίτη γενιά M-3S, η εισαγωγή του συστήματος TVC στο πρώτο στάδιο βελτίωσε την ακρίβεια στην τροχιά και διευκόλυσε τους περιορισμούς της εκτόξευσης. Για την τέταρτη γενιά M-3SII, ανακατασκευάστηκε ολόκληρος ο πύραυλος, εκτός από την πρώτη φάση, ώστε να αναβαθμιστεί η συνολική απόδοση. Για την πέμπτη M-V γενιά, συνδυάστηκαν όλες οι τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν σε όλη την ιστορία της σειράς πυραύλων M και αναπτύχθηκε ένας εκτοξευτής μεγάλης κλίμακας, προκειμένου να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της επιστήμης του διαστήματος. Οι πύραυλοι M-V εκτόξευσαν τέσσερις γήινης τροχιάς δορυφόρους παρατήρησης, καθώς και τον εξερευνητή του Άρη, Nozomi και τον εξερευνητή αστεροειδών HAYABUSA. [45]

Μετά τον MV-7 τον Σεπτεμβρίου 2006, η JAXA σταμάτησε τη σειρά M-V για διάφορους λόγους, ωστόσο, και άρχισε την ανάπτυξη μιας νέας στερεάς προωθητικών πύραυλων "Epsilon" που είναι μικρότεροι, πιο λειτουργικοί και καταλληλότεροι για την εκτόξευση μικρών δορυφόρων.[45]



Εικόνα 2.24 Παρουσίαση χαρακτηριστικών των οχημάτων εκτόξευσης δορυφόρων [45]

Όχημα εκτόξευσης	Περίοδος	Αποστολές
L-4SL	1966-1970	Ο πρώτος Ιαπωνικός δορυφόρος OHSUMI
M-4S	1970-1972	Δοκιμαστικός Δορυφόρος TANSEI
		Ο πρώτος επιστημονικός δορυφόρος SHINSEI
		Δορυφόρος ραδιο-εξερεύνησης DENPA
M-3C	1973-1979	Δοκιμαστικός Δορυφόρος TANSEI-2
		Παρατήρηση ανώτερου στρώματος της ατμόσφαιρας TAIYO
		Δορυφόρος κοσμικής ακτινοβολίας HAKUCHO
M-3H	1977-1978	Δοκιμαστικός Δορυφόρος TANSEI-3
		Δορυφόρος παρατήρησης του Aurora -KYOKKO
		Δορυφόρος παρατήρησης της μαγνητόσφαιρας-JIKIKEN
M-3S	1980-1984	Δοκιμαστικός Δορυφόρος TANSEI-4
		Δορυφόρος ηλιακής φυσικής HINOTORI
		Αστρονομικός Δορυφόρος X-Ray -TENMA
		Δορυφόρος παρατήρησης μεσόσφαιρας OHZORA

M-3SII	1985-1995	Δορυφόρος παρατήρησης κομήτη Halley-SAKIGAKE
		Δορυφόρος παρατήρησης κομήτη Halley-SUISEI
		Αστρονομικός Δορυφόρος X-Ray -GINGA
		Δορυφόρος παρατήρησης του Aurora -AKEBONO
		Δορυφόρος ηλιακής φυσικής YOHKOH
		Αστρονομικός Δορυφόρος X-Ray -ASKA
		Πειραματικό επαναχρησιμοποιήσιμο διαστημικό σύστημα EXPRESS
M-V	1997-2006	Ραδιο-αστρονομικός δορυφόρος HALCA
		Τροχιακό όχημα του Άρη -NOZOMI
		Διαστημόπλοιο συλλογής δειγμάτων αστεροειδών HAYABUSA
		Αστρονομικός Δορυφόρος X-Ray -SUZAKU
		Δορυφόρος υπέρυθρων εικόνων – AKARI
		Δορυφόρος ηλιακής φυσικής HINODE
N-I	1975-1982	Δοκιμαστικός Δορυφόρος Μηχανικής I -KIKU-1
		Δορυφόρος ακουστικής ιονόσφαιρας UME
		Δοκιμαστικός Δορυφόρος Μηχανικής II -KIKU-2
		Δορυφόρος ακουστικής ιονόσφαιρας UME-2
		Πειραματικός δορυφόρος επικοινωνιών AYAME
		Πειραματικός δορυφόρος επικοινωνιών AYAME-2
		Δοκιμαστικός Δορυφόρος Μηχανικής III -KIKU-3
N-II	1981-1987	Δοκιμαστικός Δορυφόρος Μηχανικής IV -KIKU-4
		Γεωστατικός Μετεωρολογικός Δορυφόρος-2 -HIMAWARI-2
		Δορυφόρος επικοινωνιών 2α -SAKURA-2a
		Δορυφόρος επικοινωνιών 2β -SAKURA-2b
		Δορυφόρος αναμετάδοσεων 2α -Yuri-2a
		Γεωστατικός Μετεωρολογικός Δορυφόρος-3 -HIMAWARI-3
		Δορυφόρος αναμετάδοσεων 2β -Yuri-2b
		Δορυφόρος παρατήρησης λιμανιών-1 MOMO-1
H-I	1986-1992	Πειραματικός γεωδαιτικός δορυφόρος AJISAI
		Πειραματικό σύστημα JINDAI
		Δορυφόρος FUJI-1
		Δοκιμαστικός Δορυφόρος Μηχανικής V -KIKU-5
		Δορυφόρος επικοινωνιών 3α -SAKURA-3a
		Δορυφόρος επικοινωνιών 3β -SAKURA-3b
		Γεωστατικός Μετεωρολογικός Δορυφόρος-4 -HIMAWARI-4
		Δορυφόρος FUJI-2
		Δορυφόρος αναμετάδοσεων 3α -Yuri-3a
		Δορυφόρος αναμετάδοσεων 3β -Yuri-3b
		Δορυφόρος γήινων πόρων-1 FUYO-1
		H-II
Δοκιμαστικός Δορυφόρος Μηχανικής VI -KIKU-6		

		Γεωστατικός Μετεωρολογικός Δορυφόρος-5 -HIMAWARI-5
		Εξελιγμένος δορυφόρος γεωπαρατήρησης MIDORI
		Δορυφόρος FUJI-3
		Δοκιμαστικός Δορυφόρος Μηχανικής VII -KIKU-7
		Δοκιμαστικοί Δορυφόροι επικοινωνιών και αναμετάδοσης ΚΑΚΕHASHI
J-I	1996	Πείραμα υπερηχητικής πτήσης (HYFLEX)

Πίνακας 2.5 Οχήματα εκτόξευσης και αποστολές – Συνοπτική παρουσίαση [45]

2.4.1 L-4S

Ο πύραυλος L-4S ήταν ο πρώτος πύραυλος που χρησιμοποιήθηκε από την Ιαπωνία για να στείλει ένα δορυφόρο σε τροχιά γύρω από τη Γη. Το πρότζεκτ L-4S ήταν η προσομοίωση των διαδικασιών και η επίδειξη των δυνατοτήτων της δορυφορικής εισόδου σε τροχιά για το πρότζεκτ Μu. Το σύστημα πυραύλων L-4S ήταν τεσσάρων σταδίων, με προωθητικό στερεών καυσίμων . [45]



Εικόνα 2.25 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων L-4S [45]

2.4.2 M-4S

Η πρώτη γενιά της σειράς Μι ήταν οι τεσσάρων σταδίων πύραυλοι M-4S. Το σύστημα χρησιμοποιεί μια στροφή βαρύτητας για την εισαγωγή του σε τροχιά και σταθεροποιεί τη στάση του με τα πτερύγια της ουράς και την περιστροφή. Έχει τη δυνατότητα να στείλει ένα δορυφόρο 180 κιλών σε χαμηλή γήινη τροχιά.[45]



Εικόνα 2.26 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-4S [45]

2.4.3 M-3C

Η δεύτερη γενιά ήταν ο τριών σταδίων M-3C. Το δεύτερο και το τρίτο στάδιο είχαν αναπτυχθεί και εξοπλιστεί με SITVC (Άνυσμα ελέγχου ώθησης δευτεροβάθμιας έγχυσης) και πλάγια συστήματα ώθησης, που βελτίωσαν την ακρίβεια της τροχιάς. Έχει δυνατότητα αποστολής δορυφόρου 195 κιλών σε χαμηλή γήινη τροχιά.[45]



Εικόνα 2.27 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-3C [45]

2.4.4 M-3H

Η επέκταση του περιβλήματος του κινητήρα στο πρώτο στάδιο του M-3C αύξησε την ικανότητα του προωθητικού για ανύψωση μεγαλύτερου ωφέλιμου φορτίου. Ο M-3H ανήκει στην ίδια γενιά με τον M-3C. Είχε τη δυνατότητα να στείλει ένα δορυφόρο 300 κιλών σε χαμηλή γήινη τροχιά.[45]



Εικόνα 2.28 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-3H [45]

2.4.5 M-3S

Η τρίτη γενιά της σειράς Μu ήταν οι πύραυλοι M-3S. Είχαν την δυνατότητα να στείλουν έναν δορυφόρο 300 κιλών σε χαμηλή γήινη τροχιά.



Εικόνα 2.29 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-3S [45]

2.4.6 M-3SII

Στοχεύοντας τον κομήτη του Halley, που είχε προβλεφθεί να επανεμφανιστεί το 1985 μετά από 76 χρόνια, η ISAS άρχισε το 1981 να αναπτύσσει το Μυ σύστημα εκτόξευσης τέταρτης γενιάς M-3SII. Χρησιμοποιήθηκε η πρώτη φάση του M-3S, και τα υπόλοιπα στάδια αντικαταστάθηκαν από νέα για να ενισχυθεί η ικανότητα ανύψωσης ωφέλιμου φορτίου του. Το M-3SII-1 και -2, με ένα προαιρετικό τέταρτο στάδιο, έστειλε το πρώτο και το δεύτερο ιαπωνικό διαπλανητικό διαστημόπλοιο, SAKIGAKE και Suisei αντίστοιχα, σε τροχιά το 1985 για να συναντήσουν τον κομήτη του Halley. Επτά εκτοξεύσεις M-3SII από τις συνολικά οκτώ ήταν επιτυχείς. Μπορούσε να στείλει ένα δορυφόρο 770 κιλών σε χαμηλή γήινη τροχιά.[45]



Εικόνα 2.30 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-3SII [45]

2.4.7 M-V

Ο M-V είναι το τελευταίο μοντέλο της σειράς Μυ, που διαμόρφωσε την ιστορία των Ιαπωνικών οχημάτων εκτόξευσης. Στις 11 Φεβρουαρίου, 1970, πρώτος δορυφόρος της Ιαπωνίας, Ohsumi, τέθηκε σε τροχιά από το όχημα εκτόξευσης L-4S. Τα L-4S διαδέχθηκε η σειρά μοντέλων Μυ, η οποία εξελίχθηκε από το πρώτο μοντέλο, M-4S, με το M-3C, M-3H, M-3S, M-3SII στο τελευταίο μοντέλο, M-V, που φημίζεται ως ένα από τα σημαντικότερα οχήματα εκτόξευσης.

Η σειρά Μυ είναι πύραυλοι στερεών προωθητικών καυσίμων. Αυτή η σειρά έχει διαμορφώσει την ιστορία των οχημάτων εκτόξευσης για επιστημονικούς δορυφόρους στην Ιαπωνία και έχει διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο στο διαστημικό πρόγραμμα παρατήρησης του σουπερνόβα, Auriga, και του κομήτη του Halley. Ο M-V συνέβαλε στην

ανάπτυξη της X-ray αστρονομίας και της υπέρυθρης αστρονομίας, και έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για την εξερεύνηση του ηλιακού συστήματος.[45]



Εικόνα 2.31 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων M-V [45]

2.4.8 Epsilon

Το Epsilon όχημα εκτόξευσης είναι ένας πύραυλος στερεού προωθητικού παρέχοντας υψηλή απόδοση και χαμηλό κόστος, βασισμένο στο όχημα εκτόξευσης MV. Χάρη στην αύξηση των ευκαιριών εκτόξευσης, αναμένεται ότι η ανάπτυξη των διαστημικών δραστηριοτήτων θα αυξηθεί. Ο μεγαλύτερος στόχος του Epsilon είναι να γίνει το διάστημα πιο προσιτό καθώς η εκτόξευση πυραύλων έχει γίνει ευκολότερη.[45]



Εικόνα 2.32 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων Epsilon [45]

2.4.9 N-I

Οι πύραυλοι N-I, είναι οχήματα εκτόξευσης τριών σταδίων, που υιοθετούν την τεχνολογία των αμερικάνικων "Thor-Delta Rockets" και χρησιμοποιούνται για την εκτόξευση πειραματικών, επικοινωνιακών, αναμεταδοτικών και μετεωρολογικών δορυφόρων καθώς και δορυφόρων παρατήρησης της Γης. Ο N-I χρησιμοποιήθηκε σε σύνολο 7 εκτοξεύσεων κατά την περίοδο 1975-1982.



Εικόνα 2.33 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων N-I [45]

Συνολικό Μήκος	32.57m
Διάμετρος	2.44m
Συνολικό βάρος	90.4t (χωρίς το φορτίο)
Σύστημα καθοδήγησης	Σύστημα οδήγησης ραδιοκυμάτων

Πίνακας 2.6 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά του N-I [45]

2.4.10 N-II

Οι πύραυλοι N-II, είναι οχήματα εκτόξευσης τριών σταδίων, που υιοθετούν την τεχνολογία των αμερικάνικων "Thor-Delta Rockets" και χρησιμοποιούνται για την εκτόξευση πειραματικών, επικοινωνιακών, αναμεταδοτικών και μετεωρολογικών δορυφόρων καθώς και δορυφόρων παρατήρησης της Γης. Ο N-II χρησιμοποιήθηκε σε ένα σύνολο 8 εκτοξεύσεις κατά την περίοδο 1981-1987.[45]



Εικόνα 2.34 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων N-II [45]

Συνολικό Μήκος	35.36m
Διάμετρος	2.44m
Συνολικό βάρος	135.2t (χωρίς το φορτίο)
Σύστημα καθοδήγησης	Αδρανειακό σύστημα οδήγησης

Πίνακας 2.7 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά του N-II [45]

2.4.11 H-I

Ο H-I, το οποίο συγκέντρωσε τα αποτελέσματα της ανάπτυξης των οχημάτων εκτόξευσης N-I και N-II, είναι ένας πύραυλος τριών σταδίων που δημιουργήθηκε για την αντιμετώπιση των αναγκών εκτόξευσης δορυφόρων από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 στην Ιαπωνία. Το πρώτο στάδιο του H-I και οι προσδεμένοι προωθητήρες είναι πανομοιότυπα με εκείνα του N-II. Ο κινητήρας του δεύτερου σταδίου (LE-5) και το προωθητικό, ο κινητήρας στερεού προωθητικού τρίτου σταδίου και το αδρανειακό σύστημα καθοδήγησης είναι όλα προϊόντα της τεχνολογίας της Ιαπωνίας. Ο H-I χρησιμοποιήθηκε σε ένα σύνολο 9 εκτοξεύσεων την περίοδο 1986-1991 και δεν είναι πλέον σε χρήση, αλλά η τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του H-I, αξιοποιήθηκε για την ανάπτυξη του H-II. [45]



Εικόνα 2.35 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων H-I [45]

Συνολικό Μήκος	40.30m
Διάμετρος	2.49m
Συνολικό βάρος	139.3t (χωρίς το φορτίο)
Σύστημα καθοδήγησης	Αδρανειακό σύστημα οδήγησης

Πίνακας 2.8 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά του H-I [45]

2.4.12 H-II

Το όχημα εκτόξευσης H-II, ο κεντρικός πύραυλος του διαστημικού προγράμματος της Ιαπωνίας, με τη δυνατότητα να εκτοξεύσει έναν δορυφόρο δύο τόνων σε γεωστατική τροχιά, είναι ένας πύραυλος δύο σταδίων που αναπτύχθηκε με ιαπωνική ανεξάρτητη τεχνολογία σε όλα τα στάδια. Εκτός από γεωστατικούς δορυφόρους, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να εκτοξεύσει ωφέλιμα φορτία σε τροχιά χαμηλού και μέσου υψόμετρου. Για μεγαλύτερη οικονομία, είναι δυνατό να εκτοξεύσει ταυτόχρονα δύο γεωστατικούς δορυφόρους βάρους περίπου ενός τόνου ο καθένας.[45]

Το 1ο στάδιο έχει ένα μεγάλο κινητήρα, υψηλής απόδοσης, υγρού οξυγόνου/υγρού υδρογόνου γνωστό ως LE-7. Πρόσφατα, αναπτύχθηκε για το όχημα εκτόξευσης H-II, και προσφέρει πρόωση περίπου 110 τόνους εν κενώ. Το 2ο στάδιο χρησιμοποιεί τη μηχανή LE-5A που προσφέρει υψηλότερες επιδόσεις και αξιοπιστία από την LE-5 που είχε αναπτυχθεί για το όχημα εκτόξευσης H-I. Το σύστημα καθοδήγησης χρησιμοποιεί μια αδρανειακή μέθοδο καθοδήγησης, με περαιτέρω βελτίωση από την ανάπτυξη του H-I. Το όχημα εκτόξευσης H-II, από την πρώτη επιτυχή εκτόξευσή του το 1994, χρησιμοποιήθηκε σε 7 εκτοξεύσεις και η τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του θα αξιοποιηθεί για την ανάπτυξη του H-IIA.[45]



Εικόνα 2.36 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων H-II [45]

Συνολικό Μήκος	50m
Διάμετρος	5m
Συνολικό βάρος	260t (χωρίς το φορτίο)
Σύστημα καθοδήγησης	Αδρανειακό σύστημα οδήγησης

Πίνακας 2.9 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά του H-II [45]

2.4.13 J-I

Το όχημα εκτόξευσης J-I είναι ένα τριών σταδίων πύραυλος στερεών καυσίμων με τη δυνατότητα να εκτοξεύσει δορυφόρο περίπου ενός τόνου σε χαμηλή τροχιά γύρω από τη Γη και αναπτύχθηκε ως απάντηση στην αναμενόμενη ζήτηση για την εκτόξευση των μικρότερων δορυφόρων. Ο J-I είναι ο πρώτος πύραυλος στην Ιαπωνία και αναπτύχθηκε από το συνδυασμό υφιστάμενων πυραύλων. Συνδυάζει το στερεό προωθητή (SRB) του H-II που αναπτύχθηκε από τη NASDA με το ανώτερο στάδιο του πυραύλου M-3SII που αναπτύχθηκε από το Ινστιτούτο Διαστημικής Επιστήμης και Αστροναυτικής (ISAS) του Υπουργείου Παιδείας. Αυτό επέτρεψε την ταχεία ανάπτυξη του με χαμηλό κόστος. Επίσης, σε σύγκριση με μια μεγάλης κλίμακας πύραυλο υγρών καυσίμων, ένας πύραυλος στερεών καυσίμων καθιστά δυνατή τη μείωση των εργασιών εκτόξευσης. Η ανάπτυξη του δεύτερου οχήματος εκτόξευσης J-I έχει ανασταλεί, λόγω της επανεξέτασης του σχεδίου Διαστημικής Ανάπτυξης της Επιτροπής Διαστημικών Δραστηριοτήτων. [45]



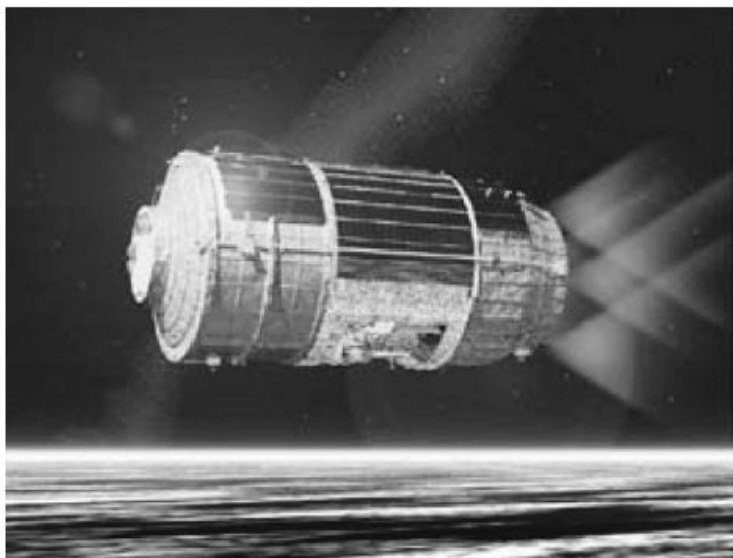
Εικόνα 2.37 Όχημα εκτόξευσης δορυφόρων J-I [45]

Συνολικό Μήκος	33.1m
Διάμετρος	1.8m
Συνολικό βάρος	88.5t (χωρίς το φορτίο)
Σύστημα καθοδήγησης	Σύστημα οδήγησης ραδιοκυμάτων

Πίνακας 2.10 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά του J-I [45]

2.4.14 Όχημα ανεφοδιασμού HTV

Όπως μπορεί να φανεί στην Εικόνα 2.38, το HTV είναι κυλινδρικό και χωρίζεται σε υπό πίεση και μη τμήματα, με τον εξοπλισμό πρόωσης και τα όργανα ελέγχου καθοδήγησης στο πίσω μέρος και τα δοχεία για το ωφέλιμο φορτίο στο κέντρο. Το HTV μπορεί να μεταφέρει ένα μέγιστο φορτίο περίπου έξι τόνους. Η μη επανδρωμένη αυτοματοποιημένη τεχνολογία "συνάντησης" που αναπτύχθηκε στο Δοκιμαστικό Δορυφόρο Μηχανικής VII (ETS-VII, Kiku 7) αντικατοπτρίζεται στην ικανότητα του να συνδεθεί με τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό ISS. Η Ιαπωνία θα αντικαταστήσει την υποχρέωσή της να πληρώσει για τη λειτουργία του ISS με ανεφοδιασμό του σταθμού χρησιμοποιώντας το HTV. Όσο ο ISS είναι σε λειτουργία, μπορεί να αναμένεται ένα σημαντικό ποσοστό ανεφοδιασμού. [2]



Εικόνα 2.38 Όχημα ανεφοδιασμού HTV [2]

2.5 Ρωσία και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα

Η θεωρία της εξερεύνησης του διαστήματος είχε μια σταθερή βάση στη Ρωσική Αυτοκρατορία πριν από τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο με τα γραπτά του Konstantin Tsiolkovsky (1857-1935), ο οποίος δημοσίευσε πρωτοποριακές εργασίες στα τέλη του 19ου και αρχές του 20ου αιώνα και το 1929 εισήγαγε την έννοια των πυραύλων πολλαπλών σταδίων. Πρακτικές πτυχές αναπτύχθηκαν στα πρώτα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν από τα μέλη της ομάδας μελέτης αντιδραστικής πρόωσης, GIRD (ιδρύθηκε το 1931), στη δεκαετία του 1920 και του 1930, με πρωτοπόρους, όπως ο Sergey Korolyon-που ονειρευόταν ταξίδια στον Άρη - και ο Γερμανο-Ρώσος μηχανικός Friedrich Zander. Στις 18 Αυγούστου 1933, η GIRD εισήγαγε τον πρώτο σοβιετικό πύραυλο υγρών καυσίμων GIRD-09 και στις 25 Νοεμβρίου 1933, τον πρώτο πύραυλο υβριδικών καύσιμων GIRD-X.[51]

Για πάνω από εξήντα χρόνια αυτό το απόρρητο στρατιωτικό πρόγραμμα ήταν υπεύθυνο για μια σειρά από πρωτοποριακά επιτεύγματα στις διαστημικές πτήσεις, συμπεριλαμβανομένου του πρώτου διηπειρωτικού βαλλιστικού πυραύλου (1957), του πρώτου δορυφόρου (Sputnik-1), του πρώτου ζώου στο διάστημα (το σκυλί Laika στον Sputnik 2), τον πρώτο άνθρωπο στο διάστημα και στην τροχιά της Γης (κοσμοναύτης Yuri Gagarin στο Vostok 1), την πρώτη γυναίκα στο διάστημα και στην τροχιά της Γης (κοσμοναύτης Valentina Tereshkova στο Vostok 6), τον πρώτο διαστημικό περίπατο (κοσμοναύτης Alexey Leonov στο Voskhod 2), την πρώτη εικόνα στην αθέατη πλευρά της Σελήνης (Luna 3) και μη επανδρωμένη ομαλή προσελήνωση (Luna 9), το πρώτο διαστημικό rover, τον πρώτο διαστημικό σταθμό, και τον πρώτο διαπλανητικό ανιχνευτή.[51]

Οι πύραυλοι και το διαστημικό πρόγραμμα της ΕΣΣΔ υλοποιήθηκαν από Σοβιετικούς μηχανικούς και επιστήμονες μετά το 1955, και βασίστηκε σε μερικές μοναδικές Σοβιετικές και οι Ρώσικες θεωρητικές εξελίξεις, που πολλές προέρχονται από τον Konstantin Eduardovich Tsiolkovskii, γνωστός ως ο πατέρας της θεωρητικής Αστροναυτικής. Ο Sergey Korolyon ήταν ο επικεφαλής της κύριας ομάδας σχεδιασμού. Σε αντίθεση με τους Αμερικάνους ανταγωνιστές στην «διαστημική κούρσα», που είχαν τη NASA ως ένα ενιαίο συντονιστικό όργανο, το πρόγραμμα της ΕΣΣΔ χωρίστηκε σε πολλές ανταγωνιστικές ομάδες σχεδιασμού με επικεφαλής τους Korolyon, Mikhail Yangel, Valentin Glushko, και Vladimir Chelomei.[51]

Λόγω των διαβαθμισμένων ανακοινώσεων της κατάστασης του προγράμματος, τα αποτελέσματα των αποστολών αναβάλλονταν μέχρι η επιτυχία να ήταν βέβαιη, και οι αποτυχίες κάποιες φορές ήταν κρυμμένο μυστικό. Αξιοσημείωτες οπισθοδρομήσεις ήταν οι θάνατοι των Korolyon, Vladimir Komarov (στη συντριβή του Soyuz 1) και του Yuri Gagarin

(σε μια αποστολή ρουτίνας με μαχητικό τζετ) μεταξύ του 1966 και του 1968, και οι καταστροφικές εμπειρίες με τον τεράστιο πύραυλο N-1 που προοριζόταν να τροφοδοτήσει μια επανδρωμένη προσελήνωση και ο οποίος εξερράγη λίγο μετά την εκτόξευση σε καθεμία από τις τέσσερις μη επανδρωμένες δοκιμές. Μετά την πτώση της Σοβιετικής Ένωσης, ιδρύθηκε η Ρώσικη Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Διαστήματος (Roscosmos).[51]



Εικόνα 2.39 Λογότυπο του Roscosmos [51]

2.5.1 Soyuz

Το διαστημόπλοιο Soyuz έχει εκτοξευτεί στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό από το κοσμοδρόμιο του Baikonur στο Καζακστάν με έναν πύραυλο Soyuz. Αποτελείται από την τροχιακή μονάδα (Orbital Module), τη μονάδα καθόδου (Descent Module) και μια προωθητική μονάδα (Instrumentation/Propulsion Module). [46]

Τροχιακή μονάδα

Αυτό το μέρος του διαστημόπλοιου Soyuz χρησιμοποιείται από το πλήρωμα όσο είναι σε τροχιά κατά τη διάρκεια της ελεύθερης πτήσης. Έχει όγκο 230 κυβικών ποδιών με μηχανισμό σύζευξης, καταπακτή και κεραίες τοποθετημένες στο μπροστινό μέρος. Ο μηχανισμός σύζευξης χρησιμοποιείται για να συνδεθεί με τον διαστημικό σταθμό και η καταπακτή επιτρέπει την είσοδο στο σταθμό. Οι κεραίες χρησιμοποιούνται από το αυτόματο σύστημα σύζευξης, που βασίζεται στα ραντάρ, ώστε να ελιχθεί στο σταθμό για τη σύζευξη.

Επιπλέον, στη μονάδα αυτή, υπάρχει παράθυρο. Το πίσω μέρος της τροχιακής μονάδας συνδέεται στη μονάδα καθόδου μέσω μιας υπό πίεση καταπακτής. Πριν την επιστροφή του στη Γη το τροχιακό όχημα διαχωρίζεται από τη μονάδα καθόδου, μετά τον ελιγμό εξόδου από τροχιά, και αναφλέγεται κατά την επανείσοδό του στην ατμόσφαιρα.[46]



Εικόνα 2.40 Τροχιακή μονάδα του Soyuz [46]

Μονάδα καθόδου

Η μονάδα καθόδου είναι το μέρος όπου οι κοσμοναύτες και οι αστροναύτες κάθονται κατά την εκτόξευση, επανείσοδο και προσγείωση. Όλα τα απαραίτητα συστήματα ελέγχου του Soyuz βρίσκονται εκεί. Η μονάδα επίσης περιλαμβάνει προμήθειες επιβίωσης, μπαταρίες που χρησιμοποιούνται κατά την κάθοδο καθώς και τα κυρίως και εφεδρικά αλεξίπτωτα και πυραύλους προσγείωσης. Είναι επίσης ειδικά εξοπλισμένη με επένδυση στα καθίσματα για κάθε μέλος του πληρώματος, που είναι μοναδικά φορμαρισμένα να ταιριάζουν στο σώμα του κάθε ατόμου, εξασφαλίζοντας μια καλή και άνετη εφαρμογή, όταν η μονάδα προσγειώνεται. Όταν τα μέλη του πληρώματος μεταφερθούν στο σταθμό, οι επενδύσεις των καθισμάτων μεταφέρονται και αυτές. [46]



Εικόνα 2.41 Μονάδα καθόδου του Soyuz [46]

Η μονάδα έχει ένα περισκόπιο που επιτρέπει στο πλήρωμα να βλέπει το στόχο σύζευξης στο σταθμό ή κάτω στη Γη. Οι οχτώ προωθητήρες υπεροξειδίου του υδρογόνου που βρίσκονται στη μονάδα χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν τη φορά ή τη στάση του διαστημόπλοιου, κατά την κάθοδο μέχρι την ενεργοποίηση του αλεξίπτωτου. Έχει επίσης σύστημα καθοδήγησης, πλοήγησης και ελέγχου για τον ελιγμό του οχήματος κατά τη φάση της καθόδου. Η μονάδα ζυγίζει 2,9 τόνους με κατοίκισιμο όγκο 141 κυβικών ποδιών. Περίπου 50 κιλά φορτίου μπορούν να επιστραφούν στη Γη σε αυτή τη μονάδα και έως 150 κιλά εάν μόνο 2 άτομα του πληρώματος βρίσκονται εκεί. Η μονάδα καθόδου είναι το μόνο τμήμα του Soyuz που επιβιώνει κατά την επιστροφή του στη Γη.[46]

Μονάδα προώθησης

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει τρία τμήματα: το ενδιάμεσο, το τμήμα με τα όργανα και το τμήμα πρόωσης. Το ενδιάμεσο τμήμα είναι εκείνο που συνδέεται με τη μονάδα καθόδου. Περιέχει επίσης δεξαμενές αποθήκευσης οξυγόνου και τους προωθητήρες ελέγχου της στάσης, καθώς και ηλεκτρονικά, επικοινωνίες και εξοπλισμό ελέγχου. Τα κύρια συστήματα καθοδήγησης, πλοήγησης και ελέγχου του Soyuz είναι στο τμήμα οργάνων, το οποίο είναι σφραγισμένο και γεμάτο με αέριο άζωτο για την ψύξη του εξοπλισμού των ηλεκτρονικών συστημάτων. Το τμήμα πρόωσης περιέχει το κύριο σύστημα θερμοκρού ελέγχου θερμοκρασίας με μια περιοχή ψύξης με έκταση 86 τετραγωνικά πόδια. Το σύστημα πρόωσης, οι μπαταρίες, οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες και η δομική σύνδεση με τον πύραυλο εκτόξευσης Soyuz βρίσκονται σε αυτό το τμήμα.[46]



Εικόνα 2.42 Μονάδα προώθησης του Soyuz [46]

Το τμήμα πρόωσης περιέχει το σύστημα που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση ελιγμών στην τροχιά, συμπεριλαμβανομένης της συνάντησης και της σύζευξης με το Διαστημικό Σταθμό και την έξοδο από την τροχιά για να επιστρέψει στη Γη. Τα προωθητικά είναι τετροξειδίο του αζώτου και ασυμμετρική-διμεθυλυδραζίνη. Το κύριο σύστημα πρόωσης και το μικρότερο σύστημα ελέγχου αντίδρασης, που χρησιμοποιείται για τις αλλαγές στάσης στο διάστημα, μοιράζονται τις ίδιες δεξαμενές προωθητικού. Οι δύο ηλιακές συστοιχίες του Soyuz βρίσκονται στις δύο πλευρές του πίσω τμήματος της μονάδας πρόωσης και συνδέονται με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες. Όπως και στην τροχιακή μονάδα, το ενδιάμεσο τμήμα της μονάδας πρόωσης χωρίζεται από τη μονάδα καθόδου μετά την τελικούς ελιγμούς εξόδου από τροχιά και αναφλέγεται στην ατμόσφαιρα κατά την επανείσοδο.[46]

Η συνάντηση και η σύζευξη είναι αυτοματοποιημένες παρότι όταν το διαστημόπλοιο βρεθεί 492 πόδια μακριά από το Σταθμό, το Ρώσικο κέντρο ελέγχου της αποστολής επιβλέπει την προσέγγιση και τη σύζευξη. Το πλήρωμα του Soyuz έχει τη δυνατότητα να εκτελέσει χειροκίνητα αυτές τις λειτουργίες. [46]

Βελτιώσεις και δοκιμές του TMA

Το διαστημόπλοιο Soyuz TMA είναι ο αντικαταστάτης του Soyuz TM, που χρησιμοποιήθηκε από τον Μάιο του 1986 μέχρι τον Νοέμβριο του 2002 για να μεταφέρει αστροναύτες και κοσμοναύτες στον Mir και έπειτα στον ISS από το Νοέμβριο του 2000. Το TMA αυξάνει την ασφάλεια κυρίως κατά την κάθοδο και την προσγείωση. Έχει μικρότερους και πιο αποδοτικούς υπολογιστές και βελτιωμένες οθόνες. Δύο νέες μηχανές μειώνουν την ταχύτητα προσγείωσης και τις δυνάμεις που αισθάνονταν τα μέλη του πληρώματος κατά

15-30% και το νέο σύστημα ελέγχου εισόδου και το τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο αυξάνει την ακρίβεια προσγείωσης.[46]

Οι βελτιώσεις στα όργανα περιλαμβάνουν ένα πιλοτήριο που είναι πιο εύκολο στη χρήση και δίνει στο πλήρωμα περισσότερες πληροφορίες και χειροκίνητο σύστημα ελέγχου. Όλα τα νέα μέρη του Soyuz TMA μπορούν να λειτουργήσουν έως και ένα έτος στο διάστημα. Τα νέα στοιχεία και συνολικά το TMA έχουν δοκιμαστεί αυστηρά στο έδαφος, σε υπόστεγο απόθεσης, σε δοκιμές με αλεξίπτωτα και στο διάστημα πριν το διαστημικό σκάφος να είναι έτοιμο για πτήση. Για παράδειγμα, το επιταχυνσιόμετρο και το σχετικό λογισμικό, καθώς και οι τροποποιημένοι προωθητές (που ενσωματώθηκαν λόγω της πρόσθετης μάζας του TMA), εξετάστηκαν σε πτήσεις μη καθοδηγούμενου εφοδιασμού, ενώ το νέο σύστημα ψύξης δοκιμάστηκε σε δύο πτήσεις του Soyuz TM. Οι δομικές αλλαγές της μονάδας καθόδου, τα καθίσματα και τα αμορτισέρ των καθισμάτων εξετάστηκαν σε δοκιμές υπόστεγου αναπόθεσης. Οι αλλαγές του συστήματος προσγείωσης, συμπεριλαμβανομένου του αναβαθμισμένου λογισμικού, εξετάστηκαν σε μια σειρά δοκιμών στον αέρα. Επιπλέον, εκτεταμένες δοκιμές των συστημάτων και των στοιχείων διεξήχθησαν και στο έδαφος.[46]

2.5.2 Proton

Αρχικά ως μέρος του ανθρώπινου πρόγραμματος σεληνιακής εξερεύνησης της Σοβιετικής Ένωσης κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου «διαστημικής κούρσας», ο Proton χρησιμοποιήθηκε για τη μη επανδρωμένη υπηρεσία εξερεύνησης, όπου εκτόξευσε μια σειρά ιστορικών "πρώτων" αποστολών στη Σελήνη, τον Άρη και την Αφροδίτη. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970, ο Proton άρχισε μια μακρά περίοδο σταθερής εκτόξευσης αμυντικών και κυβερνητικών δορυφόρων σε γεωσύγχρονη τροχιά. Μετά το τέλος του Ψυχρού Πολέμου, ο Proton έχει παρεί θέση στη λειτουργία των εκτοξεύσεων εμπορικού χαρακτήρα. [47]

Ο Proton αναπτύχθηκε αρχικά από το μελετητικό γραφείο Chelomei κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960. Δεδομένου ότι αρχικά παρουσιάστηκε στο Κρεμλίνο ως πύραλος δύο σταδίων super-ICBM με ονομασία UR-500, σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιήσει αποθηκεύσιμα προωθητικά υπεργκολικών (τετροξειδίο του αζώτου και ασύμμετρη διμεθυλική υδραζίνη). Ο Valentin Glusko ανέπτυξε στη συνέχεια τον πιο προηγμένο κινητήρα πυραύλων στον κόσμο για να τροφοδοτήσει το πρώτο στάδιο του πυραύλου. Ο UR-500 προσανατολίστηκε στις διαστημικές πτήσεις, και ένα τρίτο στάδιο, που τροφοδοτείται από έναν από τους κινητήρες του δευτέρου σταδίου, προστέθηκε για τη δημιουργία του τροχιακού οχήματος εκτόξευσης UR-500K, για το επανδρωμένο πρόγραμμα στη Σελήνη της ΕΣΣΔ. Ο δύο σταδίων UR-500, έκανε τέσσερις αρχικές δοκιμαστικές πτήσεις κατά τη διάρκεια του 1965 έως 1966, θέτοντας σε τροχιά μια σειρά

από 12,2 τόνους ωφέλιμο ερευνητικό φορτίο με την ονομασία "Proton" με αποτέλεσμα ο πύραυλος να πάρει αυτό το όνομα. Ο τριών σταδίων UR-500K (Proton-K), άρχισε τις πτήσεις το 1967. Ήταν σε θέση να ανυψώσει πάνω από 19 τόνους σε χαμηλή γήινη τροχιά ή, με ένα τέταρτο στάδιο, πάνω από 5 τόνους προς τη Σελήνη. Στη Δύση ο Proton φαίνεται να είναι η απάντηση της Σοβιετικής Ένωσης στη NASA για τον Saturn I / IB. [47]



Εικόνα 2.43 Εκτόξευση του Proton K [33]

Από το 1967 έως το 1969, η Proton-K, συμπληρώνεται από ένα τέταρτο στάδιο- LOX / κηροζίνης Blok D- από το σχεδιαστικό γραφείο Korolev, εκτοξεύοντας μια σειρά από μη επανδρωμένα διαστημικά σκάφη Zond για αποστολές γύρω από τη Σελήνη. Το Zond σχεδιάστηκε για να μεταφέρει κοσμοναύτες. Το σχέδιο ήταν να στείλουν κοσμοναύτες γύρω από τη Σελήνη πριν από την άφιξη των Αμερικάνων αστροναυτών του Apollo, αλλά και ο Zond και ο Proton υπέστησαν μια σειρά από προβλήματα που καθυστέρησαν το πρόγραμμα δοκιμών. Τέσσερις από τις έξι πρώτες δοκιμαστικές πτήσεις είχαν αποτυχίες του Proton ή του Blok D. Οι προετοιμασίες για την έβδομη προσπάθεια εκτόξευσης σταμάτησαν όταν ένα δοχείο υπό πίεση οξειδωτικού του Blok D, διερράγει στην εξέδρα

εκτόξευσης στις 15 Ιουλίου του 1968. Στο ατύχημα σκοτώθηκαν τρεις εργάτες, αλλά το Proton K και το διαστημόπλοιο Zond παρέμειναν σχετικά άθικτα. [47]

Μόνο έξι από τις 20 πρώτες εκτοξεύσεις Proton K / Blok D πέτυχαν. Ο Proton δεν ήταν έτοιμος για μη επανδρωμένες υπηρεσίες, πόσο μάλλον για την εκτόξευση κοσμοναυτών. Συνεπής επιτυχία δεν υπήρχε μέχρι την παύση των πτήσεων για μια εξάμηνη ανασκόπηση που ολοκληρώθηκε με μια δοκιμαστική πτήση του Proton K τον Αύγουστο του 1970. Ο Proton ήταν επιτυχής σε 46 από τις 59 πτήσεις κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 με ένα ποσοστό επιτυχίας πάνω από 93% κατά τη διάρκεια των μετέπειτα δεκαετιών. Από το 1969 μέχρι το 1976 ο Proton εκτόξευσε μια σειρά αποστολών Luna στη Σελήνη. Η φημισμένη αποστολή Luna 15 απέτυχε να προσεληνωθεί, ενώ οι αστροναύτες του Apollo 11 ήταν στο φεγγάρι κατά τον Ιούλιο του 1969. Ένα χρόνο μετά, η Luna 16 επέστρεψε με επιτυχία δείγμα και η Luna 17 προσεληνώθηκε με το Lunakhod 1, το πρώτο ρομποτικό ρόβερ. Τα διαστημόπλοια Luna συνέχισαν τις αποστολές τους στη Σελήνη μέχρι το 1976 με την τελευταία αποστολή Luna 24. [47]

Κατά τις δεκαετίες του '70 και '80, οι Protons ώθησαν αποστολές στον Άρη και την Αφροδίτη. Το 1971 το Mars 2 και 3 ήταν τα πρώτα διαστημόπλοια σε τροχιά γύρω από τον Κόκκινο Πλανήτη που δοκίμασαν να προσγειωθούν σε αυτόν. Το Mars 2 συνετρίβη κατά την προσπάθεια προσεδάφισης και το Mars 3 προσεδάφιστηκε σταματώντας την μετάδοση δεδομένων λίγο αργότερα. Το 1975 το Venera 9 ήταν το πρώτο διαστημόπλοιο που τέθηκε σε τροχιά και προσεδάφιστηκε στην Αφροδίτη και το πρώτο που έδωσε εικόνα της επιφάνειας ενός άλλου πλανήτη. Με τον Proton και το Venera, η Σοβιετική Ένωση πέτυχε τις μεγαλύτερες τις επιτυχίες στην εξερεύνηση πλανητών. Ο Proton εκτόξευσε μια σειρά από διαστημικούς σταθμούς για πλήρωμα, ξεκινώντας με τον Salyut 1 το 1971, συνεχίζοντας έως το 1982 με τον Salyut 7, συμπεριλαμβανομένου του Mir κατά το 1980-90, με αποκορύφωμα την εκτόξευση δύο τμημάτων του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού κατά το 1998-2000. [47]

Περιγραφή Proton

Ο Proton-M, με εξελιγμένα ηλεκτρονικά και βελτιωμένους κινητήρες πρώτου σταδίου, άρχισε να αντικαθιστά το αρχικό μοντέλο Proton-K το 2001. Από τότε, ο Proton M έχει περάσει μέσα από μια σειρά σταδιακών βελτιώσεων απόδοσης που περιλαμβάνουν μείωση του βάρους, καλύτερη διαχείριση του προωθητικού, αύξηση ώσης του κινητήρα και προώθηση βαρύτερων φορτίων. Ένας πλήρως τροφοδοτούμενος Proton M με Briz M τεσσάρων στάδιων έχει 61 μέτρα ύψος και ζυγίζει περίπου 705 μετρικούς τόνους. Τα τρία βασικά στάδια του Proton έχουν ως καύσιμο την ασύμμετρη διμεθυλυδραζίνης (UDMH) και το τετροξείδιο του αζώτου (N₂O₄). Το πρώτο στάδιο αποτελείται από μια

κεντρική δεξαμενή οξειδωτικού, ύψους 20,2 μέτρα και διαμέτρου 4,1 μέτρα και περιβάλλεται από έξι δεξαμενές καυσίμων διαμέτρου 1,7 μέτρα. Η ρύθμιση αυτή υπαγορεύεται από τα όρια που ισχύουν για τους σιδηροδρόμους που μεταφέρουν το υλικό από τη Μόσχα στο Μπαϊκονούρ. Οι δεξαμενές καυσίμων αποστέλλονται χωριστά από τη δεξαμενή οξειδωτικού για τη συναρμολόγηση στο Μπαϊκονούρ. Κάθε δεξαμενή καυσίμου εξωλέμβια φέρει κινητήρα RD-253 (Proton K) ή RD-275/276 (Proton M). Οι έξι κινητήρες παρέχουν συνολικά περισσότερους από 1000 τόνους ώσης για περίπου 120 δευτερόλεπτα.[47]

Το δεύτερο στάδιο του Proton, με διάμετρο 4,1 μέτρα, τροφοδοτείται από τέσσερις αρθρωτούς RD-210 κινητήρες, που δίνουν συνολικά 237 τόνους ώσης για περίπου 215 δευτερόλεπτα. Το τρίτο στάδιο διαμέτρου 4.1 μέτρα τροφοδοτείται από ένα ενιαίο RD-210 κινητήρα, που δίνει 59 τόνους ώσης για περίπου 232 δευτερόλεπτα και έναν κινητήρα βέρνιερ που παράγει 11,7 τόνους ώσης εν κενώ για περίπου 247 δευτερόλεπτα. Το σύστημα ελέγχου πτήσης του Proton, που τοποθετείται στο τρίτο στάδιο, ελέγχει το όχημα κατά τη διάρκεια της έναυσης των τριών πρώτων σταδίων.[47]



Εικόνα 2.44 Η συναρμολόγηση των μηχανών πρώτου και δεύτερου σταδίου στο Baikonur[47]

Τυπικά, το δεύτερο στάδιο ξεκινά μια ανάφλεξη 122 δευτερολέπτων μετά από την εκτόξευση, ενώ εξακολουθεί να υπάρχει σύνδεση με το πρώτο στάδιο. Μετά από 215 δευτερόλεπτα καύσης, γίνεται έναυση των κινητήρων βέρνιερ του τρίτου σταδίου, σταματούν οι κινητήρες του δεύτερου σταδίου, έξι ρουκέτες ενεργοποιούνται για να διαχωρίσουν το δεύτερο και το τρίτο στάδιο, και ο κινητήρας της τρίτης φάσης

ενεργοποιείται. Το κάλυμα του ωφέλιμου φορτίου αποχωρίζεται λίγα δευτερόλεπτα αργότερα.[47]

Στις περισσότερες αποστολές Proton K/DM , η τρίτη φάση εισάγει το τελικό στάδιο και το ωφέλιμο φορτίο απευθείας σε τροχιά στάθμευσης. Στις Proton-M / Briz-M πτήσεις, το τρίτο στάδιο δεν φτάνει σε τροχιακή ταχύτητα. Αντ 'αυτού, η έναυση του Briz-M πραγματοποιεί μια σύντομη τροχιά στάθμευσης. Ο Proton συνήθως έχει και ένα τέταρτο στάδιο για να θέσει σε τροχιά γεωσύγχρονους δορυφόρους. Ενίοτε, ένας Proton τριών σταδίων θα άρει ένα βαρύ φορτίο στην χαμηλή γήινη τροχιά. Ο Proton συνήθως χρησιμοποιεί το τέταρτο στάδιο Krunichev Briz-M το οποίο άρχισε να αντικαθιστά το τέταρτο στάδιο RSC Energia Blok DM το 1999.[47]

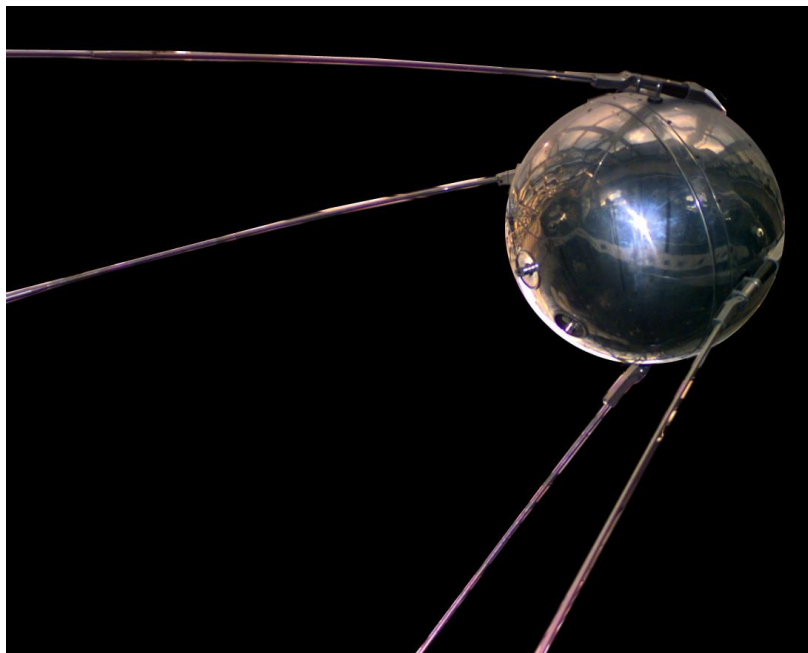
Τύποι Proton	Φορτίο σε LEO	Φορτίο σε GTO	Φορτίο σε GEO	Configuration	Ύψος	Μάζα ανύψωσης
Proton K	19.76 t			3 Στάδια Proton-K	61 m	683 t
Proton K/DM-2M		4.9 t	2.1 t	3 Στάδια Proton-K + Blok DM-2M	61 m	700 t
Proton M	21.60 t			3 Στάδια Proton-M	56.2 m	683 t
Proton M/Briz-M		5.65 t	3.0 t	3 Στάδια Proton-M + Briz-M	56.2 m	700 t
Proton M/Briz-M Ενισχυμένος	23.00 t	6.15 t (Ph 3) 6.35 t (Ph 4)	3.25 t (Ph 3) 3.35 t (Ph 4)	3 Στάδια Ενισχυμένου Proton-M + Ενισχυμένου Briz-M	56.2 m	705 t

Πίνακας 2.11 Παραλλαγές του οχήματος Proton[47]

2.5.3 Sputnik

Η ιστορία άλλαξε στις 4 Οκτωβρίου του 1957, όταν η Σοβιετική Ένωση εκτόξευσε επιτυχώς τον Sputnik I. Ο πρώτος τεχνητός δορυφόρος είχε μέγεθος μιας μπάλας διαμέτρου 58 cm, βάρος 83.6 kg και χρειάστηκε 98 λεπτά για να μπει σε ελλειπτική τροχιά γύρω από τη Γη. Αυτή η εκτόξευση εγκαινίασε νέα πολιτικά, στρατιωτικά, τεχνολογικά και επιστημονικά επιτεύγματα. Η εκτόξευση του Sputnik σηματοδότησε την έναρξη του διαστημικού αγώνα μεταξύ Σοβιετικής Ένωσης και Ηνωμένων Πολιτειών. [48]

Ως τεχνικό επίτευγμα, ο Sputnik τράβηξε την προσοχή του κόσμου και την αμερικανική κοινή γνώμη. Υπήρχε ο φόβος ότι η ικανότητα των Σοβιετικών για την εκτόξευση δορυφόρων θα συνεπαγόταν την ικανότητα να εκτοξεύσουν βαλλιστικούς πυραύλους που θα μπορούσαν να φέρουν πυρηνικά όπλα από την Ευρώπη στις ΗΠΑ. Στις 3 Νοεμβρίου 1957 οι Σοβιετικοί εκτόξευσαν τον Sputnik II, που μετέφερε ένα πολύ βαρύτερο φορτίο, συμπεριλαμβανομένου ενός σκύλου που ονομαζόταν Laika. Αμέσως μετά την εκτόξευση του Sputnik I τον Οκτώβριο, το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ ενέκρινε τη χρηματοδότηση για έναν άλλο δορυφόρο των ΗΠΑ. Η εκτόξευση του Sputnik οδήγησε επίσης άμεσα στη δημιουργία της Εθνικής Υπηρεσίας Αεροναυτικής και Διαστήματος (NASA). [48]



Εικόνα 2.45 Ο δορυφόρος Sputnik I [33]

Sputnik I : Ο δορυφόρος ουσιαστικά ήταν ένα μεταλλικό σώμα στρογγυλού (σφαιρικού) σχήματος διαμέτρου 58 εκατοστών, και κατασκευασμένο από αλουμίνιο, βάρους περίπου 83 κιλών. Σκοπός του ήταν η μελέτη του περιβάλλοντος έξω από την ατμόσφαιρα. Κατέγραψε τη θερμοκρασία στο εσωτερικό και την επιφάνεια της σφαίρας καθώς και την πυκνότητα της ανώτερης ατμόσφαιρας και της διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην ιονόσφαιρα. Οι δυο τελευταίες μετρήσεις έγιναν με τη μελέτη των σημάτων που έστελνε ο δορυφόρος στη Γη, των περιφνημων «μπιπ» του, που εξέπεμπε κάθε 0,3 δευτερόλεπτα. Ακόμα, η σφαίρα ήταν γεμάτη με άζωτο υπό πίεση, για να διαπιστωθεί κατά πόσον θα υπήρχαν συγκρούσεις με μετεωρίτες και απώλεια αερίου, κάτι που όμως δεν παρατηρήθηκε. [33]

Περιφερειακά, επάνω στη μεταλλική σφαίρα, υπήρχαν τέσσερις κεραίες επικοινωνίας,

μήκους 2,4-2,9 μέτρων. Είχε δύο πομπούς ισχύος 1 Watt στα βραχέα κύματα και συγκεκριμένα στις συχνότητες 20.005 και 40.002 MHz. Η εκπομπή συνίστατο από παλμούς, το εύρος των οποίων καθοριζότο από τη θερμοκρασία και την πίεση. Οι πομποί του λειτούργησαν για τρεις βδομάδες, μέχρι δηλαδή οι μπαταρίες του να εξασθενήσουν. Συνέχισε όμως την τροχιά του γύρω από τη Γη για 92 μέρες, μέχρι τις 3 Ιανουαρίου 1958, οπότε κάηκε κατά την επανείσοδό του στην ατμόσφαιρα. Είχε κάνει 1.400 τροχιές γύρω από τη Γη, καλύπτοντας μια συνολική απόσταση 70 εκατομμυρίων χιλιομέτρων. Το μέσο ύψος της τροχιάς ήταν 250 χιλιόμετρα, με απόγειο στα 947 χιλιόμετρα στην αρχή της αποστολής και με έγκλιση 65,0° ως προς τον Ισημερινό. Στη διάρκεια της τριμηνιαίας πτήσης του έχανε συνέχεια ύψος επειδή η τριβή με την ιονόσφαιρα ήταν ισχυρή, ισχυρότερη από τις προβλέψεις και τον επιβράδυνε ασταμάτητα. Έτσι την 96η ημέρα και σε ύψος 100 χιλιομέτρων μπήκε στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και κάηκε.[33]

Sputnik II : Οι διαστάσεις του ήταν 4 μέτρα (13 πόδια) ύψος μέχρι την κωνική του κορυφή, ενώ η διάμετρος στη βάση του ήταν 2 μέτρα (6,5 πόδια). Περιείχε διάφορα διαμερίσματα για τις ραδιοσυσκευές αποστολής σημάτων, ένα σύστημα τηλεμετρίας, μια μονάδα προγραμματισμού, μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, ένα σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας για την καμπίνα, και επιστημονικά όργανα. Η διαβίβαση μηχανογραφικών στοιχείων δεδομένων γίνονταν με βάση το σύστημα τηλεμετρίας Tral D, το οποίο θα διαβίβαζε τα στοιχεία στη γη για 15 λεπτά σε κάθε περιφορά. Είχε δύο φωτόμετρα για τη μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας (υπεριώδεις ακτίνες και ακτίνες X) και κοσμικής ακτινοβολίας. [33]

Ο Sputnik II εκτοξεύτηκε με τον πύραυλο R-7 χωρίς μετατροπές, παρόμοιον με αυτόν που χρησιμοποιήθηκε και για το Sputnik I. Αφού έφθασε στην τροχιά του, η κωνική μύτη αποχωρίστηκε επιτυχώς, αλλά το τμήμα Blok A δυσλειτουργήσε και δεν αποχωρίστηκε, πράγμα που εμπόδιζε το θερμικό σύστημα ελέγχου να λειτουργήσει κανονικά. Επιπλέον, δημιουργήθηκαν ελαφρές ζημιές στη θερμική μόνωση με αποτέλεσμα η θερμοκρασία στο εσωτερικό του σκάφους να φτάνει τους 40 °C (104 °F). Έτσι η Laika πέθανε από υπερθέρμανση λίγες ώρες μετά την εκτόξευση, γιατί τα σκυλιά, μην διαθέτοντας ιδρωτοποιούς αδένες στο δέρμα τους είναι πάρα πολύ ευαίσθητα στην άνοδο της θερμοκρασίας. Ο Sputnik II επανήλθε στη γήινη ατμόσφαιρα στις 14 Απριλίου 1958, μετά από 162 ημέρες σε δορυφορική τροχιά της γης και κάηκε. Το όχημα δεν ήταν σχεδιασμένο για επανείσοδο, κι έτσι από τη στιγμή της εκτόξευσης η Laika ήταν καταδικασμένη να χαθεί μαζί με το δορυφόρο. Υπήρχε μια συσκευή για να υποστεί ευθανασία δέκα μέρες μετά την εκτόξευση, κάτι που τελικά δεν χρειάστηκε καθώς ο σκύλος δεν άντεξε στις θερμοκρασίες της καμπίνας.[33]

Sputnik III : Ο Sputnik III ήταν ένα αυτόματο διαστημικό σκάφος διεξαγωγής επιστημονικών πειραμάτων. Το σκάφος εξωτερικά είχε γεωμετρική μορφή κώνου ύψους 3,57 μέτρων και στη βάση του είχε διάμετρο 1,73 μέτρων. Το βάρος του ήταν 1.327 κιλά. Ο επιστημονικός εξοπλισμός συμπεριελάμβανε δώδεκα όργανα για την καταμέτρηση της πίεσης και την ανάλυση της σύνθεσης της ανώτερης ατμόσφαιρας, την ανίχνευση και καταμέτρηση ιόντων, φωτονίων στις κοσμικές ακτίνες, βαρέων πυρήνων στις κοσμικές ακτίνες, μαγνητικών και ηλεκτροστατικών πεδίων, και των μετεωρικών σωματιδίων. Περνώντας μέσα από την Ζώνη Βαν Άλλεν οι καταμετρητές ανίχνευσαν την ακτινοβολία, αλλά λόγω βλάβης της μονάδας καταγραφής τα δεδομένα χάθηκαν και έτσι δεν μπόρεσαν να χαρτογραφηθούν. Το διαστημικό σκάφος παρέμεινε στην τροχιά του μέχρι τις 6 Απριλίου 1960, όταν υπό την έλξη της βαρύτητας τελικά έχασε ύψος και διείσδυσε στην ατμόσφαιρα.[33]

2.5.4 Vostok

Το πρόγραμμα Vostok ήταν ένα Σοβιετικό πρότζεκτ για επανδρωμένες διαστημικές πτήσεις ώστε να θέσει τους πρώτους σοβιετικούς πολίτες σε χαμηλή γήινη τροχιά και να τους επιστρέψει με ασφάλεια στη Γη. Κατάφερε να τοποθετήσει τον πρώτο άνθρωπο στο διάστημα, τον Γιούρι Γκαγκάριν, με το Vostok 1 στις 12 Απριλίου, 1961. Η κάψουλα του Vostok αναπτύχθηκε από το πρότζεκτ για τον δορυφόρο Zenit, προσαρμόζοντας τον πύραυλο εκτόξευσης του Vostok από τον υπάρχοντα πύραυλο R-7.[51]



Εικόνα 2.46 Το πρόγραμμα Vostok 1 [51]

Το πρόγραμμα πραγματοποίησε έξι επανδρωμένες διαστημικές πτήσεις μεταξύ 1961 και 1963. Η μακρύτερη πτήση διήρκεσε σχεδόν πέντε ημέρες και οι τελευταίες τέσσερις εκτοξεύτηκαν σε ζεύγη, με μια μέρα διαφορά. Το πρόγραμμα Vostok συνεχίστηκε με δύο πτήσεις του προγράμματος Voskhod το 1964 και το 1965, τα οποία χρησιμοποίησαν τροποποιήσεις της κάψουλας Vostok για δύο και τρία άτομα με μεγαλύτερο πύραυλο εκτόξευσης. [51]

2.5.5 Buran

Στις αρχές της δεκαετίας του 1970, το Διαστημικό Λεωφορείο των ΗΠΑ, αποτελούσε πρωταρχικό έργο των επανδρωμένων διαστημικών προγραμμάτων της. Σύμφωνα με τις προβλέψεις της NASA, το διαστημικό λεωφορείο θα αντικαθιστούσε το σύνολο του στόλου των υφιστάμενων πυραύλων και θα μείωνε το κόστος εκτόξευσης των δορυφόρων. Ωστόσο, στην ΕΣΣΔ, το Διαστημικό Λεωφορείο φαινόταν ως φορέας πυρηνικών όπλων. Το 1976, παρά τον εμφανή σκεπτικισμό στη διαστημική βιομηχανία, η σοβιετική κυβέρνηση αποφάσισε να ανταποκριθεί με ένα παρόμοιο διαστημόπλοιο.[49]

Η ΝΡΟ Energia στο Καλίνινγκραντ, στην περιοχή της Μόσχας, ανέλαβε τη συνολική ευθύνη για την ανάπτυξη του συστήματος που ονομάστηκε Energia-Buran. Σε αντίθεση με τη NASA, ο Βαλεντίν Glushko, ο επικεφαλής της ΝΡΟ Energia, πρότεινε μια διάταξη όπου ένας εκτοξευτής βαρέως φορτίου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με ή χωρίς φτερωτό τροχιακό όχημα. Από την αρχή, η αβεβαιότητα περιέβαλλε το ζήτημα των πιθανών ρόλων του Buran. Πιθανά καθήκοντα συγκεντρώνονταν γύρω από υποθετικούς στρατιωτικούς ρόλους και υποστήριξη για το επανδρωμένο πρόγραμμα του διαστημικού σταθμού. Ένας από τους στόχους ήταν η παράδοση και συναρμολόγηση του διαστημικού σταθμού Mir - 2.[49]

Μετά από μια πτήση το 1988, το πρόγραμμα δεν είχε πόρους, μιας και το Σοβιετικό Υπουργείο Άμυνας συνειδητοποίησε την έλλειψη σκοπού του συστήματος, σε σύγκριση με το τεράστιο κόστος του. Με την κατάρρευση της Σοβιετικής Ένωσης, το πρόγραμμα είχε ουσιαστικά κλείσει και, το 1993, ο επικεφαλής της ΝΡΟ Energia, Yuri Semenov παραδέχθηκε δημοσίως το τέλος του πρότζεκτ.[49]

Μέγιστο Βάρος	105 tons
Βάρος ωφέλιμου φορτίου	30 tons
Βάρος προσγείωσης	82 - 87 tons
Ωφέλιμο φορτίο που μπορεί να επιστραφεί	15 - 20 tons
Πλήρωμα	2 - 10 άτομα
Διάρκεια πτήσης	7 - 30 days
Εύρος κλίσης τροχιάς	50.7 - 110 μοίρες
Εύρος ύψους τροχιάς	250 - 1,000 km
Πρόωση τροχιακών ελιγμών (εν κενώ)	8.8 tons
G-φορτία	3 - 1.6
Ταχύτητα προσγείωσης(με βάρος προσγείωσης 82 tons)	312 - 360 km/hour
Μέγιστος πλευρικός ελιγμός κατά την επανείσοδο	1,700 km
Μήκος	36.37 meters
Μήκος σώματος	30.85 meters
Πλάτος σώματος	5.5 meters
Ύψος	16.35 meters
Άνοιγμα φτερών	23.92 meters

Πίνακας 2.12 Τεχνικά χαρακτηριστικά του Buran [49]

2.5.6 Mir

Ο διαστημικός σταθμός Mir έγινε θρύλος στην εποχή του, αντανακλώντας τα παλιότερα διαστημικά επιτεύγματα της Ρωσίας και το μέλλον της ως πρωτοπόρος στο διάστημα. Ο Ρώσικος διαστημικός σταθμός Mir βρισκόταν 15 χρόνια σε τροχιά, δηλαδή τρεις φορές την προγραμματισμένη διάρκεια ζωής του. Φιλοξένησε δεκάδες μέλη πληρώματος και διεθνείς επισκέπτες με θαρραλέα κατορθώματα, στιγμές πανικού και μήνες ζοφερής αποφασιστικότητας. Υπέστη επικίνδυνες πυρκαγιές, μια σχεδόν καταστροφική σύγκρουση, και σκοτεινές περιόδους με πτώση εκτός ελέγχου.[50]

Ο Mir ήταν η πρώτη μεγάλης κλίμακας τεχνική συνεργασία μεταξύ Ρωσίας και ΗΠΑ μετά από μισό αιώνα αμοιβαίου ανταγωνισμού. Οι κοσμοναύτες και αστροναύτες που είχαν την τύχη να ταξιδέψουν στον Mir ήταν πάντα εντυπωσιασμένοι από την εμφάνισή του. Προσθέτοντας ενότιες με την πάροδο των ετών και στη συνέχεια με αναδιάταξή τους, οι Ρώσοι είχαν κατασκευάσει την πιο παράξενη, και μεγαλύτερη δομή που έχουμε δει ποτέ στο διάστημα. Ταξιδεύοντας με μέση ταχύτητα 17885 μίλια/ώρα, ο διαστημικός σταθμός ήταν σε τροχιά περίπου 250 μίλια πάνω από τη Γη.[50]

Όμως ο ανθεκτικός Mir χτίστηκε σε βάση που ναυαγούσε. Χωρίς επαναλαμβανόμενες ώσεις, όλα τα πράγματα σε χαμηλή γήινη τροχιά τελικά κατεβαίνουν. Με το νέο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό που απαιτούσε μεγάλο μέρος της προσοχής και της χρηματοδότησης του ρώσικου διαστημικού προγράμματος, ο διαστημικός σταθμός MIR ήταν καταδικασμένος να βγει εκτός τροχιάς. Έγινε μια ισχυρή προσπάθεια στη Ρωσία για να κρατηθεί ψηλά ο Mir, ωστόσο στις 30 Δεκεμβρίου του 2000, ο Ρώσος πρωθυπουργός Μιχαήλ Κασιάνοφ υπέγραψε ένα ψήφισμα ζητώντας ο Mir να βυθιστεί στον ωκεανό, στις αρχές του 2001.[50]

Mir Base Block: Το Mir Base Block (πυρήνας) εξελίχθηκε από το πρότερο Σοβιετικό Salyut και ήταν η καρδιά του διαστημικού σταθμού. Εκτοξεύτηκε τον Φεβρουάριο του 1986, ο 13,1 μέτρων μήκους, 20,4 μετρικών τόνων πυρήνας που περιείχε τον κύριο εξοπλισμό, τον χώρο εργασίας, την υποστήριξη της ζωής και της ενέργειας, καθώς και τον κεντρικό υπολογιστή, τις επικοινωνίες, και τον έλεγχο σε 90 κυβικά μέτρα κατοικήσιμο όγκο. Το περιβάλλον του Mir διατηρούταν σε θερμοκρασίες από 64 ° F έως 82 ° F και υγρασία του 20 έως 70 τοις εκατό. Ο πυρήνας είχε τέσσερα κύρια διαμερίσματα.[50]

Το διαμέρισμα εργασίας ήταν στην πραγματικότητα δύο κύλινδροι που συνδέονταν με ένα κωνικό τμήμα. Στις λειτουργίες περιλαμβάνονταν η παρακολούθηση, ο έλεγχος καθώς και οι επιστημονικές δραστηριότητες. Η κατοικούμενη περιοχή παρείχε τα απαραίτητα για αποστολές μακράς διάρκειας. Επίσης υπήρχαν δύο οθόνες για την επικοινωνία με το έδαφος και τέσσερις οθόνες παρακολούθησης των υπολοίπων λειτουργικών μονάδων του Mir.[50]

Το διαμέρισμα μεταφοράς ήταν μια σφαιρική κατασκευή στο μπροστινό άκρο του Mir, παρέχοντας σημείο σύνδεσης για άλλο διαστημόπλοιο, συν τέσσερις ακτινικά διατεταγμένες θυρίδες ελλιμενισμού, σε μια διάταξη 90 μοιρών, για την πρόσβαση στα επιπλέον τμήματα του σταθμού. Το διαμέρισμα μεταφοράς δεν είχε δείκτες προσανατολισμού και ήταν μια περιοχή του Mir όπου οι αστροναύτες είχαν αναφέρει αίσθηση αποπροσανατολισμού.[50]

Το μη πεπεσμένο διαμέρισμα συνένωσης, στην άλλη άκρη του μπλοκ βάσης, περιείχε την κύρια μηχανή και τις δεξαμενές καύσιμου του σταθμού. Υποστήριζε κεραίες, φώτα και οπτικούς αισθητήρες. Το υπό πίεση ενδιάμεσο διαμέρισμα, συνέδεε μέσω του διαμερίσματος συνένωσης, το διαμέρισμα εργασίας με την οπίσθια θύρα σύνδεσης, όπου η μονάδα Kvant-1 ήταν μόνιμα αγκυροβολημένη.[50]

Kvant I : Όταν το Kvant-1 συνδέθηκε στην οπίσθια θύρα του Mir, τον Απρίλιο του 1987 αυξήθηκε ο ωφέλιμος όγκος του Mir και επεκτάθηκαν οι επιστημονικές ικανότητές του. Το Kvant-1, υποστήριζε την έρευνα της φυσικής των γαλαξιών, τα κβάζαρ και τα αστέρια νετρονίων με τη μέτρηση των ηλεκτρομαγνητικών εκπομπών. Η μονάδα υποστήριζε επίσης

πειράματα βιοτεχνολογίας και είχε κάποιες λειτουργίες ελέγχου του σταθμού και συστήματα υποστήριξης της ζωής. Το 11-μετρικών τόνων Kvant-1 είχε μήκος 4,4m με 6,3m και όγκο 40 κυβικά μέτρα υπό πίεση. Η οπίσθια θύρα σύνδεσης του ήταν διαθέσιμη για τα οχήματα Σογιούζ και Progress.[50]

Kvant II : Το Kvant-2 ήταν μια επιστημονική μονάδα για βιολογική έρευνα και παρατηρήσεις της Γης με δυνατότητες για δραστηριότητα εκτός οχήματος. Το Kvant-2 ενίσχυε τον Mir με πόσιμο νερό και οξυγόνο των διατάξεων, συστήματα ελέγχου κίνησης και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και εγκαταστάσεις καθαρισμού. Το 19,6-μετρικών τόνων Kvant-2 είχε μήκος 4,4m με 13,7m με όγκο 61,3 κυβικά μέτρα και 27,4m ηλιακών συστοιχιών. Ήταν η πρώτη μονάδα εξοπλισμένη με το βραχίονα χειρισμού Lyappa, που χρησιμοποιούταν για τη μετακίνηση των ενοτήτων αφότου συνδέονταν με το Mir. Το Kvant-2 συνδέθηκε με το Mir τον Νοέμβριο του 1989.[50]

Kristall : Η ενότητα αυτή υποστήριζε βιολογικές τεχνολογίες και τεχνολογίες παραγωγής υλικών σε περιβάλλον μικροβαρύτητας. Αυτές περιλάμβαναν ημιαγωγούς, κυτταρικές ουσίες και φάρμακα. Το Kristall υποστήριζε επίσης αστροφυσικά και τεχνικά πειράματα. Είχε μια ακτινική θύρα σύνδεσης, σχεδιασμένη για την προσάρτηση του ρωσικού διαστημικού οχήματος Buran. Προστέθηκε στον Mir τον Ιούνιο του 1990, έχοντας όγκο 60,8 κυβικά μέτρα, μήκος 4.4m με 13m και 36 μέτρα ηλιακές συστοιχίες.[50]

Spektr : Η ενότητα αυτή επέτρεψε καλύτερη διερεύνηση και παρακολούθηση των φυσικών πόρων και της ατμόσφαιρας της Γης. Το Spektr υποστήριξε επίσης την έρευνα στη βιοτεχνολογία, τις επιστήμες της ζωής, την επιστήμη των υλικών, και τις διαστημικές τεχνολογίες. Οι Αμερικανοί αστροναύτες χρησιμοποιούσαν μερικές φορές το Spektr ως χώρο διαβίωσής τους. Εκτοξεύτηκε τον Μάιο του 1995 μεταφέροντας περισσότερα από 1.600 κιλά εξοπλισμού των ΗΠΑ, κυρίως για τη βιοϊατρική έρευνα. Το 19.3 μετρικών τόνων Spektr είχε μήκος 14,4m με 4,4m, με υπό πίεση όγκο 62 κυβικών μέτρων και τέσσερις ηλιακές συστοιχίες. Στις 25 Ιουνίου 1997, το μη επανδρωμένο σκάφος ανεφοδιασμού Progress συγκρούστηκε με το Spektr, προκαλώντας ζημιά στις ηλιακές συστοιχίες και αποσυμπίεση στην καμπίνα. Το πλήρωμα του Mir έκλεισε τη σύνδεση με το Spektr, εμποδίζοντας την περαιτέρω απώλεια της πίεσης μέσα στον Mir.[50]

Progress : Το μη επανδρωμένο, αυτοματοποιημένο όχημα Progress προήλθε από το όχημα μεταφοράς του πληρώματος Soyuz. Είχε σχεδιαστεί για ανεφοδιασμό του Salyut και του Mir. Το Progress τυπικά πλησίαζε και συνδεόταν αυτόματα στον οπίσθιο σταθμό σύνδεσης του Mir, χρησιμοποιώντας το σύστημα Kurs. Χρησιμοποιείται επίσης για τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό. Όπως και το Soyuz, το Progress είχε περίπου 7 μέτρα μήκος και 2,7 μέτρα πλάτος. Είχε 6,6 κυβικά μέτρα όγκου και μετέφερε περίπου 2.400 κιλά φορτίου. Το διαμέρισμα ανεφοδιασμού του Progress αντικαταστάθηκε με ένα μη πεπεισμένο διαμέρισμα φορτίου ώστε να καταστεί δυνατή η μεταφορά των υλικών που θα

χρησιμοποιούνταν στο εξωτερικό του Mir. Σχεδιάστηκε επίσης για τη μεταφορά μικρών δορυφόρων, οι οποίοι θα μπορούσαν να απελευθερωθούν από τα πληρώματα του Mir. Αφού φορτωθεί με περιττά αντικείμενα, το Progress αποσυνδέεται και βγαίνει εκτός τροχιάς, φλεγόμενο κατά την επανείσοδο πάνω από τον Ειρηνικό Ωκεανό. [50]

2.6 Κίνα και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα

Το διαστημικό πρόγραμμα της Κίνας, συντονίζεται από την Εθνική Υπηρεσία Διαστήματος της Κίνας (CNSA). Στα τέλη της δεκαετίας του 1950, όταν η Κίνα ξεκίνησε ένα πρόγραμμα βαλλιστικών πυραύλων σε απάντηση στις αμερικάνικες (και, αργότερα, Σοβιετικές) απειλές. Ωστόσο, το πρώτο κινέζικο επανδρωμένο διαστημικό πρόγραμμα ξεκίνησε αρκετές δεκαετίες αργότερα, όταν ένα πρόγραμμα ταχείας τεχνολογικής ανάπτυξης κατέληξε στην επιτυχή πτήση Yang Liwei το 2003 με το Shenzhou 5. Το επίτευγμα αυτό έκανε την Κίνα την τρίτη χώρα που έστειλε τους ανθρώπους ανεξάρτητα στο διάστημα. Τα σχέδια περιλαμβάνουν ένα μόνιμο κινεζικό διαστημικό σταθμό το 2020 και επανδρωμένες αποστολές στη Σελήνη και τον Άρη.[33]



Εικόνα 2.47 Λογότυπο της Εθνικής Υπηρεσίας Διαστήματος της Κίνας [52]

Η Εθνική Υπηρεσία Διαστήματος της Κίνας (CNSA) ιδρύθηκε ως θεσμικό όργανο της κυβέρνησης για την ανάπτυξη και την εκπλήρωση των διεθνών υποχρεώσεων της Κίνας, με την έγκριση από το Όγδοο Εθνικό Λαϊκό Κογκρέσο της Κίνας (NPC). Το ένατο NPC έθεσε την CNSA ως μια εσωτερική δομή της Επιτροπής της Επιστήμης, της Τεχνολογίας και της Βιομηχανίας για την Εθνική Άμυνα. Η Εθνική Υπηρεσία Διαστήματος της Κίνας αναλαμβάνει τις ακόλουθες αρμοδιότητες: υπογραφή διακυβερνητικών συμφωνιών στον τομέα του διαστήματος εκ μέρους των οργανισμών, διακυβερνητικές επιστημονικές και

τεχνικές ανταλλαγές και είναι επίσης υπεύθυνη για την επιβολή των εθνικών πολιτικών και τη διαχείριση της εθνικής διαστημικής επιστήμης, της τεχνολογίας και της βιομηχανίας.[53]

2.6.1 Shenzhou

Το Shenzhou είναι ένα διαστημικό σκάφος που αναπτύχθηκε και λειτουργεί από τη Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας για την υποστήριξη του προγράμματος επανδρωμένων διαστημικών πτήσεων της. Ο σχεδιασμός του μοιάζει με το ρωσικό διαστημόπλοιο Soyuz, αλλά είναι μεγαλύτερο σε μέγεθος και ολοκαίνουριο στην κατασκευή. Η πρώτη εκτόξευση έγινε στις 19 Νοεμβρίου του 1999 και η πρώτη επανδρωμένη εκτόξευση στις 15 Οκτωβρίου του 2003. Οι πρώτες προσπάθειες της Κίνας για επανδρωμένες διαστημικές αποστολές ξεκίνησαν το 1968 με προβλεπόμενη ημερομηνία εκτόξευσης το 1973. Παρά το γεγονός ότι η Κίνα εκτόξευσε ένα μη επανδρωμένο δορυφόρο το 1970 και έχει διατηρήσει ένα ενεργό μη επανδρωμένο πρόγραμμα, η προσπάθεια αυτή ματαιώθηκε λόγω έλλειψης πόρων και πολιτικού ενδιαφέροντος. [33]

Shenzhou 1 : Το Shenzhou 1 που εκτοξεύτηκε στις 19 Νοεμβρίου του 1999, ήταν η πρώτη μη επανδρωμένη εκτόξευση του διαστημικού σκάφους Shenzhou. Το διαστημικό σκάφος που χρησιμοποιήθηκε δεν ήταν εξοπλισμένο με σύστημα υποστήριξης της ζωής ή σύστημα διαφυγής έκτακτης ανάγκης. Μετά από 14 περιστροφές γύρω από τη Γη, η εντολή επιστροφής δόθηκε από το πλοίο παρακολούθησης Yuanwang 3 στα ανοικτά των ακτών της Ναμίμπια. Μετά από μια επιτυχημένη επανεισόδο προσγειώθηκε περίπου 415 χιλιόμετρα ανατολικά της εξέδρας εκτόξευσης και 110 χιλιόμετρα βόρειοδυτικά της Wuhai, στη Μογγολία.[33]

Το πρώτο διαστημικό σκάφος Shenzhou ήταν διαφορετικό από εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν αργότερα. Αντί να έχει αναδιπλούμενους ηλιακούς συλλέκτες, το Shenzhou 1 εξοπλίστηκε με σταθερά ηλιακά κύτταρα. Κατά τη διάρκεια αυτής της πρώτης πτήσης δεν υπήρχαν αλλαγές τροχιάς. Σύμφωνα με τον Qi Fagen που ήταν ο επικεφαλής σχεδιαστής του διαστημικού οχήματος, μόνο 8 από τα 13 υπο-συστήματα επί του σκάφους, το διαστημικό σκάφος ήταν λειτουργικά. Shenzhou 1 έχει σχεδιαστεί κυρίως για να δοκιμάσει τον πύραυλο Long March 2F. Τα μόνα συστήματα και δυνατότητες που δοκιμάστηκαν στο διαστημικό σκάφος ήταν ο διαχωρισμός των μονάδων, ο έλεγχος της στάσης, η ασπίδα θερμότητας και η ανάκτηση του εδάφους.[33]

Shenzhou 2 : Το Shenzhou 2 εκτοξεύτηκε στις 9 Ιανουαρίου του 2001 και ήταν η δεύτερη μη επανδρωμένη εκτόξευση του διαστημικού σκάφους Shenzhou. Στο εσωτερικό της κάψουλας επανεισόδου ήταν ένας πίθηκος, ένας σκύλος και ένας λαγός σε μια δοκιμή των συστημάτων υποστήριξης της ζωής του διαστημοπλοίου. Η μονάδα επανεισόδου

διαχωρίζεται από το υπόλοιπο διαστημικό όχημα μετά από μόλις πάνω από επτά ημέρες σε τροχιά, με την τροχιακή μονάδα που παρέμεινε σε τροχιά για άλλες 220 ημέρες.[33]

Στην αποστολή αυτή δοκιμάστηκε το διαστημικό σκάφος πολύ πιο αυστηρά από την αποστολή του Shenzhou 1. Εκτός από τα ζώα, υπήρχαν 64 διαφορετικά επιστημονικά ωφέλιμα φορτία. Τα 15 βρίσκονταν στη μονάδα επανεισόδου, 12 στην τροχιακή μονάδα και 37 στην εμπρόσθια εξωτερική παλέτα. Σε αυτά, περιλαμβανόταν ένα πείραμα κρυσταλλογραφίας σε μικροβαρύτητα, είδη ζώων που συμπεριλαμβανομένων έξι ποντικών, και μικρούς υδρόβιους και χερσαίους οργανισμούς, ανιχνευτές κοσμικών ακτίνων, σωματιδίων και ακτίνων γάμμα. Για να ελεγχθούν τα ραδιοφωνικά συστήματα μετάδοσης, μαγνητοσκοπημένα μηνύματα μεταδόθηκαν από το διαστημικό σκάφος.[33]

Shenzhou 3 : Το Shenzhou 3 εκτοξεύτηκε στις 25 του Μαρτίου του 2002, ήταν η τρίτη μη επανδρωμένη εκτόξευση διαστημικού σκάφους Shenzhou. Αυτό ήταν το πρώτο διαστημόπλοιο Shenzhou που θα μπορούσε να είναι επανδρωμένο και ως εκ τούτου ο κύριος στόχος της αποστολής ήταν να δοκιμάσουν τα συστήματα που απαιτούνται για την υποστήριξη ενός ανθρώπου στο διάστημα. Στο διαστημόπλοιο αυτό μεταφερόταν ένα ανδρείκελο με προσομοίωση των φυσιολογικών σημάτων ενός ανθρώπου - αίσθημα παλμών, αναπνοή, κατανάλωση φαγητού, μεταβολισμό και απέκκριση. Η εκτόξευση είχε καθυστερήσει αρκετούς μήνες λόγω σχεδιαστικών αλλαγών. Είχε προγραμματιστεί ότι το Shenzhou 3 θα χρησιμοποιούσε ένα νέο εσωτερικό σχεδιασμό, αλλά προβλήματα στην υλοποίηση οδήγησαν στην επιστροφή στην προηγούμενη έκδοση. Ο πύραυλος και το διαστημόπλοιο τελικά εκτοξεύτηκαν στις αρχές Μαρτίου του 2002.[33]

Shenzhou 4 : Το Shenzhou 4 εκτοξεύτηκε στις 29 Δεκεμβρίου του 2002 και ήταν το τέταρτο μη επανδρωμένο κινέζικο διαστημικό σκάφος Shenzhou. Δύο ανδρείκελα είχαν χρησιμοποιηθεί ως αστροναύτες για να εξεταστούν τα συστήματα υποστήριξης της ζωής. Το διαστημικό σκάφος ήταν εξοπλισμένο για μια επανδρωμένη πτήση, διαθέτοντας έναν υπνόσακο, τρόφιμα, και φαρμακευτική αγωγή. Τα παράθυρα ήταν κατασκευασμένα από ένα νέο υλικό που σχεδιάστηκε για να μείνουν καθαρά, ακόμη και μετά την επανεισόδο, ώστε ο αστροναύτης να επιβεβαιώσει ότι τα αλεξίπτωτα έχουν ανοίξει σωστά. Πέταξε με τη δυνατότητα για χειροκίνητο έλεγχο και αναγκαστική προσγείωση, συστήματα που απαιτούνται για μια επανδρωμένη πτήση. Μια εβδομάδα πριν από την εκτόξευση, οι αστροναύτες εκπαιδεύτηκαν στο διαστημικό σκάφος να εξοικειωθούν με τα συστήματα του.[33]

Shenzhou 5 : Το Shenzhou 5, εκτοξεύτηκε στις 15 Οκτωβρίου 2003 και ήταν η πρώτη επανδρωμένη διαστημική αποστολή του κινεζικού διαστημικού προγράμματος. Το διαστημικό σκάφος Shenzhou εκτοξεύτηκε σε ένα όχημα εκτόξευσης Long March 2F. Η Κίνα έγινε η τρίτη χώρα στον κόσμο που με ανεξάρτητες ικανότητες επανδρωμένων διαστημικών πτήσεων μετά τη Σοβιετική Ένωση και τις Ηνωμένες Πολιτείες.[33]

Shenzhou 6 : Το Shenzhou 6, ήταν η δεύτερη επανδρωμένη διαστημική αποστολή του κινεζικού διαστημικού προγράμματος, που ξεκίνησε στις 12 Οκτωβρίου 2005 σε έναν πύραυλο Long March 2F από το διαστημικό κέντρο Jiuquan. Το διαστημικό σκάφος Shenzhou μετέφερε ένα πλήρωμα για πέντε ημέρες σε χαμηλή γήινη τροχιά. Το πλήρωμα ήταν σε θέση να διεξάγει επιστημονικά πειράματα και να μπει στην τροχιακή μονάδα για πρώτη φορά. Προσγειώθηκε στο Siziwang Banner στο εσωτερικό της Μογγολίας στις 16 Οκτώβρη 2005, στον ίδιο τόπο με τις προηγούμενες επανδρωμένες και μη πτήσεις του Shenzhou.[33]

Shenzhou 7 : Το Shenzhou 7, ήταν η τρίτη επανδρωμένη αποστολή του κινεζικού διαστημικού προγράμματος. Η αποστολή, η οποία περιελάμβανε την πρώτη κινεζική δραστηριότητα εκτός οχήματος διεξήχθη από τα μέλη του πληρώματος, σηματοδοτώντας την έναρξη της δεύτερης φάσης του κινεζικού κυβερνητικού Project 921. Το διαστημικό σκάφος Shenzhou μετέφερε τρία μέλη πληρώματος και εκτοξεύτηκε στις 25 Σεπτεμβρίου 2008, από έναν πύραυλο Long March 2F, από το διαστημικό κέντρο Jiuquan. Η αποστολή διήρκεσε τρεις ημέρες, μετά την οποία, το σκάφος προσγειώθηκε με ασφάλεια στο Siziwang Banner στο εσωτερικό της Μογγολίας, στις 28 Σεπτεμβρίου 2008.[33]

Shenzhou 8 : Το Shenzhou 8, ήταν μια μη επανδρωμένη πτήση του προγράμματος Shenzhou της Κίνας, που εκτοξεύτηκε στις 31 Οκτωβρίου 2011, από έναν τροποποιημένο πύραυλο Long March 2F (CZ-2F) από το διαστημικό κέντρο Jiuquan. Το διαστημικό σκάφος Shenzhou 8 αυτόματα συνδέθηκε με την υπομονάδα Tiangong 1 στις 3 Νοεμβρίου και στις 14 Νοεμβρίου του 2011. Την πρώτη μη επανδρωμένη σύνδεση της Κίνας, ακολούθησε το 2012, η επανδρωμένη αποστολή του Shenzhou 9, κατά την οποία πραγματοποιήθηκε σύνδεση με τη μονάδα Tiangong 1. Μόνο η Σοβιετική Ένωση (Ρωσία), η Ιαπωνία και η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος είχαν καταφέρει κάτι αντίστοιχο.[33]

Shenzhou 9 : Το Shenzhou 9, ήταν μια επανδρωμένη πτήση του διαστημόπλοιου Shenzhou του προγράμματος της Κίνας, που εκτοξεύτηκε στις 16 Ιουνίου 2012. Το Shenzhou 9, ήταν το δεύτερο διαστημόπλοιο και παράλληλα το πρώτο επανδρωμένο διαστημόπλοιο που συνδέθηκε με το διαστημικό σταθμό Tiangong 1, στις 18 Ιουνίου. Το διαστημικό σκάφος Shenzhou 9 προσγειώθηκε στις 29 Ιουνίου στην Αυτόνομη Περιοχή της Εσωτερικής Μογγολίας. Στο πλήρωμα της αποστολής, συμπεριλαμβανόταν η πρώτη γυναίκα αστροναύτης από την Κίνα, η Liu Yang. Η επόμενη προγραμματισμένη αποστολή ήταν το Shenzhou 10, που εκτοξεύτηκε στις 11 Ιουνίου 2013. [33]

Shenzhou 10 : Το Shenzhou 10, ήταν η πέμπτη επανδρωμένη διαστημική πτήση του προγράμματος Shenzhou της Κίνας, που εκτοξεύτηκε στις 11 Ιουνίου 2013. Το διαστημικό σκάφος Shenzhou συνδέθηκε με τη δοκιμαστική διαστημική εργαστηριακή μονάδα του Tiangong 1 στις 13 Ιουνίου, και οι αστροναύτες εκτέλεσαν φυσικά, τεχνολογικά και

επιστημονικά πειράματα, όταν βρίσκονταν στο σκάφος. Το Shenzhou 10 ήταν η τελευταία αποστολή στον Tiangong 1 σε αυτό το μέρος του προγράμματος Tiangong. Στις 26 Ιουνίου 2013, μετά από μια σειρά επιτυχημένων δοκιμών σύνδεσης, το Shenzhou 10 επέστρεψε στη Γη. [33]

2.6.2 Long March

Ως πύραυλος Long March ορίζεται κάθε πύραυλος σε μια οικογένεια αναλώσιμων συστημάτων εκτόξευσης που διαχειρίζεται η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας. Η ανάπτυξη και ο σχεδιασμός έγιναν υπό την αιγίδα της Τεχνολογίας Οχημάτων Εκτόξευσης της Ακαδημίας της Κίνας. Η Κίνα εκτόξευσε τον πρώτο δορυφόρο της, γνωστό ως Dong Fang Hong 1, σε τροχιά γύρω από τη Γη με έναν πύραυλο Long March στις 24 Απριλίου του 1970, όντας η πέμπτη χώρα που πέτυχε ανεξάρτητη δυνατότητα εκτόξευσης. Οι πρώτες εκτοξεύσεις επικεντρώνονταν στην εκτόξευση κινέζικων δορυφόρων. Από το 1990, ο πύραυλος Long March εισήλθε στην διεθνή αγορά με πολλές αντιξοότητες κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990.[33]

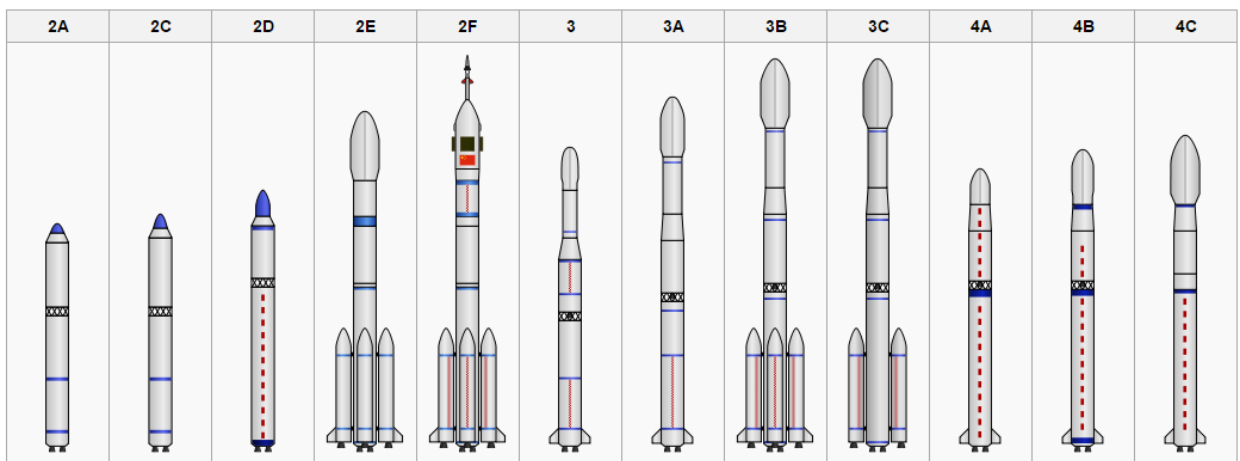
Για δεκατρία χρόνια, από τον Αύγουστο του 1996 έως τον Αύγουστο του 2009, πραγματοποιήθηκαν 75 συνεχόμενες επιτυχημένες εκτοξεύσεις. Την 1η Ιουνίου του 2007, οι πύραυλοι Long March ολοκλήρωσαν την 100η εκτόξευση. Στις 24 Οκτωβρίου του 2007, ο Long March 3A εκτοξεύσε με επιτυχία το σεληνιακό διαστημικό σκάφος "Chang'e 1" σε τροχιά από το κέντρο εκτοξεύσεων Xichang. Στις 25 Σεπτεμβρίου του 2008, ένας Long March 2F εκτόξευσε το Shenzhou 7, την πρώτη επανδρωμένη αποστολή της Κίνας με τρία άτομα και την πρώτη αποστολή εξοχηματικής δραστηριότητας. Στις 11 του Ιουνίου, 2013 ένας Long March 2F, εκτόξευσε από το διαστημικό κέντρο Jiuquan, την αποστολή Shenzhou 10. Από το 2015, έγιναν τουλάχιστον 200 αποστολές του Long March. [33]

Μοντέλο	Κατάσταση	Στάδια	Μήκος (m)	Μέγιστη Διάμετρος (m)	Μάζα Ανύψωσης (t)	Ώση Ανύψωσης (kN)	Ωφέλιμο Φορτίο (LEO, kg)	Ωφέλιμο Φορτίο (GTO, kg)
LongMarch 1	Αποσυρμένο	3	29.86	2.25	081.6	1,020	300	-
LongMarch 1D	Αποσυρμένο	3	28.22	2.25	081.1	1,101	930	-
LongMarch 2A	Αποσυρμένο	2	31.17	3.35	190	2,786	1,800	-
LongMarch 2C	Ενεργό	2	35.15	3.35	192	2,786	2,400	-
LongMarch 2D	Ενεργό	2	33.667 (χωρίς το κάλυμα)	3.35	232	2,962	3,100	-
LongMarch 2E	Αποσυρμένο	2 (συν 4 προωθητές)	49.686	7.85	462	5,923	9,500	3,500
LongMarch 2E(A)	Σε υλοποίηση	2 (συν 4 προωθητές)	53.60	N/A	695	8,910	14,100	-
LongMarch 2F	Ενεργό	2 (συν 4 προωθητές)	58.34	7.85	480	5,923	8,400	3,370

Μοντέλο	Κατάσταση	Στάδια	Μήκος (m)	Μέγιστη Διάμετρος (m)	Μάζα Ανύψωσης (t)	Ώση Ανύψωσης (kN)	Ωφέλιμο Φορτίο (LEO, kg)	Ωφέλιμο Φορτίο (GTO, kg)
LongMarch 2F/G	Ενεργό	2 (συν 4 προωθητές)	N/A	7.85	N/A	N/A	11,200	N/A
LongMarch 3	Αποσυρμένο	3	43.8	3.35	202	2,962	5,000	1,500
LongMarch 3A	Ενεργό	3	52.52	3.35	241	2,962	8,500	2,600
LongMarch 3B	Ενεργό	3 (συν 4 προωθητές)	54.838	7.85	426	5,924	12,000	5,100
LongMarch 3B/E	Ενεργό	3 (συν 4 προωθητές)	56.326	7.85	458.97	N/A	N/A	5,500
LongMarch 3B(A)	Σε υλοποίηση	3 (συν 4 προωθητές)	62.00	7.85	580	8,910	13,000	6,000
LongMarch 3C	Ενεργό	3 (συν 2 προωθητές)	55.638	7.85	345	4,443	N/A	3,800
LongMarch 4A	Αποσυρμένο	3	41.9	3.35	249	2,962	4,000	1,500

Μοντέλο	Κατάσταση	Στάδια	Μήκος (m)	Μέγιστη Διάμετρος (m)	Μάζα Ανύψωσης (t)	Ώση Ανύψωσης (kN)	Ωφέλιμο Φορτίο (LEO, kg)	Ωφέλιμο Φορτίο (GTO, kg)
LongMarch 4B	Ενεργό	3	44.1	3.35	254	2,971	4,200	2,200
LongMarch 4C	Ενεργό	3	N/A	3.35	N/A	2,971	4,200	2,800
LongMarch 5	Σε υλοποίηση	3	N/A	N/A	N/A	N/A	25,000	14,000
LongMarch 6	Σε υλοποίηση	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	500
LongMarch 7	Σε υλοποίηση	2	57	3.35	594	7200	13,500	7000

Πίνακας 2.13 Κατηγορίες των πυραύλων Long March [33]



Εικόνα 2.48 Διάφορες version των πυραύλων Long March [33]

2.7 Ινδία και Συστήματα Μεταφορών στο Διάστημα

Ο Ινδικός Οργανισμός Διαστημικής Έρευνας (ISRO), που οδηγεί την ανάπτυξη της Ινδίας στο διάστημα, εκτόξευσε με επιτυχία τον πρώτο δορυφόρο της Ινδίας με το δικό του αναλώσιμο όχημα εκτόξευσης δορυφόρων (SLV), το 1980. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν το επαυξημένο όχημα (ASLV), το όχημα πολιτικής τροχιάς (PSLV) και γεωστατικής τροχιάς (GSLV). Από το 1997, δύο από τα τέσσερα οχήματα εκτοξεύσεων SLV, τρεις από τις τέσσερις εκτοξεύσεις ASLV και δύο από τα τέσσερα PSLV απέτυχαν. Ωστόσο, από το 1999 η Ινδία πραγματοποίησε οκτώ συνεχόμενες επιτυχείς εκτοξεύσεις μεσαίων δορυφόρων, μεταξύ των οποίων οι τρεις ήταν γεωστατικοί δορυφόροι. Η ικανότητα εκτόξευσης είναι περίπου το ένα μισό του ιαπωνικού H-IIA. Το 2001, η Ινδία εκτόξευσε με επιτυχία έναν γεωστατικό δορυφόρο GSAT με όχημα GSLV για πρώτη φορά. Οι επιχειρησιακοί γεωστατικοί δορυφόροι INSAT της Ινδίας φέρουν τα μέσα για τις επικοινωνίες και την παρακολούθηση του καιρού. Μέχρι στιγμής, 13 δορυφόροι INSAT έχουν εκτοξευτεί από ευρωπαϊκά και αμερικανικά οχήματα εκτόξευσης, αλλά στο μέλλον μπορεί να εκτοξευτούν από το GSLV όχημα της Ινδίας.[2]

2.7.1 Δορυφόροι Επικοινωνιών

Το Εθνικό Ινδικό Σύστημα Δορυφόρων (INSAT) είναι ένα από τα μεγαλύτερα δορυφορικά εθνικά συστήματα επικοινωνιών στην περιοχή της Ασίας και του Ειρηνικού με εννέα επιχειρησιακούς δορυφόρους επικοινωνιών που έχουν τοποθετηθεί σε γεωστατική τροχιά. Ιδρύθηκε το 1983 με την ανάθεση του INSAT-1B, κινώντας μια σημαντική επανάσταση στον τομέα των επικοινωνιών της Ινδίας. Σήμερα είναι σε λειτουργία οι δορυφόροι επικοινωνιών INSAT-3A, INSAT-3C, INSAT-3E, INSAT-4A, INSAT-4B, INSAT-4CR, GSAT-8, GSAT-10 και GSAT-12. Το σύστημα με συνολικά 195 αναμεταδότες, παρέχει υπηρεσίες στον τομέα των τηλεπικοινωνιών, των τηλεοπτικών μεταδόσεων, των κοινωνικών εφαρμογών, την πρόγνωση του καιρού, την προειδοποίηση των καταστροφών και των επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης.[54]

Δορυφόρος	Ημερομηνία Εκτόξευσης	Μάζα Εκτόξευσης	Ενέργεια	Όχημα Εκτόξευσης	Τύπος Τροχιάς	Εφαρμογή
GSAT-6	Aug 27, 2015	2117 kg	3100 W	GSLV-D6	Γεωστατική	Επικοινωνίες
GSAT-16	Dec 07, 2014	3181.6 kg	Ηλιακή Ενέργεια 6000 W και 2 μπαταρίες Ιόντων Λιθίου 180 AH	Ariane-5 VA-221	Γεωστατική	Επικοινωνίες
GSAT-14	Jan 05, 2014	1982 kg	2600 W	GSLV-D5	Γεωστατική	Επικοινωνίες
GSAT-7	Aug 30, 2013	2650 kg	3,000 W	Ariane-5 VA-215	Γεωστατική	Επικοινωνίες

INSAT-3D	Jul 26, 2013	2060 Kg	1164 W	Ariane-5 VA-214	Γεωστατική	Επικοινωνίες, Σύστημα Διαχείρισης Καταστροφών, Γεωπαρατήρηση
GSAT-10	Sep 29, 2012	3400 kg	6474 W	Ariane-5 VA-209	Γεωστατική	Επικοινωνίες
GSAT-12	Jul 15, 2011	1410 kg	1430 W	PSLV-C17	Γεωστατική	Επικοινωνίες
GSAT-8	May 21, 2011	3093 kg	6242 W	Ariane-5 VA-202	Γεωστατική	Επικοινωνίες
GSAT-5P	Dec 25, 2010	2310 kg	N/A	GSLV-F06	Γεωστατική	Επικοινωνίες
GSAT-4	Apr 15, 2010	2220 Kg	N/A	GSLV-D3	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-4CR	Sep 02, 2007	2,130 kg	3000 W	GSLV-F04	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-4B	Mar 12, 2007	3025 Kg	5859 W	Ariane5	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-4A	Dec 22, 2005	3081 Kg	5922 W	ARIANE5-V169	Γεωστατική	Επικοινωνίες
HAMSAT	May 05, 2005	N/A	N/A	PSLV-C6	Γεωστατική	Επικοινωνίες
EDUSAT	Sep 20, 2004	1950.5 kg	2040 W	GSLV-F01	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-3E	Sep 28, 2003	2,775 Kg	N/A	Ariane5-V162	Γεωστατική	Επικοινωνίες
GSAT-2	May 08, 2003	1800 Kg	N/A	GSLV-D2	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-3A	Apr 10, 2003	2,950 Kg	3,100 W	Ariane5-V160	Γεωστατική	Επικοινωνίες
KALPANA-1	Sep 12, 2002	1060 Kg	550 W	PSLV-C4	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-3C	Jan 24, 2002	2,650 Kg	2765 W	Ariane5-V147	Γεωστατική	Επικοινωνίες
GSAT-1	Apr 18, 2001	1530 Kg	N/A	GSLV-D1	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-3B	Mar 22, 2000	2,070 Kg	1,712 W	Ariane-5G	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-2E	Apr 03, 1999	2,550 Kg	N/A	Ariane-42P H10-3	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-2DT	Jan 01, 1998	~ 600 kg	1.4 kW	Ariane-44L H10	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSTA-2D	Jun 04, 1997	2079 Kg	1650 W	Ariane-44L H10-3	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-2C	Dec 07, 1995	2106 Kg	1320 W	Ariane-44L H10-3	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-2B	Jul 23, 1993	1906 kg	~1 KW	Ariane-44L H10+	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-2A	Jul 10, 1992	1906 kg	~1 KW	Ariane-44L H10	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-1D	Jun 12, 1990	N/A	N/A	Delta 4925	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-1C	Jul 21, 1988	N/A	N/A	Ariane-3	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-1B	Aug 30, 1983	N/A	N/A	Shuttle [PAM-D]	Γεωστατική	Επικοινωνίες
INSAT-1A	Apr 10, 1982	N/A	N/A	Delta	Γεωστατική	Επικοινωνίες

Πίνακας 2.14 Συγκεντρωτικά στοιχεία των δορυφόρων επικοινωνιών της Ινδίας[54]

2.7.2 Δορυφόροι Γεωπαρατήρησης

Ξεκινώντας με τον IRS-1A το 1988, η ISRO έχει εκτοξεύσει πολλούς λειτουργικούς απομακρυσμένους δορυφόρους τηλεπισκόπησης. Σήμερα, η Ινδία έχει έναν από τους μεγαλύτερους αστερισμούς δορυφόρων τηλεπισκόπησης σε λειτουργία. Επί του παρόντος, έντεκα λειτουργικοί δορυφόροι είναι σε τροχιά - RESOURCESAT-1 και 2, Cartosat-1, 2,

2A, 2B, RISAT-1 και 2, OCEANSAT-2, Megha-Tropiques και Saral. Διάφορα όργανα βρίσκονται πάνω σε αυτούς τους δορυφόρους, ώστε να παρέχουν τα απαραίτητα στοιχεία σε μια διαφοροποιημένη χωρική, φασματική και χρονική ανάλυση για να καλύψουν τις διαφορετικές απαιτήσεις των χρηστών στη χώρα και παγκόσμια. Τα δεδομένα από αυτούς τους δορυφόρους χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές που καλύπτουν τη γεωργία, τους υδάτινους πόρους, την πολεοδομία, την αγροτική ανάπτυξη, τη μεταλλευτική έρευνα, το περιβάλλον, τη δασοκομία, τους ωκεάνιους πόρους και τη διαχείριση των καταστροφών. [54]

Δορυφόρος	Ημερομηνία Εκτόξευσης	Μάζα Εκτόξευσης	Ενέργεια	Όχημα Εκτόξευσης	Τύπος Τροχιάς	Εφαρμογή
SARAL	Feb 25, 2013	407 kg	906 W	PSLV-C20	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
RISAT-1	Apr 26, 2012	1858 kg	2200 W	PSLV-C19	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
Megha-Tropiques	Oct 12, 2011	1000 kg	1325 W	PSLV-C18	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
RESOURCESAT-2	Apr 20, 2011	1206 kg	1250 W	PSLV-C16	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
CARTOSAT - 2B	Jul 12, 2010	694 kg	930 W	PSLV-C15	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
Oceansat-2	Sep 23, 2009	960 kg	1360W	PSLV-C14	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
RISAT-2	Apr 20, 2009	300 kg	N/A	PSLV-C12	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
CARTOSAT – 2A	Apr 28, 2008	690 Kg	900 W	PSLV-C9	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
IMS-1	Apr 28, 2008	83 kg	220 W	PSLV-C9	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
CARTOSAT-2	Jan 10, 2007	650 kg	900 W	PSLV-C7	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
CARTOSAT – 1	May 05, 2005	1560 kg	1100 W	PSLV-C6	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
IRS-P6 / RESOURCESAT-1	Oct 17, 2003	1360 kg	1250 W	PSLV-C5	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
The Technology Experiment Satellite (TES)	Oct 22, 2001	N/A	N/A	PSLV-C3	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
Oceansat(IRS-P4)	May 26, 1999	1050 kg	750 W	PSLV-C2	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
IRS-1D	Sep 27, 1997	1250kg	809 W	PSLV-C1	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
IRS-P3	Mar 21, 1996	920 kg	817 W	PSLV-D3	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
IRS-1C	Dec 28, 1995	1250 kg	809 W	Molniya	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
IRS-P2	Oct 15, 1994	804 kg	510 W	PSLV-D2	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
IRS-1E	Sep 20, 1993	846 kg	415 W	PSLV-D1	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
IRS-1B	Aug 29, 1991	975 kg	600 W	Vostok	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
SROSS-2	Jul 13, 1988	150 kg	90 W	ASLV	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
IRS-1A	Mar 17, 1988	975 kg	600 W	Vostok	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
RS-D2	Apr 17, 1983	41.5 kg	16 W	SLV-3	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
Bhaskara-II	Nov 20, 1981	444 kg	47 W	C-1 Intercosmos	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
RS-D1	May 31, 1981	38 kg	16 W	SLV-3	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση
Bhaskara-I	Jun 07, 1979	442 kg	47 W	C-1Intercosmos	Χαμηλή	Γεωπαρατήρηση

Πίνακας 2.15 Συγκεντρωτικά στοιχεία των δορυφόρων γεωπαρατήρησης της Ινδίας[54]

2.7.3 Δορυφόροι Πλοήγησης

Η υπηρεσία Δορυφορικής Πλοήγησης είναι ένα αναδυόμενο δορυφορικό σύστημα με εμπορικές και στρατηγικές εφαρμογές. Η ISRO έχει δεσμευτεί να παρέχει τις υπηρεσίες δορυφορικής πλοήγησης για να ανταποκριθεί στις νέες απαιτήσεις της Πολιτικής Αεροπορίας και τις απαιτήσεις των χρηστών για τη θέση πλοήγηση και χρονισμό με βάση το ανεξάρτητο σύστημα δορυφορικής πλοήγησης. Προκειμένου να ανταποκριθεί στις ανάγκες της πολιτικής αεροπορίας, η ISRO εργάζεται από κοινού με την Αεροδρομική Αρχή της Ινδίας (AAI) για τον καθορισμό του συστήματος πλοήγησης GPS Aided Geo Augmented Navigation (GAGAN) . Προκειμένου να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των χρηστών για τον εντοπισμό θέσης, πλοήγησης και χρονισμού με βάση τον εγχώριο σύστημα, η ISRO καθιερώνει ένα περιφερειακό δορυφορικό σύστημα πλοήγησης που ονομάζεται Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS).[54]

Δορυφόρος	Ημερομηνία Εκτόξευσης	Μάζα Εκτόξευσης	Ενέργεια	Όχημα Εκτόξευσης	Τύπος Τροχιάς	Εφαρμογή
IRNSS 1D	Mar 28, 2015	N/A	N/A	PSLV-C27	Γεωστατική	Πλοήγηση
IRNSS 1C	Nov 10, 2014	N/A	N/A	N/A	N/A	Πλοήγηση
IRNSS-1B	Apr 04, 2014	1432 kg	1660 W	PSLV-C24	N/A	Πλοήγηση
IRNSS-1A	Jul 01, 2013	1425 kg	1660 W	PSLV-C22	N/A	Πλοήγηση

Πίνακας 2.16 Συγκεντρωτικά στοιχεία των δορυφόρων πλοήγησης της Ινδίας[54]

2.7.4 Επιστήμη και Εξερεύνηση

Το Ινδικό διαστημικό πρόγραμμα περιλαμβάνει έρευνα σε τομείς όπως η αστρονομία, η αστροφυσική, πλανητικές επιστήμες, ατμοσφαιρικές επιστήμες και θεωρητική φυσική. Διαστημικές πλατφόρμες και επίγειες εγκαταστάσεις υποστηρίζουν τις ερευνητικές προσπάθειες. Πολλά επιστημονικά όργανα βρίσκονται σε δορυφόρους ειδικά για να κατευθύνουν ουράνιες εκρήξεις ακτίνων Χ και ακτίνων γάμμα.[54]

Mars Orbiter Mission : Η αποστολή σε τροχιά γύρω από τον Άρη είναι η πρώτη διαπλανητική αποστολή της ISRO για τον πλανήτη Άρη με ένα τροχιακό διαστημικό σκάφος που σχεδιάστηκε για ελλειπτική τροχιά στα 372 km από 80000 km. Ήταν μια απαιτητική τεχνολογική και επιστημονική αποστολή με αυστηρές απαιτήσεις για την πρόωση, τις επικοινωνίες και άλλα συστήματα του διαστημικού οχήματος. Η αυτόνομη ανίχνευση βλάβης και ανάκαμψη είναι επίσης ζωτικής σημασίας για την αποστολή.[54]

Chandrayaan-1 : Το Chandrayaan-1, ήταν η πρώτη αποστολή της Ινδίας στο φεγγάρι και εκτοξεύτηκε με επιτυχία στις 22 Οκτωβρίου του 2008 από το SDSC SHAR στη Sriharikota. Το διαστημικό σκάφος τέθηκε σε τροχιά γύρω από τη Σελήνη σε ύψος 100 km από την επιφάνεια της σελήνης για χημική, ορυκτολογική και φωτο-γεωλογική χαρτογράφηση της Σελήνης. Το διαστημικό σκάφος έφερε 11 επιστημονικά όργανα κατασκευασμένα στην Ινδία, τις ΗΠΑ, τη Βρετανία, τη Γερμανία, τη Σουηδία και τη Βουλγαρία.[54]

Διαστημόπλοιο	Ημερομηνία Εκτόξευσης	Μάζα Εκτόξευσης	Ενέργεια	Όχημα Εκτόξευσης	Τύπος Τροχιάς
Mars Orbiter Mission Spacecraft	Nov 05, 2013	1337 kg	840 W	PSLV-C25	Γύρω από τον Άρη
Chandrayaan-1	Oct 22, 2008	1380 kg	700 W	PSLV-C11	Γύρω από τη Σελήνη
SRE-1	Jan 10, 2007	550 kg		PSLV-C7	Χαμηλή Γήινη
SROSS-C2	May 04, 1994	115 kg	45 W	Augmented Satellite Launch Vehicle (ASLV)	
SROSS-C	May 20, 1992	106.1 kg	45 W	Augmented Satellite Launch Vehicle (ASLV)	
SROSS-1	Mar 24, 1987	150 kg	90 W	Augmented Satellite Launch Vehicle (ASLV)	

Πίνακας 2.17 Συγκεντρικά στοιχεία των διαστημόπλοιων για επιστημονικούς και εξερευνητικούς σκοπούς της Ινδίας[54]

2.7.5 Πειραματικοί Δορυφόροι

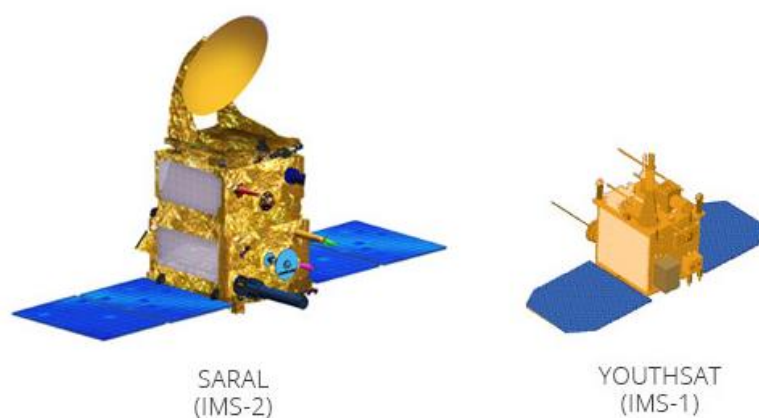
Η ISRO έχει εκτοξεύσει πολλούς μικρούς δορυφόρους, κυρίως για πειραματικούς σκοπούς συμπεριλαμβανομένης της τηλεπισκόπησης, ατμοσφαιρικής μελέτης, ανάπτυξη ωφέλιμου φορτίου, ελέγχους τροχιάς, τεχνολογία ανάκτησης κ.α.[54]

Δορυφόρος	Ημερομηνία Εκτόξευσης	Μάζα Εκτόξευσης
SRE – 1	Jan 10, 2007	550 kg
Apple	Jun 19, 1981	670 kg
RS-1	Jul 18, 1980	35 kg
RTP	Aug 10, 1979	35 kg
Aryabhata	Apr 19, 1975	360 kg

Πίνακας 2.18 Συγκεντρικά στοιχεία των πειραματικών δορυφόρων της Ινδίας[54]

2.7.6 Μικροί Δορυφόροι

Το πρότζεκτ των μικρών δορυφόρων προβλέπεται να παρέχει την πλατφόρμα για αυτόνομα ωφέλιμα φορτία, για αποστολές απεικόνισης της γης και επιστημονικές αποστολές. Για να καταστεί ευέλικτη η πλατφόρμα για τα διάφορα είδη των ωφέλιμων φορτίων, έχουν διαμορφωθεί και αναπτυχθεί δύο είδη λεωφορείων. Το λεωφορείο IMS-1 (Indian Mini Satellite-1) έχει αναπτυχθεί ως ένα ευέλικτο λεωφορείο κατηγορίας 100 κιλών έχοντας την ικανότητα ωφέλιμου φορτίου της τάξης των 30 κιλών. Το λεωφορείο έχει αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές σμίκρυνσης. Η πρώτη αποστολή της σειράς IMS-1 εκτοξεύτηκε με επιτυχία στις 28 Απριλίου του 2008, μαζί με τον Cartosat 2A. Ο Youthsat είναι η δεύτερη αποστολή σε αυτή τη σειρά και εκτοξεύτηκε με επιτυχία μαζί με το Resourcesat 2 στις 20 Απριλίου του 2011. Το λεωφορείο IMS-2 είναι κατηγορίας 400 κιλών με ικανότητα ωφέλιμου φορτίου περίπου 200 κιλών. Η ανάπτυξη του IMS-2 είναι ένα σημαντικό ορόσημο, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικούς τύπους εφαρμογών τηλεπισκόπησης. Η πρώτη αποστολή του IMS-2 είναι το Saral. Το Saral είναι μια συνεργατική αποστολή μεταξύ της ISRO και της CNES με ωφέλιμα φορτία από τη CNES και το διαστημικό λεωφορείο από την ISRO. [54]



Εικόνα 2.49 Οι μικροί δορυφόροι της Ινδίας [54]

Δορυφόρος	Ημερομηνία Εκτόξευσης	Μάζα Εκτόξευσης	Ενέργεια	Οχημα Εκτόξευσης	Τύπος Τροχιάς	Εφαρμογή
SARAL	Feb 25, 2013	407 kg	906 W	PSLV-C20	Χαμηλή Γήινη	Γεωπαρατήρηση
YOUTHSAT	Apr 20, 2011	92 kg	Ηλιακή ενέργεια 230 W και μια μπαταρία ιόντων λιθίου 10.5 AH	PSLV-C16		

Πίνακας 2.19 Συγκεντρωτικά στοιχεία των μικρών δορυφόρων της Ινδίας[54]

2.7.7 SLV

Το SLV-3 εκτοξεύθηκε με επιτυχία στις 18 Ιουλίου του 1980 στη Sriharikota (SHAR), όταν ο δορυφόρος Rohini , RS-1, τοποθετήθηκε σε τροχιά, καθιστώντας την Ινδία το έκτο μέλος της λέσχης των εθνών που δραστηριοποιούνται στο διάστημα. Το SLV-3 χρησιμοποιεί μια καθοδήγηση ανοικτού βρόχου (με αποθηκευμένο πρόγραμμα) για να διευθύνει το όχημα κατά την πτήση σε μια προκαθορισμένη τροχιά. Η πρώτη πειραματική πτήση του SLV-3, τον Αύγουστο του 1979, ήταν μόνο εν μέρει επιτυχής. Εκτός από την εκτόξευση τον Ιούλιο του 1980 έγιναν ακόμη δύο εκτοξεύσεις τον Μάιο του 1981 και τον Απρίλιο του 1983, θέτοντας σε τροχιά δορυφόρους Rohini που μετέφεραν αισθητήρες τηλεπισκόπησης. Η επιτυχία του SLV-3 έδειξε το δρόμο για προηγμένα οχήματα εκτόξευσης, όπως το επαυξημένο SLV (ASLV-Augmented Satellite Launch Vehicle), το PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle) και το GLSV (Geosynchronous satellite Launch Vehicle).[54]

2.7.8 ASLV

Το προηγμένο όχημα εκτόξευσης δορυφόρων (ASLV) σχεδιάστηκε για να αυξήσει την ικανότητα ωφέλιμου φορτίου στα 150 κιλά, τρεις φορές μεγαλύτερη του SLV-3, για χαμηλές τροχιές (LEO). Μολονότι βασίστηκαν στην εμπειρία που αποκτήθηκε από τις αποστολές του SLV-3, το ASLV ήταν ένα χαμηλού κόστους ενδιάμεσο όχημα, χρησιμοποιώντας κρίσιμες τεχνολογίες, που εφαρμόστηκαν στα μελλοντικά οχήματα εκτόξευσης. Στο πλαίσιο του προγράμματος ASLV, διεξήχθησαν τέσσερις αναπτυξιακές πτήσεις . Η πρώτη πτήση πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου του 1987 και η δεύτερη στις 13 Ιουλίου του 1988. Η τρίτη αναπτυξιακή πτήση του ASLV-D3, έγινε με επιτυχία στις 20 Μαΐου του 1992, όταν ο SROSS-C (106 κιλά), τέθηκε σε τροχιά 255 x 430 km. Το ASLV-D4, εκτοξεύτηκε στις 4 Μαΐου του 1994 θέτοντας σε τροχιά τον SROSS-C2 που ζύγιζε 106 κιλά.[54]

2.7.9 PSLV

Το PSLV είναι ένα από τα πιο αξιόπιστα οχήματα εκτόξευσης παγκοσμίως. Χρησιμοποιείται για πάνω από είκοσι χρόνια και έχει εκτοξεύσει διάφορους δορυφόρους για ιστορικές αποστολές. Το PSLV παραμένει ένα από τα αγαπημένα οχήματα μεταξύ των διαφόρων οργανισμών, έχοντας εκτοξεύσει πάνω από 40 δορυφόρους για 19 χώρες. Το 2008 σημείωσε ρεκόρ για το μεγαλύτερο αριθμό των δορυφόρων που τοποθετήθηκαν σε τροχιά σε μια εκτόξευση, θέτοντας 10 δορυφόρους σε διάφορες τροχιές χαμηλού ύψους γύρω από τη Γη. [54]

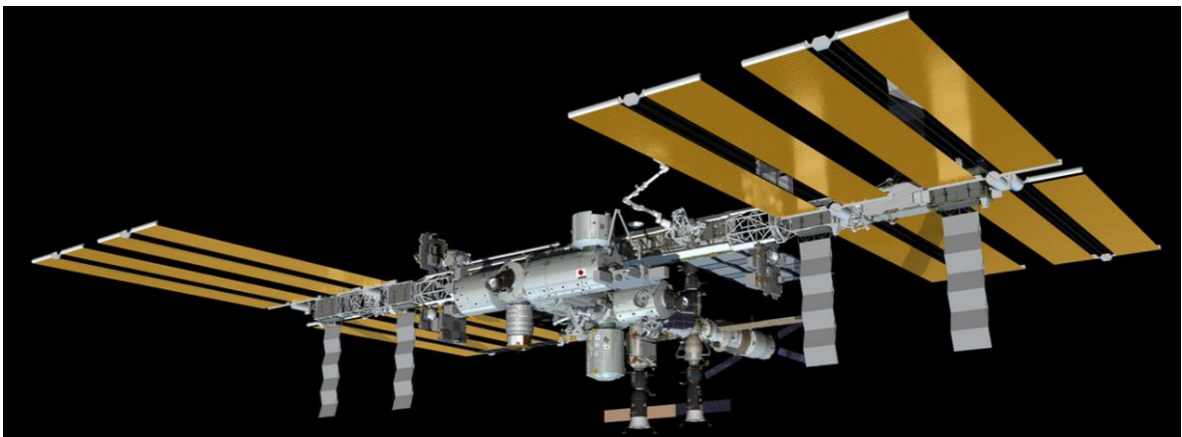
2.7.10 GSLV

Το όχημα εκτόξευσης γεωσύγχρονων δορυφόρων (GSLV), αναπτύχθηκε κυρίως για να εκτοξεύσει δορυφόρους INSAT σε γεωσύγχρονη τροχιά μεταφοράς. Το GSLV χρησιμοποιείται επίσης για την εκτόξευση της σειράς δορυφόρων GSAT με πιο πρόσφατη εκτόξευση αυτή του GSAT-14. Νωρίτερα, είχε εκτοξεύσει διάφορους δορυφόρους επικοινωνιών μεταξύ των οποίων τον EDUSAT, τον πρώτο δορυφόρο της Ινδίας κατασκευασμένο αποκλειστικά για την εξυπηρέτηση του εκπαιδευτικού τομέα για την εκπαίδευση εξ αποστάσεως.[54]

2.8 Διεθνή Συστήματα Μεταφορών

Πέρα από τα συστήματα μεταφορών στο διάστημα που υλοποιεί η κάθε χώρα ή ο κάθε Διαστημικός Οργανισμός, υπάρχουν και συστήματα που είναι αποτέλεσμα διεθνούς συνεργασίας.

2.8.1 Διεθνής Διαστημικός Σταθμός - International Space Station (ISS)



Εικόνα 2.50 Διεθνής Διαστημικός Σταθμός : 15 χώρες, 5 Διαστημικοί Οργανισμοί [55]

Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (International Space Station - ISS) είναι ένας ερευνητικός διαστημικός σταθμός σε τροχιά γύρω από τη Γη. Η συναρμολόγησή του ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 1998, ενώ το πρώτο του πλήρωμα εγκαταστάθηκε τον Νοεμβρίο του 2000. Ο ISS εξακολουθεί και σήμερα να βρίσκεται σε φάση ανάπτυξης. Είναι ορατός από τη Γη δια γυμνού οφθαλμού, με την απόστασή του από την επιφάνειά της να κυμαίνεται μεταξύ 319,6 και 346,9 χιλιομέτρων (198,6 έως 215,6 μίλια). Ταξιδεύει με μέση ταχύτητα ως προς την επιφάνεια της Γης με 27.744 χιλιόμετρα ανά ώρα, συμπληρώνοντας 15,7 περιστροφές

την ημέρα.[33]

Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (ISS) είναι το μεγαλύτερο, το πιο σύνθετο διεθνές επιστημονικό και μηχανικό διαστημικό έργο στην ιστορία και η μεγαλύτερη προσπάθεια παγκοσμίως στο διάστημα μέχρι σήμερα. Η Boeing υποστηρίζει μια σειρά από αναβαθμίσεις δυνατότητα που θα επιτρέψει τη χρήση του ISS από το 2024 και μετά, συμπεριλαμβανομένου ενός νέου συστήματος επικοινωνιών για την επίσκεψη διαστημικού σκάφους, ένα νέο σύστημα σύνδεσης της NASA, και μπαταρίες λιθίου-ιόντων για τους ηλιακούς συλλέκτες. [55]

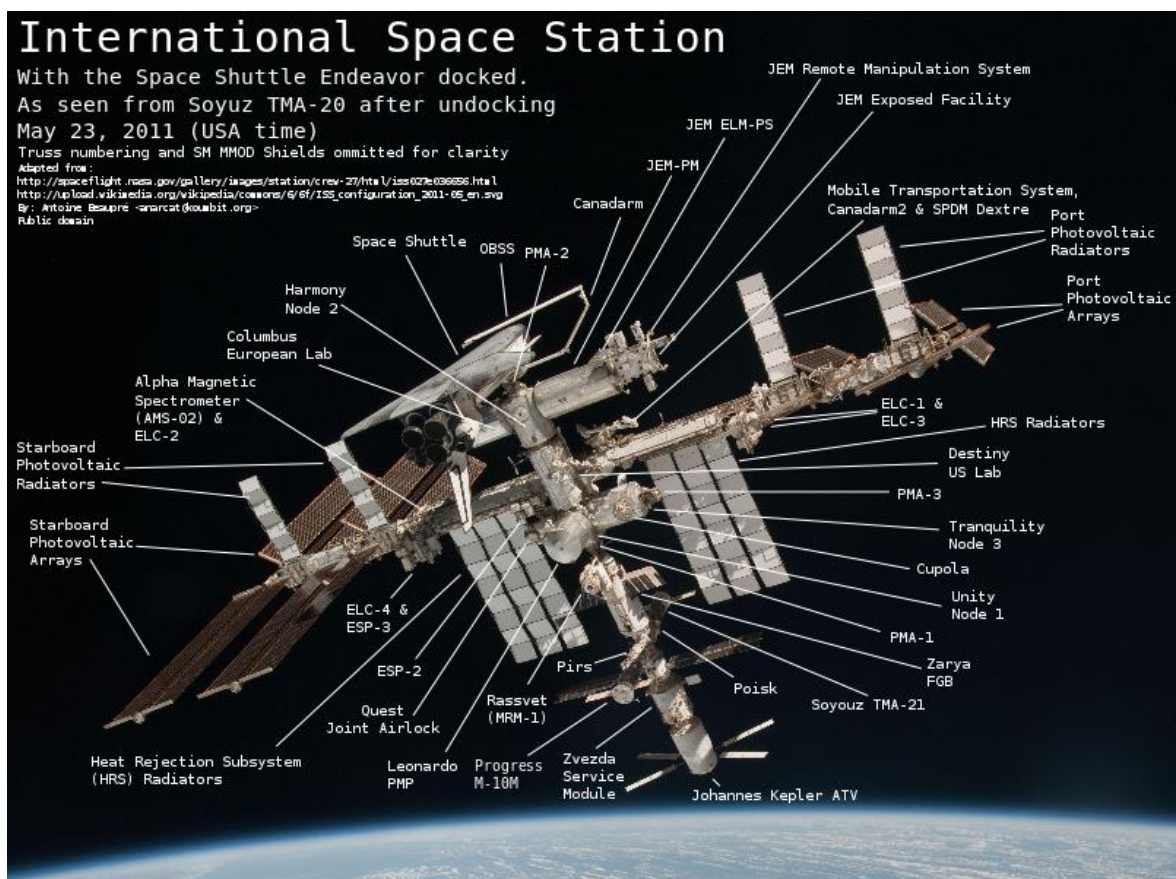
Ο ISS αποτελεί κοινό πρόγραμμα μεταξύ των διαστημικών οργανισμών NASA των ΗΠΑ, Roscosmos Ρωσίας, JAXA Ιαπωνίας, CSA (Καναδά) και ΕΟΔ (Ευρώπης). Ο Βραζιλιάνικος Οργανισμός Διαστήματος (AEB, Βραζιλία) συμμετέχει μέσω ξεχωριστού συμβολαίου με τη NASA. Ο Ιταλικός Οργανισμός Διαστήματος ομοίως έχει ανεξάρτητα συμβόλαια για διάφορες δραστηριότητες που δεν λαμβάνουν χώρα στα πλαίσια των εργασιών της ESA στον ISS (όπου η Ιταλία συμμετέχει πλήρως). Η Κίνα έχει επανειλημμένως εκφράσει το ενδιαφέρον της για το εγχείρημα, ειδικά αν μπορέσει να συνεργαστεί με τον RKA. Προς το παρόν πάντως οι Κινέζοι δεν έχουν αναμιχθεί.[33]

International Space Station	
Μήκος(το υπό πίεση μέρος)	167 ft (51 m)
Συνολικό Μήκος	192 ft (58.5 m)
Συνολικό Ύψος	100 ft (30.5 m)
Άνοιγμα των Ηλιακών συστοιχιών	239 ft (72.8 m)
Βάρος-Μαζα	919,964 lbs
Ύψος Λειτουργίας	220 nmi (407 km) μέσο ύψος
Κλίση	51.6 μοίρες στον Ισημερινό
Εσωτερική ατμοσφαιρα	14.7 psi (101.36 kilopascals)
Πεπιεσμένος Όγκος	34,700 cu ft (κατοικήσιμος όγκος 14,400 cu ft)
Υπολογιστικά Συστήματα Ελέγχου	52
Παραγωγή Ενέργειας	84 kw to 120 kw (χρησιμοποιούμενη ενέργεια)

Πίνακας 2.20 Τεχνικά χαρακτηριστικά του ISS [55]

Ο ISS είναι αναμφισβήτητα η πιο δαπανηρή ανθρώπινη κατασκευή που κατασκευάστηκε ποτέ, με κόστος περί τα 120 δισεκατομύρια ευρώ. Η ύπαρξη και η λειτουργία του είναι αποτέλεσμα μιας από τις πιο σημαντικές διεθνείς συνεργασίες στη σύγχρονη ιστορία. Ο ISS χρησιμοποιείται ως ερευνητικό εργαστήριο μικροβαρύτητας και βιολογίας σε περιβάλλον έλλειψης βαρύτητας. Τα μέλη των πληρωμάτων του ISS εκτελούν πειράματα στον τομέα της βιολογίας, της ανθρώπινης βιολογίας, της φυσικής, της αστρονομίας, της μετεωρολογίας κ.α. Ο σταθμός είναι επίσης κατάλληλος για τον έλεγχο διαστημικών συστημάτων και εξοπλισμού που απαιτείται για μελλοντικές αποστολές στη Σελήνη και τον Άρη.[33]

Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός αποτελείται από πολλά διαφορετικά τμήματα που συνεργάζονται μεταξύ τους και χρησιμοποιούνται για διαφορετικούς σκοπούς. Ακολουθεί η χαρακτηριστική εικόνα (2.51) στην οποία φαίνονται τα μέρη από τα οποία αποτελείται ο σταθμός. Η φωτογραφία τραβήχτηκε από το Soyuz TMA-20 καθώς αυτό είχε αποσυνδεθεί από το σταθμό. [56]



Εικόνα 2.51 Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός αποτελείται από πολλά διαφορετικά μέρη που συνεργάζονται μεταξύ τους για την λειτουργία του [56]

Μόνιμες μονάδες του ISS	Κωδική ονομασία	Εκτόξευση	Σύνδεση
Λειτουργικό Μπλοκ Φορτίου	FCB	20.11.1998	—
Παθητική Μονάδα Σύνδεσης "Unity"	NODE1	04.12.1998	07.12.1998
Μονάδα Υπηρεσιών "Zvezda"	CM	12.07.2000	26.07.2000
Κύρια Εγκατάσταση Έρευνας "Destiny"	LAB	08.02.2001	10.02.2001
Αεροστεγής Θάλαμος "Quest"	AL	12.07.2001	15.07.2001
Μονάδα Σύνδεσης "Pirs"	CO1	15.09.2001	17.09.2001
Βοηθητικός κόμβος "Harmony" (Node2)	NODE2	23.10.2007	26.10.2007
Κύρια Εγκατάσταση Έρευνας "Columbus"	COL	07.02.2008	12.02.2008
Ιαπωνική Μονάδα Φορτίου "Kibo"	ELM-PS	11.03.2008	14.03.2008
Ιαπωνική Μονάδα Φορτίου "Kibo" (η μεγαλύτερη μονάδα)	JEM	01.06.2008	03.06.2008
Μονάδα Έρευνας "Poisk"	MRM2	10.11.2009	12.11.2009
Μονάδα Διαμονής "Tranquility"	NODE3	08.02.2010	12.02.2010
Μονάδα Παρατήρησης "Cupola"	cupola	08.02.2010	12.02.2010
Μονάδα Έρευνας "Rassvet"	MRM1	14.05.2010	18.05.2010
Μονάδα Πολλαπλών Χρήσεων "Leonardo"	MM	24.05.2010	01.03.2011
Διαστημόπλοια (επανδρωμένα και με φορτία)			
«Progress M-22M»-Φορτίο	TGK	05.02.2014	06.02.2014
«Soyuz TMA-11M»- Επανδρωμένο	TMA	07.11.2013	07.11.2013
«Soyuz TMA-10M»- Επανδρωμένο	TMA	26.09.2013	26.09.2013
«Progress M-21M»- Φορτίο	TGK	26.11.2013	30.11.2013
"Cygnus"- Φορτίο	Orb-1	10.01.2014	12.01.2014
Θυγατρικές Μονάδες του ISS			
Μονάδα του βασικού τμήματος στον NODE1	Z1		13.10.2000
Μονάδα Ενέργειας στο Z1	P6		04-08.12.2000
Μηχανισμός Καθοδήγησης στη μονάδα LAB (Canadarm)	SSRMS		22.04.2001
Σιδηροκατασκευή S0	S0		11-17.04.2002

Σύστημα Κινητής Υπηρεσίας	MSS		11.06.2002
Σιδηροκατασκευή S1	S1		10.10.2002
Συσκευή για μεταφορά εξοπλισμού και πληρώματος	CETA		10.10.2002
Σιδηροκατασκευή P1	P1		26.11.2002
Συσκευή "B" για μεταφορά εξοπλισμού και πληρώματος	CETA(B)		26.11.2002
Σιδηροκατασκευή P3/P4	P3/P4		12.09.2006
Σιδηροκατασκευή P5	P5		13.12.2006
Σιδηροκατασκευή S3/S4	S3/S4		12.06.2007
Σιδηροκατασκευή S5	S5		11.08.2007
Σιδηροκατασκευή S6	S6		18.03.2009
Μαγνητικό Φασματόμετρο "Alpha"	AMS-02		19.05.2011

Πίνακας 2.21 Τα μέρη του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού [56]

2.8.2 Sea Launch System

Η μέθοδος των θαλάσσιων εκτοξεύσεων προσφέρει το πλεονέκτημα εκτόξευσης σε ανοικτή θάλασσα στον ισημερινό, με τη βέλτιστη θέση για την εκτόξευση των γεωστατικών δορυφόρων. Αυτό επιτρέπει τη μέγιστη χρήση των δυνατοτήτων του οχήματος εκτόξευσης. Επειδή η προετοιμασία του οχήματος εκτόξευσης μπορεί να πραγματοποιηθεί σε πλοίο καθοδόν προς την περιοχή, ο χρόνος εργασίας μειώνεται επίσης. Τέσσερις εταιρείες από τις ΗΠΑ, τη Ρωσία, την Ουκρανία, και τη Νορβηγία, ίδρυσαν τη Sea Launch Co ως κοινοπραξία. Τα πλοία της εταιρείας και ένα όχημα εκτόξευσης φαίνονται στην Εικόνα 2.52. Η πλατφόρμα της Sea Launch είναι μία πρώην πλατφόρμα εξορύξεων πετρελαίου στον ωκεανό με μήκος 130-m. Μετά την επίδειξη εκτόξευσης ενός δορυφόρου σε γεωστατική τροχιά τον Μάρτιο του 1999, η Sea Launch εκτόξευσε 14 επιπλέον δορυφόρους μέχρι τον Μάρτιο του 2005. Από τις 15 εκτοξεύσεις, μόνο μία, η εκτόξευση του δορυφόρου ICO τον Μάρτιο του 2000, ήταν ανεπιτυχής. Έτσι, η Sea Launch έχει εκτοξεύσει με επιτυχία 13 δορυφόρους βελτιώνοντας την ακρίβεια εισόδου σε τροχιά σε κάθε εκτόξευση.[2]



Εικόνα 2.52 Όχημα θαλάσσιων εκτοξεύσεων Sea Launch, με την πλατφόρμα εκτόξευσης Odyssey και το πλοίο ελέγχου [2]

2.9 Διαστημοδμία – Κοσμοδρόμια

Ένα διαστημοδρόμιο ή κοσμοδρόμιο είναι ένας χώρος εκτόξευσης διαστημικών οχημάτων. Η λέξη διαστημοδρόμιο χρησιμοποιείται για να περιγράψει μέρη ικανά να εκτοξεύσουν διαστημόπλοια σε τροχιά. Τα διαστημικά κέντρα αποκαλούνται συχνά διαστημοδρόμια, κυρίως αν προορίζονται και σαν βάση για περαιτέρω ταξίδια.[33]

2.9.1 Διαστημοδρόμιο Γαλλικής Γουιάνας



Εικόνα 2.53 Το Ευρωπαϊκό Διαστημοδρόμιο στη γαλλική Γουιάνα, Νότια Αμερική [57]

Το Διαστημοδρόμιο της Ευρώπης βρίσκεται στα βόρειο-ανατολικά της Νότιας Αμερικής στη γαλλική Γουιάνα, ένα υπερπόντιο τμήμα της Γαλλίας. Το 1964 η γαλλική κυβέρνηση επέλεξε το Κουρού, από 14 άλλες περιοχές, ως βάση από την οποία θα εκτόξευε τους δορυφόρους

της. Όταν το 1975 δημιουργήθηκε η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος (European Space Agency – ESA), η Γαλλική κυβέρνηση προσφέρθηκε να μοιραστεί το διαστημικό κέντρο της με το ESA. Από τη μεριά της, η ESA χρηματοδότησε την αναβάθμιση των εγκαταστάσεων για την προετοιμασία του Διαστημοδρόμιου για τους εκτοξευτές ARIANE που βρίσκονταν υπό εξέλιξη. Από τότε, η ESA έχει συνεχίζει να χρηματοδοτεί τα δύο τρίτα του ετήσιου προϋπολογισμού του Διαστημοδρόμιου για να διατηρηθούν οι κορυφαίες υπηρεσίες που παρέχει το Διαστημοδρόμιο. Η ESA χρηματοδοτεί επίσης τις νέες εγκαταστάσεις, όπως τα συγκροτήματα εκτόξευσης και οι εγκαταστάσεις βιομηχανικής παραγωγής, για τους νέους εκτοξευτές όπως οι Vega ή για την εκμετάλλευση των Soyuz.[57]

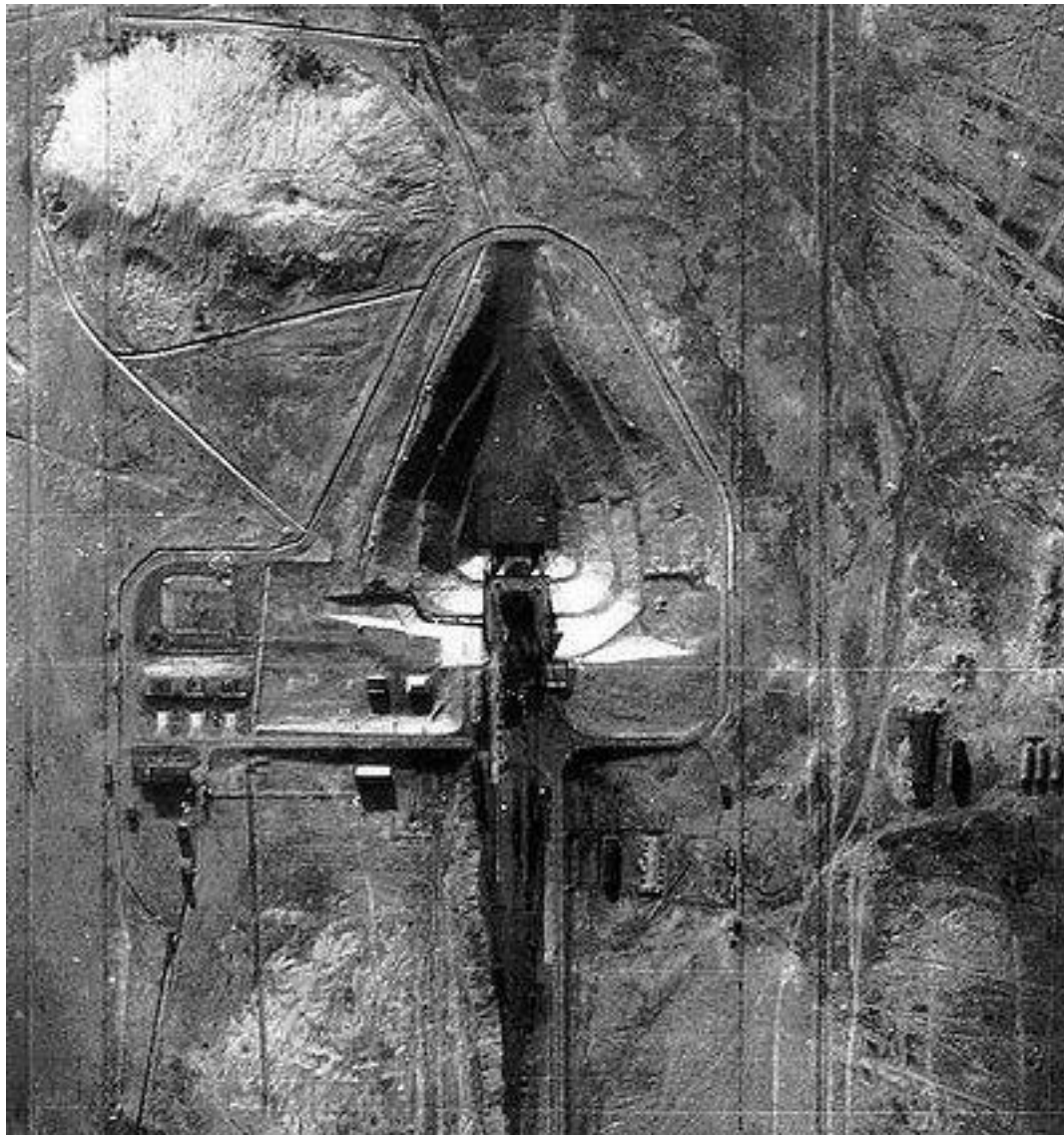
Το Κουρού βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 5°3', μόλις 500 χλμ βόρεια του ισημερινού. Η εγγύτητα του στον ισημερινό το καθιστά ιδανικό για τις εκτοξεύσεις σε γεωστατική τροχιά, μιας και χρειάζονται λίγες διορθώσεις στην τροχιά του δορυφόρου. Οι εκτοξευτές ωφελούνται επίσης από την ενέργεια που δημιουργείται από την ταχύτητα της περιστροφής της γης γύρω από τον άξονα της. Αυτό, αυξάνει την ταχύτητα ενός εκτοξευτή κατά 460 μέτρα ανά δευτερόλεπτο, παρατείνοντας έτσι την διάρκεια ζωής των δορυφόρων, εκτός από την οικονομία σε καύσιμα και χρήματα.[57]

Λόγω της γεωγραφικής θέσης του, το Ευρωπαϊκό Διαστημοδρόμιο προσφέρει γωνία εκτόξευσης 102°, επιτρέποντας ένα ευρύ φάσμα αποστολών από ανατολικά προς βόρεια. Στην πραγματικότητα, το Διαστημοδρόμιο έχει τόσο καλή θέση, ώστε μπορεί να πραγματοποιήσει όλες τις πιθανές διαστημικές αποστολές. Η ασφάλεια είναι εξίσου σημαντική. Η γαλλική Γουιάνα είναι μόλις και μετά βίας κατοικημένη και το 90% της χώρας καλύπτεται από τροπικά δάση. Επιπλέον δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος από κυκλώνες ή σεισμούς. Τα υψηλά επίπεδα της αποδοτικότητας, της ασφάλειας και της αξιοπιστίας του Διαστημοδρόμιου είναι γνωστά. Εκτός από τους πολλούς ευρωπαϊκούς πελάτες του, το Διαστημοδρόμιο αναλαμβάνει επίσης τις εκτοξεύσεις για βιομηχανίες από τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ιαπωνία, τον Καναδά, την Ινδία και τη Βραζιλία.[57]

Μέχρι σήμερα, η ESA έχει επενδύσει περισσότερο από 1.6 δισεκατομμύριο Ευρώ για την βελτίωση και την ανάπτυξη των επίγειων εγκαταστάσεων του Διαστημοδρόμιου. Η ESA κατέχει όλη την υποδομή που απαιτείται για τους εκτοξευτές ARIANE. Αυτή περιλαμβάνει τον εκτοξευτή και τα δορυφορικά κτίρια προετοιμασιών, τις εγκαταστάσεις λειτουργίας εκτόξευσης και εγκαταστάσεις για την κατασκευή του στερεού προωθητηρίου.[57]

2.9.2 Κοσμοδρόμιο Baikonur

Το Κοσμοδρόμιο του Μπαϊκονούρ είναι το κύριο διαστημοδρόμιο της Ρωσίας. Λειτουργεί από τις 2 Ιουνίου του 1955 και βρίσκεται στην περιοχή Μπαϊκονούρ (ρωσ. Байконур, καζ. Байқоңыр, "πλούσια κοιλάδα") του Καζακστάν. Πρόκειται για το μεγαλύτερο αλλά και το παλαιότερο διαστημικό κέντρο στον κόσμο. Από εκεί έχουν εκτοξευτεί περίπου 2.500 διαστημόπλοια και έχουν αναχωρήσει περισσότεροι από 130 κοσμοναύτες στα 50 χρόνια λειτουργίας του. Μετά την κατάρρευση της Σοβιετικής Ένωσης και την ανεξαρτησία του Καζακστάν, η Ρωσία εκμισθώνει το κοσμοδρόμιο, καθώς, παρότι διαθέτει άλλα δύο για εκτοξεύσεις δορυφόρων, μόνον από αυτό μπορούν να ξεκινήσουν επανδρωμένες αποστολές στο Διεθνές Διαστημικό Σταθμό (ISS).[33]



Εικόνα 2.54 Αεροφωτογραφία του διαστημοδρόμιου Baikonur[33]

Το Μπαϊκονούρ εγκαινιάστηκε στις 2 Ιουλίου του 1955. Χτίστηκε αρχικά ως κέντρο εκτόξευσης πυραύλων και επεκτάθηκε αργότερα για να περιλάβει τις εγκαταστάσεις διαστημικών πτήσεων. Ο Σεργκέι Κορολιόφ, ο κύριος σχεδιαστής των σοβιετικών πυραύλων R7, επέλεξε την περιοχή, με δεδομένο ότι το ραδιοσύστημα ελέγχου του πυραύλου απαιτούσε έναν επίγειο σταθμό αρκετά χιλιόμετρα μακριά από τις εξέδρες εκτόξευσης πυραύλων. Η δαπάνη της κατασκευής των εγκαταστάσεων διαστημικών πτήσεων και τα αρκετά χιλιόμετρα των νέων δρόμων και γραμμών τραίνων έκανε το Μπαϊκονούρ ένα από τα πιο ακριβά εγχειρήματα στην ιστορία της Σοβιετικής Ένωσης. Μια πόλη χτίστηκε κοντά στο διαστημικό κέντρο για να παρέχει κατοικία, εκπαίδευση και υποδομή υποστήριξης για τους εργαζομένους. Εγκαινιάστηκε το 1966 και ονομάστηκε Λένινσκ. Η σοβιετική κυβέρνηση καθιέρωσε το Nauchno-Issledovatel'skii Ispytatel'nyi Poligon No.5 (niiip-5), ή αλλιώς Επιστημονικό-Ερευνητικό Πεδίο Δοκιμών No.5, με το διάταγμα της 12ης Φεβρουαρίου 1955. Το πεδίο δοκιμής πυραύλων Τιουρατάμ φωτογραφήθηκε από αμερικανικά αναγνωριστικά αεροπλάνα U-2 για πρώτη φορά στις 5 Αυγούστου 1957.

Πολλές ιστορικές πτήσεις αναχώρησαν από το Μπαϊκονούρ: ο πρώτος λειτουργικός διηπειρωτικός πύραυλος, ο πρώτος τεχνητός δορυφόρος, Σπούτνικ 1, στις 4 Οκτωβρίου 1957, η πρώτη επανδρωμένη τροχιακή πτήση από τον Γιούρι Γκαγκάριν στις 12 Απριλίου 1961, και η πτήση της πρώτης γυναίκας στο διάστημα, της Βαλεντίνα Τερεσκόβα, το 1963. 14 κοσμοναύτες 13 άλλων εθνών, όπως η Τσεχοσλοβακία, η Ανατολική Γερμανία και η Γαλλία, άρχισαν τα ιστορικά τους ταξίδια από εκεί στο πλαίσιο του προγράμματος Interkosmos. Το 1960, το πρωτότυπο ενός διηπειρωτικού πυραύλου εξερράγη πριν από την εκτόξευση, σκοτώνοντας πάνω από 100 ανθρώπους. [33]

Μετά τη διάλυση της Σοβιετικής Ένωσης το 1991 το ρωσικό διαστημικό πρόγραμμα συνέχισε να λειτουργεί από το Μπαϊκονούρ, υπό την αιγίδα της Κοινοπολιτείας Ανεξαρτήτων Κρατών. Το 1995, η πόλη που περιβάλλει το διαστημικό κέντρο μετονομάστηκε σε Μπαϊκονούρ. Στις 8 Ιουνίου 2005 το Συμβούλιο της Ρωσικής Ομοσπονδίας επικύρωσε μια συμφωνία μεταξύ της Ρωσίας και του Καζακστάν στην οποία επεκτείνονταν η μίσθωση του διαστημικού κέντρου στη Ρωσία έως το 2050. Η τιμή της μίσθωσης - που ορίστηκε σε 115 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το χρόνο - είναι η πηγή μιας μακράς διαφωνίας μεταξύ των δυο χωρών. Αυτή η επιλογή οδήγησε τη Ρωσία στο να αρχίζει να αναβαθμίζει το διαστημικό κέντρο του Πλεσέτσκ στη Βόρεια Ρωσία σαν εναλλακτική επιλογή.[33]

2.9.3 Κοσμοδρόμιο Βοστόνι

Το Κοσμοδρόμιο Βοστόνι είναι μελλοντικό ρωσικό κοσμοδρόμιο, το οποίο σχεδιάζεται να δημιουργηθεί στην Άπω Ανατολή στην Περιφέρεια Αμούρ, στο χωριό Ουγκλεκόρσκ. Η θεμελίωση του νέου κοσμοδρομίου έγινε στις 30 Αυγούστου 2010 από τον Ρώσο πρωθυπουργό Βλαντιμίρ Πούτιν και η πρώτη εκτόξευση αναμένεται το 2015. Η κατασκευή υπολογίζεται να τελειώσει το 2016, ενώ το 2018, να γίνει η πρώτη εκτόξευση διαστημικού σκάφους με αστροναύτες. Λόγω της προόδου της τεχνολογίας, το νέο κοσμοδρόμιο αναμένεται να έχει δέκα φορές μικρότερη έκταση από το αντίστοιχο του Μπαϊκονούρ. Τα πλεονεκτήματα είναι η ανεξαρτησία των διαστημικών δραστηριοτήτων σε όλο το φάσμα των εργασιών: από επιστημονικές και κοινωνικοοικονομικές μέχρι εργασίες πιλότων. Η εγγυημένη τήρηση διεθνών και εμπορικών διαστημικών προγραμμάτων. Η βελτίωση της κοινωνικο-οικονομικής κατάστασης, βελτίωση του τοπικού εμπορίου και του τοπικού κεφαλαίου στο τόπο δημιουργία του κοσμοδρόμιου. Στο μέλλον, επίσης, αναμένεται μείωση του κόστους της ενοικίασης του κοσμοδρόμιου Μπαϊκονούρ.[33]

2.9.4 Διαστημικό Κέντρο του Jiuquan

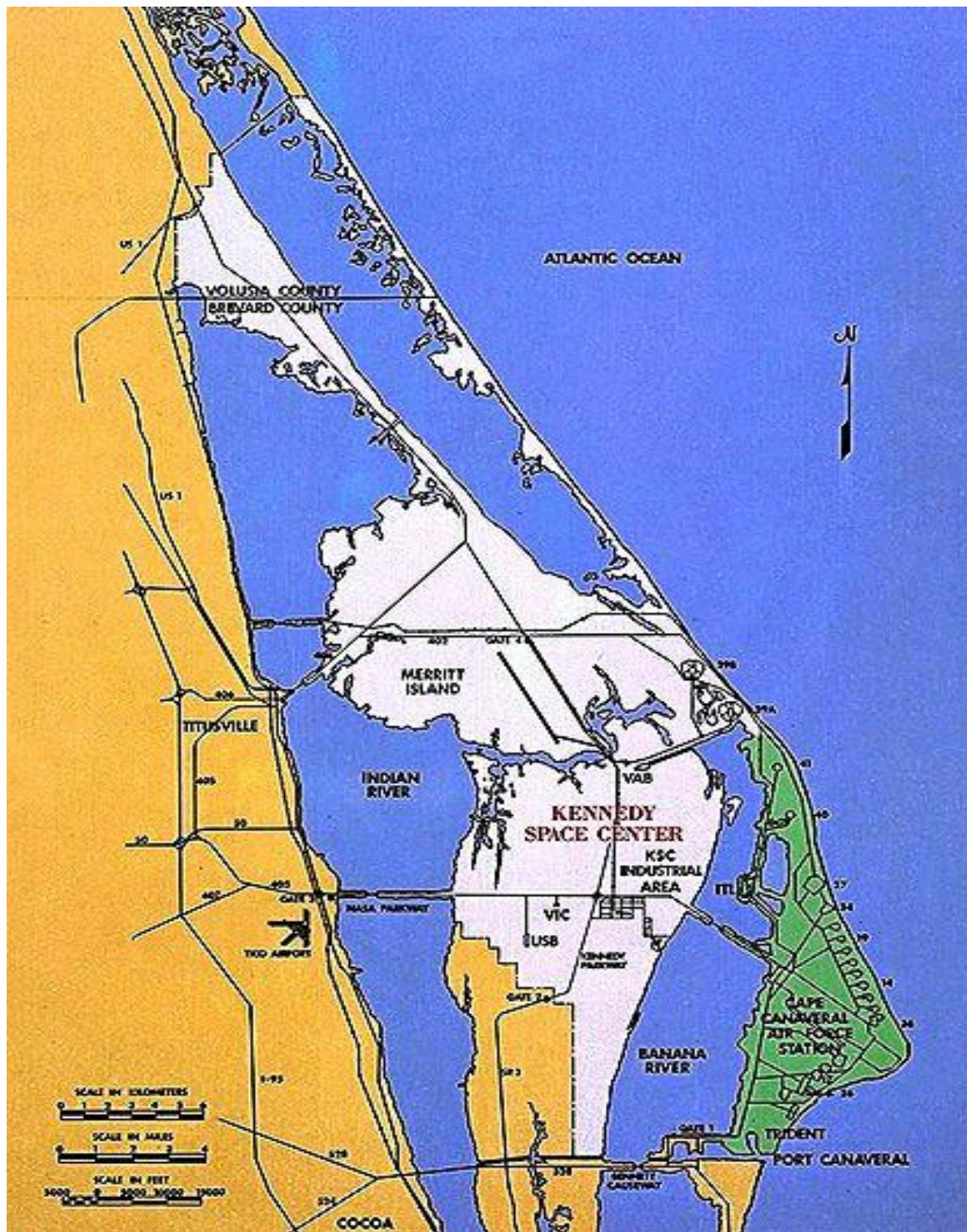
Το Διαστημικό Κέντρο του Jiuquan βρίσκεται στην Κίνα. Είναι ένα διαστημοδρόμιο, δηλαδή ένας χώρος εκτόξευσης διαστημικών οχημάτων. Η ακριβής του τοποθεσία είναι στην έρημο Γκόμπι, στην εσωτερική Μογγολία και απέχει περίπου 1.600 χιλιόμετρα από το Πεκίνο. Ιδρύθηκε το 1958 κι είναι το πρώτο από τα σημερινά τρία διαστημικά κέντρα της Κίνας. Οι πιο πολλές κινεζικές διαστημικές αποστολές έχουν πραγματοποιηθεί στο Jiuquan. Ονομάστηκε έτσι γιατί η πόλη Jiuquan είναι η κοντινότερη πόλη προς το διαστημικό κέντρο. Το διαστημικό αυτό κέντρο είναι στην πραγματικότητα μέρος της διαστημικής πόλης Ντόνγκενγκ, που είναι γνωστή ως Βάση 20 ή Βάση του Ντόνγκενγκ και περιλαμβάνει εγκαταστάσεις δοκιμών πτήσεων και ένα διαστημικό μουσείο. [33]

Το Διαστημικό Κέντρο του Jiuquan χρησιμοποιείται συνήθως για την εκτόξευση οχημάτων σε χαμηλές και μεσαίες τροχιές με μεγάλη τροχιακή κλίση, καθώς επίσης και για τη δοκιμή πυραύλων, μικρού και μεγάλου βεληνεκούς. Οι εγκαταστάσεις του είναι πολύ προχωρημένης τεχνολογίας και παρέχουν υποστήριξη σε κάθε φάση μιας αποστολής εκτόξευσης δορυφόρων. Επίσης περιλαμβάνει τεχνικό κέντρο, πεδίο εκτόξευσης, κέντρο ελέγχου εκτοξεύσεων, αρχηγείο καθώς και κέντρο ελέγχου αποστολών καθώς και άλλου τύπου υποστήριξης λογιστικά συστήματα. Το κέντρο καλύπτει μια έκταση 2.800 τετραγωνικών χιλιομέτρων και μπορεί να φιλοξενήσει μέχρι και 20.000 ανθρώπους. Οι

εγκαταστάσεις και ο μηχανισμός υποστήριξης εκτοξεύσεων υπήρχαν και στα διαστημικά κέντρα της Σοβιετικής Ένωσης, μέχρι και τη δεκαετία του 1960, και από εκεί μπορεί να αντλήθηκε τεχνική υποστήριξη για το Jiuquan. Το Διαστημικό Κέντρο του Jiuquan χρησιμοποιήθηκε για πολλές σημαντικές αποστολές της Κίνας στο διάστημα, όπως του πρώτου κινεζικού δορυφόρου Ντονγκ Φανγκ Χονγκ 1 το 1970, της πρώτης κινεζικής επανδρωμένης αποστολής στο διάστημα Σένζου 5 στις 15 Οκτωβρίου του 2003, της δεύτερης επανδρωμένης κινεζικής αποστολής στο διάστημα τον Οκτώβριο του 2005, καθώς και της τρίτης τον Οκτώβριο του 2008. Χρησιμοποιήθηκε επίσης για την πρώτη κινεζική αποστολή στη Σελήνη το Τσανγκ-ε τον Νοέμβριο του 2007.[33]

2.9.5 Διαστημικό Κέντρο Kennedy

Το Διαστημικό Κέντρο Κένεντι (John F. Kennedy Space Center, KSC) είναι διαστημοδρόμιο, δηλαδή σταθμός εκτόξευσης διαστημικών οχημάτων της NASA στο νησί Μέριτ στην Φλόριδα των Ηνωμένων Πολιτειών. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι είναι ένα από τα τρία διαστημικά κέντρα όλου του κόσμου που έχουν δυνατότητα υλοποίησης επανδρωμένων αποστολών μαζί με αυτό του Μπαϊκονούρ (στο Καζακστάν, χρησιμοποιείται από τη Ρωσία) και το Ζιουκουάν (στην Κίνα). Η περιοχή είναι κοντά στο ακρωτήριο Κανάβεραλ, κάπου ανάμεσα στο Μαϊάμι και το Τζάκσονβιλ. Έχει μήκος 55 χλμ και πλάτος περίπου 10 χλμ, καλύπτοντας 567 km² (τετραγωνικά χιλιόμετρα). Στην περιοχή αυτή εργάζονται περίπου 17.000 άνθρωποι. Διαθέτει ένα κέντρο επισκεπτών και οργανωμένες περιηγήσεις, και είναι από τους σημαντικότερους τουριστικούς προορισμούς για τους επισκέπτες της Φλόριδα. Ένα μεγάλο μέρος της περιοχής είναι παρθένο τοπίο και σημαντικό καταφύγιο άγριας φύσης, αφού μόνο 9% του εδάφους προορίζεται για ανάπτυξη. Η «λιμνοθάλασσα με τα κουνούπια», το «ποτάμι των Ινδιάνων», το «Εθνικό Καταφύγιο Άγριας Φύσης της νήσου Μέριτ (Merritt Island National Wildlife Refuge)» και η «εθνική ακτή Κανάβεραλ» είναι επίσης χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτής της περιοχής. Στην περιοχή πέφτουν περισσότερες αστραπές από οποιοδήποτε άλλο μέρος των Ηνωμένων Πολιτειών, γεγονός που αναγκάζει τη NASA να ξοδεύει εκατομμύρια δολάρια για την προστασία υλικού και προσωπικού κατά την διάρκεια των εκτοξεύσεων. Η επιχειρησιακή λειτουργία του Κέντρου ελέγχεται από το συγκρότημα LC-39, όπου βρίσκεται και το «Κτήριο Συναρμολόγησης Οχημάτων» (Vehicle Assembly Building, VAB). Πέντε χιλιόμετρα ανατολικά του VAB βρίσκονται οι δύο εξέδρες εκτοξεύσεων. Οκτώ χιλιόμετρα νότια είναι η βιομηχανική περιοχή του διαστημοδρομίου, όπου βρίσκονται πολλές από τις εγκαταστάσεις και η έδρα της διοίκησης.[33]



Εικόνα 2.55 Το νησί Merritt, οι βάσεις πυραύλων στο ακρωτήριο Κανάβεραλ (σε πράσινο χρώμα) και το διαστημικό κέντρο Κένεντι (σε λευκό χρώμα).[33]

Η ανάπτυξη του αμερικανικού προγράμματος για την κατάκτηση της Σελήνης, οδήγησε στην αναγκαστική επέκταση των δραστηριοτήτων από το ακρωτήριο Κανάβεραλ στο αντικρινό νησί Merritt. Η NASA άρχισε τις διαπραγματεύσεις με την πολιτεία της Φλόριδα το 1962, παίρνοντας τον τίτλο κυριότητας για 339 km² και διεκδικώντας ακόμα άλλα 225 km². Τον Ιούλιο του 1962 η περιοχή ονομάστηκε «Επιχειρησιακό Κέντρο Εκτοξεύσεων», αγγλ. Launch Operations Center, LOC, για να μετονομαστεί το Νοέμβριο του 1963, μετά τη δολοφονία του Αμερικανού προέδρου Τζον Κέννεντι, που έπαιξε σημαντικό ρόλο στην

ανάπτυξη του αμερικανικού διαστημικού προγράμματος, σε Τζον Κέννεντι Διαστημικό κέντρο (John F. Kennedy Space Center), το σημερινό του όνομα. Το διαστημικό πρόγραμμα της σελήνης αναπτύχθηκε σε τρία στάδια: το πρόγραμμα Mercury (Ερμής), το πρόγραμμα Gemini (Δίδυμοι), και το πρόγραμμα Apollo (Απόλλων). [33]

Οι στόχοι του προγράμματος Mercury ήταν: Τοποθέτηση ενός επανδρωμένου διαστημικού σκάφους σε τροχιά γύρω από τη γη. Μελέτη της ανθρώπινης απόδοσης σε διαστημικό περιβάλλον. Ομαλή επαναφορά τόσο των επιβατών, όσο και του διαστημικού σκάφους. Το πρόγραμμα άρχισε τον Οκτώβριο του 1957 χρησιμοποιώντας διηπειρωτικούς πυραύλους Άτλας για την μεταφορά, αξιοποιώντας όμως και τον τύπο πυραύλων Redstone για μια σειρά υποτροχιακών πτήσεων, συμπεριλαμβανομένης της 15-λεπτης πτήσης του Άλαν Σέπαρντ στις 5 Μαΐου και του Βίρτζιλ Γκρίσσομ στις 21 Ιουλίου του 1961. Η εμπειρία που αποκομίστηκε από το πρόγραμμα Mercury συνεισέφερε στο πιο σύνθετο πρόγραμμα Gemini, που χρησιμοποίησε κάψουλες με πλήρωμα δυο άτομα καθώς και τους νέου τύπου διηπειρωτικούς πυραύλους Τιτάνας II. Σκοπός του προγράμματος ήταν η τοποθέτηση διμελών πληρωμάτων σε τροχιά, η δοκιμή της δυνατότητας ραντεβού δυο οχημάτων σε τροχιά, οι επιπτώσεις της έλλειψης βαρύτητας στον οργανισμό κ.α. [33]

Η πρώτη επανδρωμένη πτήση πραγματοποιήθηκε στις 23 Μαρτίου 1965 με τους Τζον Γιανγκ και Βίρτζιλ Γκρίσσομ. Με το Gemini 4, ο Έντουαρντ Ουάιτ πραγματοποίησε τον πρώτο διαστημικό περίπατο από Αμερικανό αστροναύτη. Συνολικά έγιναν δώδεκα εκτοξεύσεις διαστημοπλοίων Gemini από το KSC. Το πρόγραμμα Απόλλων, που στόχευε στην αποστολή ανθρώπων στη Σελήνη, χρησιμοποίησε ακόμα πιο βελτιωμένους πυραύλους προώθησης, τον Κρόνο 5, με τρία στάδια, ύψος 111 μέτρων και διάμετρο 10 μέτρων. Κατασκευαζόταν με τη συνεργασία των εταιρειών Boeing (πρώτη βαθμίδα), North American Aviation (μηχανές και δεύτερη βαθμίδα) και Douglas Aircraft (τρίτη βαθμίδα). Η North American Aviation κατασκεύασε επίσης το κύριο μέρος του σκάφους (όχημα διακυβέρνησης και υπηρεσιακό τμήμα) ενώ η εταιρεία Grumman Aircraft Engineering κατασκεύασε την σεληνάκατο. Η IBM, το πανεπιστήμιο MIT και η GE παρείχαν τα ηλεκτρονικά και τα απαραίτητα όργανα.[33]

Τα κτήρια στέγασης του συγκροτήματος LC-39 κόστισαν 800 εκατομμύρια δολάρια. Χτίστηκαν για να εξυπηρετήσουν τον νέο τύπο πυραύλου και περιελάμβαναν ένα υπόστεγο αποθήκευσης τεσσάρων πυραύλων Κρόνου Β, το Κτήριο Συναρμολόγησης Οχημάτων (που για ένα διάστημα ήταν το μεγαλύτερο σε χωρητικότητα κτίριο στον κόσμο), έναν κινητό πύργο εργασιών και συντήρησης, καθώς και το κτίριο του Κέντρου Ελέγχου. Η κατασκευή άρχισε τον Νοέμβριο του 1962, οι εξέδρες εκτόξευσης ολοκληρώθηκαν τον Οκτώβριο του 1965, το VAB ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 1965, και η υποδομή μέχρι τα τέλη του 1966. Από το 1967 μέχρι το 1973, έγιναν 13 εκτοξεύσεις πυραύλων "Κρόνος 5" από το συγκρότημα 39. Πριν από αυτές τις εκτοξεύσεις έγινε μια σειρά μικρότερων δοκιμαστικών

εκτοξεύσεων πυραύλων "Κρόνος Ι" και "Κρόνος ΙΒ" από το συγκρότημα LC-34 του ακρωτηρίου Κανάβεραλ.[33]

Σήμερα το διαστημοδρόμιο εξυπηρετεί κυρίως τις εκτοξεύσεις και τη συντήρηση του στόλου των διαστημικών λεωφορείων, στις υποδομές του συγκροτήματος LC-39 και τις μετασκευασμένες εγκαταστάσεις του προγράμματος Απόλλων. Πρώτη εκτόξευση ήταν αυτή του Columbia στις 12 Απριλίου 1981. Διαθέτει επίσης διάδρομο προσγείωσης μήκους 4,6 χιλιομέτρων. Η πρώτη προσγείωση διαστημικού λεωφορείου που επέστρεψε από αποστολή έγινε στις 11 Φεβρουαρίου 1984, όταν το Τσάλλεντζερ ολοκλήρωσε την αποστολή STS-41-B. Πριν από αυτήν την αποστολή, τα Διαστημικά Λεωφορεία προσγειώνονταν στην Αεροπορική Βάση Έντουαρντς στην Καλιφόρνια, επιβαρύνοντας έτσι τη NASA με περίπου 1 εκατομμύριο δολάρια ανά αποστολή για τη μεταφορά του οχήματος πίσω στη Φλόριντα. Νυκτερινή επισκευή του Κτηρίου Συναρμολόγησης Οχημάτων μετά τις καταστροφές από τον τυφώνα Φράνσις. Τον Σεπτέμβριο του 2004, μέρος του διαστημικού κέντρου επλήγη από τον τυφώνα Φράνσις. Το Κτήριο Συναρμολόγησης μεταξύ άλλων έχασε 1.000 τεμάχια του εξωτερικού καλύμματος, διαστάσεων 1 επί 3 μέτρα το κάθε ένα, ανοίγοντας τρύπα 3.700 τετραγωνικών μέτρων. Η ζημιά έγινε στην νότια και στην ανατολική πλευρά του κτηρίου. Ακόμα περισσότερες ζημιές προκλήθηκαν από τον τυφώνα Βίλμα τον Οκτώβριο του 2005.[33]

2.9.6 Διαστημικό Κέντρο Xichang

Το Διαστημικό Κέντρο Xichang είναι μια εγκατάσταση εκτοξεύσεων της Λαϊκής Δημοκρατίας της Κίνας περίπου 64 χιλιόμετρα (40 μίλια) βορειοδυτικά της Xichang, Liangshan Yi της Αυτόνομης Νομαρχίας στην Σιτσουάν. Η εγκατάσταση άρχισε να λειτουργεί το 1984 και χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για την εκτόξευση γεωστατικών δορυφόρων επικοινωνιών και δορυφόρων καιρικών συνθηκών. Το 1996, ένα θανατηφόρο ατύχημα συνέβη όταν ο πύραυλος που έφερε τον δορυφόρο Intelsat 708 απέτυχε στην εκτόξευση από το Διαστημικό Κέντρο Xichang. Επίσης, μια δοκιμή αντι-δορυφορικού πυραύλου πραγματοποιήθηκε το 2007 στο κέντρο.[33]



Εικόνα 2.56 Διαστημικό Κέντρο Xichang [33]

2.9.7 Διαστημικό Κέντρο Wenchang

Το Διαστημικό Κέντρο Wenchang που βρίσκεται στην περιοχή Wenchang, Χαϊνάν της Κίνας, είναι ένα πρώην κέντρο υπο-τροχιακών δοκιμών υπό αναβάθμιση. Είναι το τέταρτο και το νοτιότερο κέντρο εκτόξευσης διαστημικών οχημάτων της Κίνας (διαστημική βάση). Έχει επιλεγεί ειδικά για το μικρό του γεωγραφικό πλάτος, το οποίο είναι μόνο 19 μοίρες βόρεια του ισημερινού, το οποίο επιτρέπει την ουσιαστική αύξηση του ωφέλιμου φορτίου, που είναι απαραίτητη για το μελλοντικό επανδρωμένο πρόγραμμα, το διαστημικό σταθμό και το πρόγραμμα εξερεύνησης του διαστήματος. Επιπλέον, είναι σε θέση να εκτοξεύσει τον βαρύ Long March 5. Σε αντίθεση με τα διαστημικά κέντρα στην ηπειρωτική χώρα, όπου τα μέρη της σιδηροτροχιάς είναι πολύ στενά για να μεταφέρουν τους νέους προωθητήρες 5 μέτρων, το Wenchang θα χρησιμοποιήσει το θαλάσσιο λιμάνι του.[33]

2.9.8 Διαστημικό Κέντρο Broglio

Το Διαστημικό Κέντρο Luigi Broglio, είναι μια ιταλική διαστημική βάση κοντά στο Μαλίντι, Κένυα που πήρε το όνομά του από τον ιδρυτή του και Ιταλό πρωτοπόρο στο χώρο του διαστήματος, Luigi Broglio. Δημιουργήθηκε τη δεκαετία του 1960 μέσω μιας εταιρικής συνεργασίας μεταξύ του Πανεπιστημίου της Ρώμης, του Αεροδιαστημικού Κέντρου Ερευνών La Sapienza και της NASA. Χρησιμοποιήθηκε για την εκτόξευση τόσο Ιταλικών όσο και διεθνών δορυφόρων. Το κέντρο αποτελείται από ένα κύριο παράκτιο σημείο εκτόξευσης, που είναι γνωστό ως πλατφόρμα του Αγίου Μάρκου, από δύο δευτερεύουσες πλατφόρμες ελέγχου και ένα επίγειο σταθμό επικοινωνιών με την ηπειρωτική χώρα. Παρότι ο επίγειος σταθμός είναι ακόμα σε χρήση για δορυφορικές επικοινωνίες, το κέντρο δεν χρησιμοποιείται σήμερα ως σημείο εκτόξευσης.[33]

2.9.9 Κέντρο Εκτόξευσης Barreira do Inferno

Το διαστημικό κέντρο Barreira do Inferno, είναι μια βάση εκτόξευσης πυραύλων του Οργανισμού Διαστήματος της Βραζιλίας. Δημιουργήθηκε το 1965 και βρίσκεται στην πόλη της Parnamirim, κοντά στο Natal, η πρωτεύουσα του κράτους του Rio Grande do Norte. Έχει χρησιμοποιηθεί για 233 εκτοξεύσεις από το 1965 έως το 2007, φθάνοντας έως και 1100 km υψόμετρο. Παρέχει υποστήριξη για την παρακολούθηση των εκτοξεύσεων από το Alcântara Launch Center και το Διαστημικό Κέντρο της Γουιάνας.[33]

2.9.10 Διαστημικό Κέντρο Satish Dhawan

Το Διαστημικό Κέντρο Satish Dhawan (SHAR), είναι ένα κέντρο εκτόξευσης πυραύλων που λειτουργεί από τον Ινδικό Οργανισμό Διαστημικής Έρευνας (ISRO). Βρίσκεται στην Sriharikota στο Andhra Pradesh. Το νησί Sriharikota επιλέχθηκε το 1969 για τον σταθμό εκτόξευσης δορυφόρων και το κέντρο άρχισε να λειτουργεί το 1971. Η πρώτη απόπειρα εκτόξευσης δορυφόρου, του Rohini 1A, πάνω σε ένα όχημα εκτόξευσης, πραγματοποιήθηκε την 10^η Αυγούστου του 1979, αλλά λόγω της αποτυχίας στο δεύτερο στάδιο του πυραύλου, η αποστολή απέτυχε την 19^η Αυγούστου του 1979. Οι εγκαταστάσεις του SHAR τώρα περιλαμβάνουν δύο εξέδρες εκτόξευσης, με τη δεύτερη που χτίστηκε το 2005. Η δεύτερη εξέδρα χρησιμοποιήθηκε για εκτοξεύσεις από το 2005 και είναι μια διεθνής εξέδρα εκτόξευσης, η οποία φιλοξενεί όλα τα οχήματα εκτόξευσης που χρησιμοποιούνται από ISRO. Οι δύο εξέδρες εκτόξευσης θα επιτρέπουν πολλαπλές εκτοξεύσεις μέσα σε ένα χρόνο, κάτι που δεν ήταν δυνατόν νωρίτερα. Το SHAR θα είναι η κύρια βάση για το Ινδικό πρόγραμμα επανδρωμένων διαστημικών πτήσεων. Μια νέα τρίτη εξέδρα εκτόξευσης θα κατασκευαστεί ειδικά για να επιτευχθεί ο στόχος της εκτόξευσης μιας επανδρωμένης διαστημικής αποστολής έως το 2017.[33]

3 Τεχνολογία και Μεταφορές στο Διάστημα

3.1 Συστήματα Πρόωσης

Τα συστήματα πρόωσης στο διαστημικό σκάφος εκτελούν μεταφορά τροχιάς, έλεγχο στάσης, διατήρηση υψομέτρου τροχιάς, ανύψωση τροχιάς από χαμηλές τροχιές μέχρι και γεωσύγχρονες και πρωτογενή πρόωση στο διάστημα. Κάθε ελιγμός δίνει έμφαση σε διάφορα χαρακτηριστικά απόδοσης του συστήματος πρόωσης, όπως το επίπεδο ώθησης και ειδική ώθηση, και δεν απαιτούν όλες οι αποστολές τη μονάδα πρόωσης για την εκτέλεση όλων των εργασιών. Ωστόσο, το σύστημα πρόωσης πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργεί σε διάφορες συνθήκες για να καλύψει τις ανάγκες της αποστολής.[3]

Οι λειτουργίες εκτείνονται από μεμονωμένους παλμούς του κινητήρα (ενδεχομένως για τη διατήρηση του σταθμού) σε μακράς διάρκειας, σταθερές επωθήσεις (ίσως για διαπλανητικές αποστολές). Επιπλέον, εάν οι ομάδες μικρών διαστημικών σκαφών που χρησιμοποιούνται για τις αποστολές που απαιτούν ταυτόχρονες μετρήσεις, μπορεί να απαιτείται ένα σύστημα πρόωσης με πολύ μεγάλη ακρίβεια για την τήρηση του σταθμού. Η μικρότερη μάζα, οι ροπές αδράνειας, και ο όγκος του μικρού διαστημόπλοιου καθοδηγούν στα επιθυμητά χαρακτηριστικά του συστήματος πρόωσης. Για δραστηριότητες σε τροχιά των μικρών διαστημόπλοιων, τα επίπεδα ώσης πρέπει να είναι μικρότερα από εκείνα ενός μεγάλου διαστημικού σκάφους για να κρατήσουν τα επίπεδα επιτάχυνσης μέσα στα όρια σχεδιασμού. Η παλμική λειτουργία, επίσης, πρέπει να επιτρέπει στο διαστημόπλοιο να παραμείνει εντός των ορίων του ελέγχου σταθεροποίησης. Επιπλέον, πρέπει να ελαχιστοποιηθεί ο όγκος του συστήματος πρόωσης και το βάρος.[3]

3.1.1 Χημική Πρόωση

Χημικό προωθητικό ονομάζεται το μίγμα κατάλληλα επιλεγμένων χημικών υλών (καύσιμο και οξειδωτικό), το οποίο δύναται να υποστεί χημική μετατροπή από την οποία να παραχθεί ώση. Οι ουσίες αυτές ονομάζονται και με το διεθνή όρο *propellant* που ήρθε στην επικαιρότητα με τη σύγχρονη τεχνική των βλημάτων και προσδιορίζει μια ουσία ικανή να παράγει ενέργεια (*ergol*) για να πραγματοποιηθεί μια προώθηση. Τα προπεργκόλ διακρίνονται σε μονοεργκόλ (*monoergol*), δηλαδή υλικά που περιλαμβάνουν από τη σύνθεσή τους και το καύσιμο και το οξειδωτικό, σε διεργκόλ (*bi-ergol*), δηλαδή υλικά που προορίζονται να συνδυαστούν για την ανάπτυξη προωθητικής ισχύος και σε υπεργκόλ (*hypergol*), ουσίες που όταν έρθουν σε επαφή αντιδρούν ακαριαία και παράγουν την ενέργεια, η οποία χρειάζεται για την ανάπτυξη προωθητικής ισχύος [4,5].

Η καύσιμη ύλη (fuel) είναι αυτή της οποίας η καύση όταν αντιδρά με το οξειδωτικό παράγει αέρια προϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνται στην προώθηση του πυραυλικού κινητήρα. Η οξειδωτική ύλη (oxidizer) είναι το μέσον, το οποίο απελευθερώνει το οξειδωτικό που είναι απαραίτητο για την αντίδραση καύσης. Ο λόγος της μάζας του οξειδωτικού μέσου προς τη μάζα της καύσιμης ύλης καλείται λόγος καυσίμου μίγματος (mixture ratio). Μέτρο για την κατάταξη των πυραυλικών προωθητικών υλών ως προς την απόδοσή τους αποτελεί η ειδική ώθηση, η οποία όπως ορίστηκε προηγουμένως, δείχνει την μάζα η οποία υφίσταται ώση ανά μονάδα καταναλισκόμενης μάζας της προωθητικής ύλης και ανά μονάδα χρόνου (lb ώσης/lb καυσίμου/s ή kg ώσης/kg καυσίμου/s). Παρότι η ειδική ώθηση εξαρτάται από τον τύπο του προωθητικού, η ακριβής τιμή της μεταβάλλεται σε κάποιον βαθμό, συναρτήσει των συνθηκών λειτουργίας στον θάλαμο καύσης και εν γένει από τον σχεδιασμό του πυραυλικού κινητήρα.[6]

Τα προωθητικά κατατάσσονται με βάση την φυσική τους κατάσταση σε υγρά, στερεά και υβριδικά.

❖ Υγρά προωθητικά (Liquid propellants)

Στις πυραυλικές διατάξεις με κινητήρες όπου χρησιμοποιούνται υγρά προωθητικά, η καύσιμη ύλη και το οξειδωτικό βρίσκονται αποθηκευμένα σε χωριστές δεξαμενές και τροφοδοτούνται στο θάλαμο καύσης μέσω ενός συστήματος ειδικά διαστασεολογημένων και κατασκευασμένων σωληνώσεων, βαλβίδων και αντλιών. Αποτελούν τα σημαντικότερα είδη καυσίμων πυραύλων και διαιρούνται σε δυο κατηγορίες:

(i) *Μονοκαύσιμα (monopropellants)* : Αποτελούνται από ένα μόνο συστατικό, που κατά τη βίαιη αποσύνθεσή του μετατρέπεται σε μίγμα αερίων. Τα αέρια αυτά με μεγάλη ταχύτητα εξέρχονται από το ακροφύσιο, εξασφαλίζοντας έτσι την πρόωσή του εξ αντιδράσεως. Δεν πρόκειται συνεπώς για καύσιμα με την κλασσική έννοια του όρου αλλά για προωθητικά διασπάσεως. Συνηθέστερα είναι το υπεροξειδίο του υδρογόνου (H_2O_2) και το νιτρομεθάνιο (CH_3NO_2). Η χρήση τους είναι περιορισμένη λόγω της αστάθειάς τους, γεγονός που δημιουργεί σοβαρά προβλήματα ασφάλειας κατά την αποθήκευσή τους [4, 5, 7, 8].

(ii) *Διπλά καύσιμα (bipropellants)* : Είναι τα σπουδαιότερα και συνηθέστερα, όχι μόνο από τα υγρά καύσιμα, αλλά από όλες τις προωθητικές ουσίες που προορίζονται για πυραύλους. Το καύσιμο και το οξειδωτικό μέσο περιέχονται σε χωριστές δεξαμενές και φέρονται σε επαφή μόνο κατά τη στιγμή πυροδοτήσεως του πυραύλου. Αυτό έχει σαν συνέπεια η ετοιμότητα χρήσεως των πυραύλων με υγρά καύσιμα να είναι μικρότερη από αυτή στους

πυραύλους με στερεά καύσιμα, έχουν όμως πολύ μεγαλύτερη προωθητική ισχύ. Η εισαγωγή τους στο θάλαμο καύσεως γίνεται συνήθως με τη βοήθεια αδρανούς αερίου π.χ. άζωτο N₂ [7].

Οι κινητήρες που χρησιμοποιούν υγρά προωθητικά είναι πιο σύνθετοι στην κατασκευή από τους αντίστοιχους κινητήρες που χρησιμοποιούν προωθητικά σε στερεά κατάσταση, αν και εμφανίζουν συγκριτικά πλεονεκτήματα, κυρίως λόγω της δυνατότητας ελέγχου της ροής του προωθητικού στο θάλαμο καύσης, γεγονός που παρέχει τη δυνατότητα χειρισμών του κινητήρα σε διάφορες καταστάσεις λειτουργίας του, όπως παύση, επανεκκίνηση, στραγγαλισμός κλπ.

Τα υγρά προωθητικά υψηλής απόδοσης είναι εκείνα με υψηλή τιμή ειδικής ώθησης, δυνητικά να παρέχουν αέρια με πολύ μεγάλη ταχύτητα εξόδου [4, 8]. Για να επιτευχθούν μεγάλες ταχύτητες εξόδου καυσαερίων, απαιτείται η χρήση κατάλληλων ιδιοτήτων υγρών προωθητικών τα οποία οδηγούν στην επίτευξη πολύ υψηλών θερμοκρασιών στο θάλαμο καύσης, αλλά ταυτόχρονα και στην παραγωγή καυσαερίων πολύ μικρού μοριακού βάρους. Άλλη βασική παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη στην επιλογή τέτοιων υλών είναι η πυκνότητα του προωθητικού, μετρημένη στις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας που επικρατούν τόσο στην Γη, όσο και κατά την πορεία του πυραυλικού συστήματος μετά την εκτόξευσή του εκτός Γήινης ατμόσφαιρας. Η χρήση προωθητικών χαμηλής πυκνότητας, απαιτεί αποθηκευτικές δεξαμενές μεγαλύτερου όγκου, οδηγώντας στην αύξηση της μάζας του συστήματος εκτόξευσης [8].

Ένας ακόμη βασικής σημασίας παράγοντας είναι και η θερμοκρασία αποθήκευσης της προωθητικής ύλης. Για τα προωθητικά με χαμηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης (π.χ. κρυογενικά προωθητικά, cryogenic propellants), απαιτούνται πρόσθετα θερμομονωτικά υλικά, αυξάνοντας έτσι τη μάζα του συστήματος εκτόξευσης [4, 8]. Μείζονος σημασίας είναι και η τοξικότητα του προωθητικού, καθώς κίνδυνοι εγκυμονούν κατά τους χειρισμούς κατά τη μεταφορά, φόρτωση και αποθήκευση και ειδικά μέτρα ασφαλείας θα πρέπει να τίθενται σε εφαρμογή για προωθητικές ύλες υψηλής τοξικότητας. Δεν θα πρέπει επίσης να παραβλεφθεί το γεγονός, ότι ορισμένες υγρές προωθητικές ύλες εμφανίζουν έντονη διαβρωτική συμπεριφορά, με συνέπεια την αναγκαία χρήση εξειδικευμένων υλικών για την κατασκευή του πυραυλικού συστήματος με υψηλή αντίσταση στη διάβρωση έναντι του εκάστοτε προωθητικού [8].

Τα υγρά προωθητικά μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις τύπους [4,5,7,8]:

Πετρελαϊκά παράγωγα : Προκύπτουν ως προϊόντα της διύλισης του αργού πετρελαίου και αποτελούν πολυσυστατικά, πολυφασικά μίγματα υδρογονανθράκων (οργανικές ενώσεις που αποτελούνται μόνον από άτομα άνθρακα C και υδρογόνου H₂). Κυρίως τα υγρά προωθητικά αυτής της κατηγορίας αφορούν κηροζίνη πολύ υψηλής καθαρότητας

(highly refined kerosene) με κωδική ονομασία στις Η.Π.Α. RP-1. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με υγροποιημένο οξυγόνο (liquid oxygen, ή LOX) ως οξειδωτικό μέσο [4, 8]. Η κηροζίνη αυτής της κατηγορίας έχει μικρότερη τιμή ειδικής ώθησης σε σύγκριση με τα κρουογενικά καύσιμα αλλά εμφανίζει καλύτερη απόδοση σε σχέση με τα προωθητικά του τύπου υπεργκόλ. Αν και οι πρώτες προδιαγραφές για το καύσιμο RP-1 εμφανίζονται ήδη από το 1957, οπότε και διαφάνηκε η αναγκαιότητα χρήσης ενός καθαρού πετρελαϊκού πυραυλικού καυσίμου [4], ακόμα και με τις νέες υπάρχουσες προδιαγραφές, οι κινητήρες που χρησιμοποιούν το καύσιμο αυτό παράγουν ανεπιθύμητα παραπροϊόντα (άκαυστοι υδρογονάνθρακες και αιθάλη που επικάθονται στον εγχυτήρα, άκαυστο υπόλειμμα που επικάθεται στις ψυχόμενες περιοχές του κινητήρα κλπ) τα οποία μειώνουν τον χρόνο λειτουργίας τους [8].

Μίγματα υγρού οξυγόνου και RP-1, χρησιμοποιήθηκαν ως προωθητικά, σε πρώτου επιπέδου πυραύλους εκτόξευσης (first-stage boosters) των οχημάτων εκτόξευσης Atlas, Delta II, Saturn 1B και Saturn V.

Κρουογενικά προωθητικά : Αποτελούνται από υγροποιημένα αέρια που βρίσκονται αποθηκευμένα σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Κυρίως χρησιμοποιείται το υγρό υδρογόνο (liquid hydrogen, LH₂) ως καύσιμο και το υγρό οξυγόνο (liquid oxygen, LO₂ ή LOX) ως το οξειδωτικό. Το υδρογόνο υγροποιείται σε θερμοκρασίες κάτω του σημείου βρασμού του (-253°C) ενώ το οξυγόνο παραμένει σε υγρή κατάσταση σε θερμοκρασίες κάτω των -183°C [9]. Οι πολύ χαμηλές αυτές θερμοκρασίες καθιστούν τα κρουογενικά καύσιμα δύσκολα στην αποθήκευση για μεγάλες χρονικές περιόδους. Σε αυτό το μειονέκτημά τους οφείλεται το γεγονός ότι δεν είναι επιθυμητά για χρήση σε στρατιωτικούς πυραύλους, καθώς θα έπρεπε να βρίσκονται σε ετοιμότητα εκτόξευσης για μήνες [4]. Συν τοις άλλοις, η πολύ μικρή πυκνότητα του υγρού υδρογόνου (0.071 g/cm³) οδηγεί στην απαίτηση δεξαμενών πολλαπλάσιου όγκου σε σύγκριση με άλλα καύσιμα.

Παρά τα μειονεκτήματα, το υγρό υδρογόνο εμφανίζει τιμές ειδικής ώθησης κατά 30-40% υψηλότερες σε σύγκριση με τα περισσότερα πυραυλικά καύσιμα κλασικού τύπου, όπως η κηροζίνη, ενώ δεν θα πρέπει να παραληφθεί το γεγονός της απουσίας ρύπων καθώς τα καυσαέρια που παράγονται είναι υπέρθερμοι υδρατμοί (H₂O). Επίσης, το υγρό υδρογόνο δεν έχει καθόλου χρώμα και οσμή, δεν είναι τοξικό, δε διαβρώνει τις δεξαμενές, δεν προξενεί ερεθισμούς ή παρόμοια φαινόμενα στα άτομα που το χειρίζονται, μπορεί να διατηρηθεί για πολύ σε δεξαμενές χωρίς να αλλοιωθεί ή να αποσυντεθεί [4, 9]. Για τη μεταφορά και αποθήκευση του υγρού υδρογόνου χρησιμοποιούνται δεξαμενές με διπλά τοιχώματα, με ατμοσφαιρική μόνωση, γιατί, με την απορρόφηση μικρού ποσού θερμότητας εξατμίζεται ταχύτατα.

Υγρό οξυγόνο και υγρό υδρογόνο έχουν χρησιμοποιηθεί ως προωθητικά σε υψηλής επιτελεστικότητας πυραυλοκινητήρες διαστημικών λεωφορείων (space shuttles). Μίγματα

LOX/LH2 χρησιμοποιήθηκαν στις πρώτες φάσεις εκτόξευσης των πυραύλων Saturn 1B και Saturn V αλλά και του Centaur, του πρώτου πυραύλου των Η.Π.Α. που το 1962 βασίστηκε εξ ολοκλήρου σε μίγμα LOX/LH2 ως προωθητικό [8, 9] αλλά και των προωθητικών συστημάτων εκτόξευσης 1ου σταδίου και άλλων αποστολών όπως αυτής του Discovery. Άλλα κρυογενικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται σε διαστημικά προωθητικά συστήματα είναι το υγρό μεθάνιο (σημείο βρασμού -162°C), το οποίο μαζί με υγρό οξυγόνο αποτελούν ένα καθαρό, μη τοξικό καύσιμο με απαίτηση δεξαμενών αποθήκευσης μικρότερων όγκων σε σχέση με τα κοινά προωθητικά υπεργκόλ [8]. Αν και προωθητικά LOX/μεθανίου δεν έχουν τύχει χρήσης στην αεροδιαστημική πλην ελαχίστων σε δοκιμές στο έδαφος, εν τούτοις υποστηρίζεται από πολλούς ερευνητές ότι οι μελλοντικές διαστημικές αποστολές προς τον πλανήτη Άρη πιθανότατα θα χρησιμοποιούν ως προωθητικό LOX/μεθάνιο, καθώς είναι δυνατόν να μπορεί να παραχθεί μεθάνιο in-situ από πρώτες ύλες στον Άρη.[6]

Στην ίδια κατηγορία ανήκει και το υδροποιημένο φθόριο F2 (σημείο βρασμού -188°C) με βάση το οποίο έχουν αναπτυχθεί στο παρελθόν και δοκιμαστεί με επιτυχία, πυραυλικοί κινητήρες. Αν και δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως άκρως τοξικό αέριο, το φθόριο είναι το πιο οξειδωτικό χημικό στοιχείο του Περιοδικού Πίνακα, το οποίο αντιδρά βιαίως με οποιοδήποτε χημικό στοιχείο ή χημική ουσία (εκτός του αζώτου και ενώσεων που έχουν ήδη υποστεί φθορίωση). Η χρήση του σε πυραυλικούς κινητήρες, επιφέρει αξιοσημείωτα αποτελέσματα [4], γι' αυτό και αναμιγνύεται με LOX, βελτιώνοντας την απόδοση πυραυλοκινητήρων βασισμένων σε LOX ως την οξειδωτική ύλη (το παραγόμενο μίγμα καλείται FLOX), αν και η εν γένει τοξικότητά του οδήγησε στο να εγκαταλειφθεί ως λύση από τα περισσότερα εμπλεκόμενα με την αεροδιαστημική τεχνολογία έθνη (αν και η ουσία πενταφθοριούχο χλώριο, ClF₅, θεωρείται από πολλούς ως κατάλληλη για οξειδωτικό σε πτήσεις στο απώτερο Διάστημα).[6]

Προωθητικά τύπου υπεργκόλ (*hypergolic propellants*) : Τα προωθητικά τύπου υπεργκόλ είναι καύσιμες και οξειδωτικές ύλες, οι οποίες όταν έρθουν σε επαφή αναφλέγονται αυθόρμητα, γεγονός που σημαίνει ότι δεν απαιτούν την παρουσία εναύσματος (φλόγα, σπινθήρας, διάπυρη επιφάνεια, ακτινοβολία κλπ). Η ευκολία στην εκκίνηση και επανεκκίνηση των συστημάτων που χρησιμοποιούν υπεργκόλ, τα καθιστούν ιδανικά για διαστημικά προωθητικά συστήματα ελιγμών. Επιπρόσθετα, παραμένουν σε υγρή κατάσταση σε συνθήκες συνθήκες διευκολύνοντας την αποθήκευσή τους σε σύγκριση με τα κρυογενικά προωθητικά αν και εμφανίζουν υψηλή τοξικότητα, γι' αυτό και θα πρέπει να χειρίζονται με πολύ μεγάλη προσοχή [4, 8].

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι χημικές ενώσεις υδραζίνη, N₂H₄, (hydrazine), μονομεθυλο-υδραζίνη, (CH₃)NH(NH₂), (monomethyl hydrazine ή MMH), μη συμμετρική διμεθυλο-υδραζίνη, (CH₃)₂N(NH₂), (unsymmetrical dimethyl hydrazine ή UDMH) [8]. Αν και η υδραζίνη εμφανίζει τη βέλτιστη συμπεριφορά ως πυραυλικό καύσιμο, το σχετικά

υψηλό σημείο πήξεως (2°C) και η χαμηλή θερμική της σταθερότητα, αποτελούν περιορισμούς στη χρήση της σε πυραυλικές εφαρμογές, παρότι στον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο χρησιμοποιήθηκε ως καύσιμο του Messerschmitt Me 163 Komet, του πρώτου πυραυλοκίνητου μαχητικού αεροσκάφους σχεδιασμένο από τον Γερμανό Alexander Lippisch. Η μονομεθυλο-υδραζίνη εμφανίζει μεγαλύτερη σταθερότητα (σημείο πήξης -52°C) και έχει χρησιμοποιηθεί ως προωθητικό σε διαστημικές εφαρμογές, ενώ η μη συμμετρική διμεθυλο-υδραζίνη εμφανίζει το χαμηλότερο σημείο πήξης (-57°C) και άρα λόγω της μεγάλης θερμικής σταθερότητάς της χρησιμοποιείται σε μεγάλων διαστάσεων κινητήρες οχημάτων εκτόξευσης με αναγεννητική ψύξη (large regeneratively cooled engines), αν και η απόδοσή της είναι η χαμηλότερη σε σύγκριση με τα υπόλοιπα παράγωγα της υδραζίνης [4, 8]. Εκτός των άλλων χρησιμοποιούνται και μίγματα παραγώγων της υδραζίνης, όπως αυτό που αποτελείται από 50% κ.β. UDMH και 50% κ.β. υδραζίνη (κοινή ονομασία Aerozine 50), το οποίο εμφανίζει την ίδια θερμική σταθερότητα με την UDMH αλλά καλύτερη απόδοση [8].

Ως οξειδωτικό μέσο με τα παράγωγα της υδραζίνης χρησιμοποιείται το τετροξειδίο του αζώτου (N_2O_4 , nitrogen tetroxide ή NTO) ή το τύπου III-A νιτρικό οξύ (inhibited red-fuming nitric acid, IRFNA) το οποίο αποτελείται κυρίως από νιτρικό οξύ (HNO_3), 14% κ.β. άζωτο (N_2), 1,5 έως 2,5% κ.β. νερό (H_2O) και 0,6% υδροφθόριο (HF) ως αναστολέα διάβρωσης. Το τετροξειδίο του αζώτου εμφανίζει χαμηλή διαβρωτική συμπεριφορά σε σχέση με το νιτρικό οξύ και καλύτερη απόδοση, μολονότι το σημείο πήξης του είναι υψηλότερο ($-11,2^{\circ}\text{C}$), αν και μπορεί να μειωθεί με την προσθήκη μονοξειδίου του αζώτου (NO) οπότε και το προκύπτον μίγμα καλείται αναμειγμένα οξείδια του αζώτου (mixed oxides of nitrogen, MON), με γνωστότερα τα αναμίγματα MON-3 με σημείο πήξης -15°C και MON-25 με σημείο πήξης -55°C (περιέχοντα 3 και 25% κ.β. μονοξειδίο του αζώτου αντίστοιχα) [8]. Τα οχήματα εκτόξευσης τύπου Titan και οι εξελιγμένοι πύραυλοι Delta II χρησιμοποίησαν ως προωθητικό το μίγμα NTO/Aerozine 50, ενώ το μίγμα NTO/MMH χρησιμοποιήθηκε σε συστήματα ελιγμών για τη διόρθωση της τροχιάς των διαστημικών λεωφορείων.

Η υδραζίνη έχει χρησιμοποιηθεί εκτός των άλλων και ως μονοκαύσιμο (monopropellant) σε κινητήρες καταλυτικής αποικοδόμησης (catalytic decomposition engines) όπου υγρό καύσιμο διασπάται σε αέρια υψηλής θερμοκρασίας παρουσία καταλύτη. Η αποικοδόμηση της υδραζίνης παράγει ως προϊόντα είτε μίγμα υδρογόνου και αζώτου, είτε μίγμα αμμωνίας και αζώτου, τα οποία αναπτύσσουν θερμοκρασίες της τάξης των 1100°C και ειδική ώθηση 230 - 240 s.[6]

Λοιπά υγρά προωθητικά : Εκτός των παραπάνω κατηγοριών και άλλες προωθητικές ύλες έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν, οι οποίες και αξίζει στο σημείο αυτό να μνημονευθούν, όχι μόνο για λόγους πληρότητας. Έτσι, στα παρακάτω παρατίθενται τα βασικά τους χαρακτηριστικά.

Στις απαρχές της πυραυλικής επιστήμης ως καύσιμες ύλες χρησιμοποιήθηκαν και οι αλκοόλες. Οι πύραυλοι V-2 των Ναζί και Redstone των Η.Π.Α. χρησιμοποιούσαν ως καύσιμο μίγμα υγροποιημένου οξυγόνου LOX και αιθυλικής αλκοόλης (CH₃CH₂OH) διαλυτοποιημένης σε νερό για τη μείωση της θερμοκρασίας στο θάλαμο καύσης. Με την ανάπτυξη αποτελεσματικότερων καυσίμων η χρήση αλκοολών σταμάτησε. [6]

Το υπεροξειδίο του υδρογόνου (H₂O₂) χρησιμοποιήθηκε ως οξειδωτικό μέσο, λόγω της ιδιότητάς του να διασπάται, απελευθερώνοντας ατομικό οξυγόνο [O], στον Βρετανικό πύραυλο Black Arrow. Σε υψηλές συγκεντρώσεις (85-95% κ.β. H₂O₂) το υπεροξειδίο του υδρογόνου καλείται υπεροξειδίο δοκιμών (high-test peroxide ή HTP). Τόσο η απόδοση όσο και η πυκνότητα του HTP είναι αντίστοιχες αυτών του νιτρικού οξέος, χωρίς να εμφανίζει την ίδια τοξικότητα και διαβρωτική συμπεριφορά, αν και το σημείο πήξεώς του είναι υψηλό. Παρουσία ειδικού καταλύτη, το HTP διασπάται σε οξυγόνο και υπέρθερμο ατμό αποδίδοντας ειδική ώθηση της τάξης των 150 s. Αν και δεν χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία ως οξειδωτικό μέσο σε μεγάλης κλίμακας εφαρμογές διπλών καυσίμων (bi-propellant), εν τούτοις χρησιμοποιήθηκε ως μονοκαύσιμο (monopropellant).[6]

Το υποξειδίο του αζώτου (N₂O, nitrous oxide) χρησιμοποιήθηκε και ως οξειδωτικό μέσο και ως μονοκαύσιμο (monopropellant). Το υποξειδίο του αζώτου με την παρουσία ειδικού καταλύτη υφίσταται διάσπαση η οποία είναι έντονα εξώθερμη στα αέρια προϊόντα άζωτο και οξυγόνο, αποδίδοντας ειδική ώθηση της τάξης των 170 s.

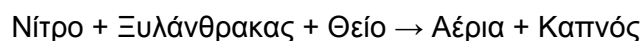
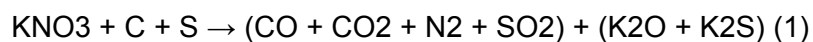
❖ Στερεά προωθητικά (Solid propellants)

Οι πυραυλικοί κινητήρες που χρησιμοποιούν στερεά καύσιμα είναι οι απλούστεροι στην κατασκευή έναντι των υπολοίπων. Αποτελούνται από ένα περίβλημα από ειδικό χάλυβα, γεμισμένο με ένα μίγμα στερεών ουσιών (που αποτελείται από το καύσιμο και το οξειδωτικό), το οποίο καίγεται ταχύτατα παράγοντας θερμά αέρια, τα οποία καθώς αποβάλλονται από το ακροφύσιο παράγουν ώση. Πολλές φορές τοποθετούνται επιπρόσθετα ειδικά σχεδιασμένα πλέγματα για τη συγκράτηση των κόκκων του προωθητικού μίγματος κατά την καύση. Τα στερεά προωθητικά κατά την ανάφλεξή τους καίγονται από το εσωτερικό προς το εξωτερικό της διατομής του προωθητικού γεμίσματος, κατά συνέπεια, το προωθητικό λειτουργεί και ως θερμομονωτικό του θαλάμου καύσης [10]. Η γεωμετρία του καναλιού καθορίζει την ταχύτητα καύσης, άρα εμμέσως ελέγχει και την παραγωγή ώσης. Σε αντίθεση με τους πυραυλοκινητήρες που χρησιμοποιούν υγρά προωθητικά, οι κινητήρες στερεών προωθητικών δεν μπορούν να σταματήσουν από τον χειριστή. Άπαξ και πυροδοτηθούν θα καίνε μέχρις ότου να εξαντληθεί το προωθητικό. Διαιρούνται σε δυο μικρότερες κατηγορίες, τα ομογενή και τα ετερογενή στερεά καύσιμα.[7]

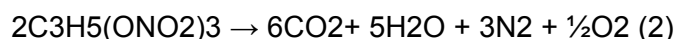
Και οι δύο κατηγορίες εμφανίζουν υψηλή πυκνότητα, θερμική σταθερότητα σε συνήθεις θερμοκρασίες και αποθηκεύονται εύκολα.

(i) *Ομογενή καύσιμα* : Είναι κυρίως προωθητικές πυρίτιδες διπλής βάσεως, με κύρια συστατικά τη νιτρογλυκερίνη και τη νιτροκυτταρίνη. Πρόκειται δηλαδή για πυρίτιδες, σαν κι αυτές που χρησιμοποιούνται για την εκτόξευση βλημάτων πυροβόλων όπλων. Η σύνθεσή τους είναι τέτοια ώστε μετά την έναυσή τους, αντί εκρήξεως να γίνεται μια ομαλότερη διάσπαση, από την οποία τα παραγόμενα αέρια, εκτονούμενα αποτελούν τη βάση της προωθητικής ισχύος του πυραύλου. Είναι γνωστά και ως βαλιστίτιδες και βρίσκουν μικρή εφαρμογή για πυραύλους μικρού βεληνεκούς [7].

Η πιο απλή περίπτωση ομογενούς στερεού καυσίμου είναι η κοινή πυρίτιδα (μαύρο μπαρούτι) που αποτελείται από νιτρικό κάλιο (KNO_3 ή νίτρο, 75% κ.β.), ξυλάνθρακα (C, 15% κ.β.) και θείο (S, 10% κ.β.). Μετά την έναυση, που γίνεται με καψούλια ή με ηλεκτρικό σπινθήρα, λαμβάνει χώρα η παρακάτω αντίδραση (1):



Στα εκρηκτικά με βάση τη νιτρογλυκερίνη ή τη νιτροκυτταρίνη καπνός δεν υπάρχει, γι' αυτό τα εκρηκτικά αυτά λέγονται άκαπνες πυρίτιδες. Η αντίδραση διασπάσεως της νιτρογλυκερίνης δίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Οι ειδικές ωθήσεις των ομογενών στερεών προωθητικών δεν ξεπερνούν τα 210 s. Το κύριο πλεονέκτημα που εμφανίζουν είναι ότι δεν παράγουν ανιχνεύσιμους καπνούς γι' αυτό και χρησιμοποιούνται κυρίως σε όπλα τακτικών επιχειρήσεων. [6]

(ii) *Ετερογενή καύσιμα* : Το στερεό καύσιμο σε μορφή υποστρώματος αποτελείται από ελαστικές ή πλαστικές ύλες και σ' αυτό, με μορφή λεπτής διασποράς, βρίσκεται το οξειδωτικό μέσο. Ως οξειδωτικά μέσα χρησιμοποιούνται κρυσταλλικές ουσίες, συνήθως άλατα σε πολύ λεπτό διαμερισμό, πλούσιες σε άτομα οξυγόνου, όπως είναι το νιτρικό αμμώνιο (NH_4NO_3), το υπερχλωρικό αμμώνιο (NH_4ClO_4) και το υπερχλωρικό κάλιο (KClO_4) τα οποία και αποτελούν το 60-90% της μάζας του προωθητικού. Το καύσιμο είναι

συνήθως αργίλιο (αλουμίνιο, Al). Το προωθητικό αποκτά μια συνεκτική δομή με τη χρήση μιας συνδετικής ουσίας πολυμερικής βάσης (polymeric binder), συνήθως πολυουρεθάνιο ή πολυβουταδιένιο, η οποία και αυτή καταναλώνεται ως καύσιμο.[6]

Πολλές φορές χρησιμοποιούνται και επιπρόσθετες ουσίες, όπως καταλύτες για την αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης καύσης. Το τελικό προϊόν έχει την υφή ενός ελαστικού σώματος. Τα σύνθετα προωθητικά αυτής της κατηγορίας κατηγοριοποιούνται από τον τύπο της πολυμερικής συνδετικής ουσίας που χρησιμοποιείται στην παραγωγή τους. Οι δύο πιο κοινές ενώσεις είναι το πολυμερές πολυβουταδιενίου-ακρυλικού οξέος-ακρυλονιτριλίου (polybutadiene acrylic acid acrylonitrile, PBAN) και το υδροξυ-πολυβουταδιένιο (hydroxy-terminator polybutadiene (HTPB). Όταν χρησιμοποιείται PBAN τα αντίστοιχα προωθητικά που προκύπτουν εμφανίζουν ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές ειδικής ώθησης, πυκνότητας και ταχύτητας καύσης σε σχέση με αυτά που χρησιμοποιούν HTPB. Αν και τα προωθητικά με βάση το PBAN εμφανίζουν δυσκολίες στην παραγωγική τους διαδικασία (κυρίως στην ανάμιξή τους με τα υπόλοιπα υλικά και το γεγονός ότι απαιτείται συντήρησή τους σε υψηλές θερμοκρασίες), ενώ η συνδετική ουσία HTPB είναι ισχυρότερη και ευκολότερη στους χειρισμούς κατά την παραγωγή της, και οι δύο συνθέτουν προωθητικά με υψηλές μηχανικές αντοχές, άριστη απόδοση και μεγάλους χρόνους καύσης.[6]

Τα καύσιμα αυτά έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι κάθε στιγμή έτοιμα για πυροδότηση, χάρη στην ασφάλεια που παρουσιάζει η αποθήκευσή τους, παρόλο που περιέχουν σε επαφή το καύσιμο και το οξειδωτικό. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για πυραύλους πολεμικών εφαρμογών, όπως είναι οι αμερικανικοί πύραυλοι Titan 3, Minuteman, Polaris κλπ. Σε σύγκριση με τα υγρά καύσιμα υστερούν ως προς την απόδοση και την ταχύτητα εκτόξευσης [7]. Οι κινητήρες αυτής της κατηγορίας εμφανίζουν μια πληθώρα χρήσεων. Μικρές ποσότητες στερεών προωθητικών χρησιμοποιούνται στα τελευταία στάδια εκτόξευσης διαστημικών οχημάτων ή ενισχύουν την προσφερόμενη ώση κατά τους χειρισμούς θέσης σε ανώτερες τροχιές. Μεγαλύτερες ποσότητες στερεών προωθητικών χρησιμοποιούνται για την επίτευξη επιπλέον ώσης κατά τους χειρισμούς θέσεως δορυφόρων σε γεωσύγχρονες ή πλανητικές τροχιές.[6]

❖ Υβριδικά προωθητικά (Hybrid propellants)

Οι πυραυλικοί κινητήρες που χρησιμοποιούν υβριδικά προωθητικά χρησιμοποιούν ένα από τα δύο υλικά (συνήθως το καύσιμο) σε στερεή κατάσταση ενώ το δεύτερο (συνήθως το οξειδωτικό) βρίσκεται σε υγρή κατάσταση. Ο θάλαμος καύσης ουσιαστικά αποτελείται από τη διαμόρφωση του στερεού υλικού στο οποίο εγχύεται το υγρό. Το μεγάλο πλεονέκτημα των κινητήρων αυτών είναι η πολύ υψηλή απόδοση, αντίστοιχη αυτών με στερεά προωθητικά, ταυτόχρονα όμως υπάρχει η δυνατότητα η εξέλιξη της αντίδρασης καύσης να

ελέγχεται πλήρως μέσω του χειριστή (αύξηση, μείωση, σταμάτημα ή ακόμα και επανεκκίνηση). Εν τούτοις τα προωθητικά και οι κινητήρες αυτού του είδους δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πολύ μεγάλες ώσεις, γι' αυτό και κατασκευάζονται σπάνια. Υβριδικός κινητήρας με οξειδωτικό υγροποιημένο υποξείδιο του αζώτου και πολυμερές HTPB ως το στερεό καύσιμο χρησιμοποιήθηκε για την πρόωση του διαστημικού οχήματος Spaceship One.

3.1.2 Ηλιακή Πρόωση

Δεδομένου ότι οι συσκευές χημικής πρόωσης χρησιμοποιούν την ενέργεια των χημικών αντιδραστηρίων, τα ηλιακά συστήματα πρόωσης χρησιμοποιούν την ενέργεια του ήλιου για να παράγουν αέρια υψηλής θερμοκρασίας που αποβάλλονται σε υψηλές ταχύτητες από έναν προωθητήρα. Υπάρχουν δύο μέθοδοι με τις οποίες αυτό επιτυγχάνεται. Κατ' αρχάς, ένας ηλιακός ηλεκτρικός προωθητήρας μπορεί να μετατρέψει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω των ηλιακών κυττάρων. Αυτή η ηλεκτρική ενέργεια στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει έναν προωθητήρα όπου η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια αερίων υψηλής θερμοκρασίας που αποβάλλονται. Η δεύτερη μέθοδος συλλαμβάνει την ηλιακή ενέργεια στην κοιλότητα ενός ηλιακού θερμικού προωθητήρα, όπου η θερμική περιεκτικότητα του απορροφάται από ένα ενεργό ρευστό που, με τη σειρά του, αποβάλλεται για σκοπούς ώθησης.[3]

❖ Ηλιακή Ηλεκτρική Πρόωση

Η ηλιακή ηλεκτρική πρόωση είναι μια βραχυπρόθεσμη τεχνολογία με σημαντικές δυνατότητες για τη μείωση της μάζας του διαστημικού σκάφους και του κόστους. Η ηλεκτρική πρόωση γενικά χαρακτηρίζεται από χαμηλή ώθηση και υψηλή ειδική ορμή. Ενώ δεν μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις για την άμεση αποστολή σε μεγάλα υψόμετρα, είναι καλά προσαρμοσμένη για τις λιγότερο επείγουσες απαιτήσεις. Η ηλεκτρική πρόωση μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του βάρους στα διαστημόπλοια κάτι που θα μπορούσε να μειώσει δραματικά το κόστος, επιτρέποντας την επιλογή ενός μικρότερου οχήματος εκτόξευσης. [3]

Επίσης, μπορεί να μειώσει ή να εξαλείψει τη χρήση της βοηθητικής βαρύτητας στις πλανητικές αποστολές, επιτρέποντας τις άμεσες τροχιές, καθώς και τη μείωση του χρόνου ταξιδιού. Ακόμα και στις αποστολές σε άλλους πλανήτες θα μπορούσε να αξιοποιηθεί η ηλιακή ηλεκτρική πρόωση συνεχούς ώθησης από περίπου τρεις αστρονομικές μονάδες προτού μειωθεί η ηλιακή ροή πέρα από μια χρήσιμη ένταση. Για την επίβλεψη ή τις απομακρυσμένες αποστολές ανίχνευσης που απαιτούν συχνούς ελιγμούς ή

επανατοποθετήσεις, η συγκριτικά υψηλή αποδοτικότητα των ηλεκτρικών προωθητήρων μπορεί να αυξήσει σημαντικά τη διάρκεια ζωής του διαστημικού σκάφους ή να ενισχύσει την ευελιξία του. Η ηλεκτροκίνηση χαμηλής ώσης θα μπορούσε επίσης να είναι κατάλληλη για την ακρίβεια τήρησης θέσης ομάδας μικρών διαστημοπλοίων.[3]

❖ Ηλιακή Θερμική Πρόωση

Η ηλιακή θερμική πρόωση προσφέρει μεγαλύτερη ικανότητα ώθησης από την ηλεκτροκίνηση σε χαμηλότερη ειδική ορμή. Η έρευνα δείχνει ότι αυτές οι συσκευές πρόωσης μπορούν να είναι σε θέση να αποδώσουν μια ειδική ορμή περίπου 850s με υψηλότερα επίπεδα ώθησης από τους ηλιακούς ηλεκτρικούς προωθητήρες (λιγότερο από ένα Newton), αλλά είναι λιγότερο ανεπτυγμένες. Η ειδική ορμή μέχρι σήμερα είναι της τάξης των 600s. Οι ηλιακοί συλλέκτες που απαιτούνται πρέπει να έχουν μικρό βάρος, να μπορούν να πακεταριστούν και στη συνέχεια να ξεδιπλωθούν στο διάστημα.[3]

3.2 Κινητήρες Πυραυλικών Συστημάτων

Για να μπορέσει ένα όχημα να βγει από τη γήινη ατμόσφαιρα και να σταθεροποιηθεί σε τροχιά γύρω από τη Γη, με μέγιστο ύψος κάτω από 1000 km (όπως ο πρώτος Sputnik 1), πρέπει να αποκτήσει ταχύτητα περίπου 7,9 km/s, η οποία ονομάζεται και πρώτη κοσμική ταχύτητα. Αν το όχημα πρέπει να ξεφύγει από τη γήινη έλξη, πρέπει να αποκτήσει ταχύτητα 11,2 km/s, η οποία και καλείται δεύτερη κοσμική ταχύτητα. Για να εισέλθει ένα διαστημόπλοιο στο πεδίο έλξης του Ήλιου, πρέπει να αποκτήσει την τρίτη κοσμική ταχύτητα, η οποία είναι περίπου ίση με 16 km/s [4, 5]. Αυτές οι ταχύτητες επιτυγχάνονται με τη χρήση πολυώροφων πυραύλων-φορέων που προωθούνται με πυραυλοκινητήρες (πύραυλοι). Για να πραγματοποιηθούν ισχυρότερες ωθήσεις, έτσι ώστε να είναι δυνατή η μεταφορά στο Διάστημα μεγαλύτερων φορτίων, μεταβάλλονται είτε οι διαστάσεις των πυραύλων-φορέων και των πυραυλοκινητήρων τους, είτε τα προωθητικά καύσιμά τους.

Ένας τυπικός πυραυλοκινητήρας αποτελείται από τα εξής διακριτά μέρη :

- τον θάλαμο καύσης
- το ακροφύσιο και
- τον εγχυτήρα (injector)

Ο θάλαμος καύσης είναι ο χώρος στον οποίο λαμβάνει χώρα η καύση του προωθητικού υπό υψηλή πίεση και υψηλή θερμοκρασία, γι' αυτό σχεδιάζεται ώστε να έχει τις κατάλληλες διαστάσεις ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης καύση πριν την είσοδο των αερίων στο

ακροφύσιο και κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να μπορεί να αντέξει τις μεγάλες θερμικές και μηχανικές καταπονήσεις που αναπτύσσονται σε αυτές τις συνθήκες. Συνήθως και ο θάλαμος καύσης και το ακροφύσιο ψύχονται μέσω κατάλληλων συστημάτων ψύξης.[6]

Ο τρόπος κατάταξης των πυραυλικών κινητήρων ποικίλει καθώς το φάσμα των χρησιμοποιούμενων προωθητικών συστημάτων είναι αρκετά ευρύ. Αν λάβει κανείς υπόψη τον τρόπο κατασκευής και τα αποτελούμενα μέρη, οι πυραυλικοί κινητήρες μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τα παρακάτω κριτήρια [10]:

- το είδος της ενέργειας που παράγει την ώση,
- την μέθοδο παραγωγής ώσης,
- την μεθοδολογία επιτάχυνσης της μεταφερόμενης μάζας

Χημικοί πυραυλοκινητήρες υγρών καυσίμων

Σχεδόν όλα τα διαστημικά οχήματα που έχουν εκτοξευτεί μέχρι σήμερα χρησιμοποιούν κινητήρες αυτού του είδους αλλά και τα περισσότερα κατευθυντήρια βλήματα μεγάλου βεληνεκούς. Είναι αρκετά πολύπλοκοι στην κατασκευή τους και χρησιμοποιούν καύσιμο και οξειδωτικό σε υγρή κατάσταση (συνήθως υγρό υδρογόνο και οξυγόνο), τα οποία καίγονται, ενώ ο υπέρθερμος υδρατμός που παράγεται προσφέρει την απαραίτητη ώση. Αναλόγως του συστήματος τροφοδοσίας που έχει επιλεγεί, το μεγάλο πλεονέκτημα που εμφανίζουν οι κινητήρες της κατηγορίας αυτής είναι το γεγονός ότι επιτρέπουν χειρισμό εκ του μακρόθεν, ώστε να τίθενται σε λειτουργία ή εκτός λειτουργίας κατά βούληση [5].

Αντιθέτως, τα μεγάλα μειονεκτήματά τους έγκεινται [6]:

- (i) στο αυξημένο βάρος της κατασκευής, λόγω του συστήματος αποθήκευσης του καυσίμου και οξειδωτικού σε μεγάλου όγκου δεξαμενές υπό πίεση (το 55% του βάρους ενός διαστημόπλοιου με τέτοιους κινητήρες με προορισμό τον Άρη θα αποτελούσε μόνον το προωθητικό),
- (ii) στο γεγονός ότι τα προωθητικά μίγματα δεν μπορούν να αποθηκευτούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα εμφανίζοντας συνεπώς μειωμένη ετοιμότητα εκτόξευσης στην περίπτωση ενδεχόμενης χρήσης τους σε κατευθυντήρια βλήματα και
- (iii) σε πολύπλοκους ελέγχους και σε πολύπλοκες βοηθητικές κατασκευές που απαιτούνται και άρα στη μειωμένη αξιοπιστία που εμφανίζουν λόγω αυτής της πολυπλοκότητας.

Θερμοπυρηνικοί πυραυλοκινητήρες

Οι θερμοπυρηνικοί κινητήρες πυραύλων είναι αντικείμενο μελετών από το 1950 οπότε και κατασκευάστηκαν οι αντιδραστήρες KIWI (KIWI nuclear reactor program) και NERVA (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application), με τους οποίους πραγματοποιήθηκαν

δεκάδες πειραματικές δοκιμές. Το αποτέλεσμα των δοκιμών αυτών ήταν η σχεδίαση ενός φορέα-πυραύλου που προωθείται από έναν πυρηνικό κινητήρα. Οι πυραυλοκινητήρες αυτής της κατηγορίας εμφανίζουν πολύ μεγάλη ποικιλία κατασκευής [5]. Αν και σε μέγεθος είναι πολύ μικρότεροι από αυτό των χημικών έχουν μεγάλη απόδοση και παροχή ωστικής ισχύος, με καλύτερη σχέση προωθητικού-βάρους διαστημοπλοίου (κατά προσέγγιση 32% προωθητικό).[6]

Η πυρηνική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται σε θερμική και ακολούθως σε κινητική μέσω του ακροφύσιου. Οι θερμοπυρηνικοί πυραυλοκινητήρες αντλούν την ενέργειά τους από πυρηνική σχάση ή σύντηξη ή μετατροπή ραδιενεργών ουσιών. Σε έναν θερμοπυρηνικό πυραυλοκινητήρα σχάσης το υλικό το οποίο θα υποστεί πυρηνική σχάση μπορεί να είναι σε στερεή (καρβίδια του ουρανίου UC, UC2) ή σε υγρή κατάσταση (εξαφθοριούχο ουράνιο, UF6) [10].

Βασικό μειονέκτημα των διατάξεων αυτών αποτελεί το πρόβλημα της μεταφοράς θερμότητας στη μάζα που χρησιμοποιείται για επιτάχυνση στο ακροφύσιο εξόδου (υδρογόνο H₂ ή υδρίδιο του λιθίου, LiH). Συνήθως το υγρό υδρογόνο που περιέχεται σε δεξαμενές θερμαίνεται, αντί με τη μέθοδο της καύσης με το υγρό οξυγόνο, με έναν πυρηνικό αντιδραστήρα σε θερμοκρασίες άνω των 2000°C. Οι πυραυλοκινητήρες αυτού του τύπου αποφεύγονται λόγω των συνεπειών που θα προκαλούσε μια απρόοπτη πτώση τους στην επιφάνεια της Γης [5, 11].

Πυραυλοκινητήρες ιόντων

Χαρακτηριστικό της λειτουργίας τους είναι ότι η ώση τους επιτυγχάνεται από την επιτάχυνση θετικών ιόντων ιονίζοντας το καύσιμο με βομβαρδισμό από δέσμη ηλεκτρονίων και επιταχύνοντας τα παραγόμενα θετικά ιόντα με εφαρμογή ισχυρού ηλεκτρικού πεδίου, ενώ πριν την έξοδο τα ηλεκτρόνια εισάγονται στο ρεύμα εξόδου, ώστε ο κινητήρας να μην αποκτήσει αρνητικό φορτίο. Έχουν πολύ μικρή ωστική δύναμη, αλλά καλύτερη σχέση προωθητικού-βάρους διαστημοπλοίου (κατά προσέγγιση 22% προωθητικό). Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι η μηδαμινή θερμική και μηχανική καταπόνηση που υφίστανται. Ένας πολύ μικρός κινητήρας του είδους δοκιμάστηκε στο αμερικανικό διαστημόπλοιο Deep Space 1 [6].

Ηλεκτρομαγνητικοί ή Ηλεκτροδυναμικοί πυραυλοκινητήρες

Οι ηλεκτρομαγνητικοί πυραυλοκινητήρες είναι επίσης γνωστοί και ως ηλεκτροδυναμικοί πυραυλοκινητήρες. Η δύναμη που επιταχύνει την μεταφερόμενη μάζα για την δημιουργία της ώσης είναι η γνωστή δύναμη Lorenz. Όπως είναι γνωστό σ' έναν διαρρεόμενο από ηλεκτρικό ρεύμα αγωγό, ο οποίος βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο ενεργεί μία δύναμη κάθετη στο μαγνητικό πεδίο και την διεύθυνση του ηλεκτρικού ρεύματος. Στην περίπτωση των

ηλεκτρομαγνητικών πυραυλοκινητήρων αντί του ηλεκτρικού αγωγού υπάρχει πλάσμα [10]. Το μαγνητικό πεδίο μπορεί να είναι μόνιμο ή διακεκομμένο, καθώς επίσης σταθερό ή εναλλασσόμενο. Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι ηλεκτρομαγνητικών πυραυλοκινητήρων:

- α) Με επιταχυντή ορμής (ασυνεχής επιτάχυνση) και
- β) Με συνεχή επιταχυντή.

Οι δύο αυτοί τύποι παρουσιάζουν αρκετές παραλλαγές στα είδη ηλεκτρομαγνητικών πυραυλοκινητήρων. Ενδεικτικά αναφέρονται τα ακόλουθα [10]:

- Πυραυλοκινητήρας με εγκάρσιο επιταχυντή
- Πυραυλοκινητήρας με επιταχυντή τύπου Hall
- Πυραυλοκινητήρας με γραμμικό επιταχυντή
- Πυραυλοκινητήρας ιόντων τύπου Hall.
- Πυραυλοκινητήρας με επιταχυντή ορμής χωρίς ηλεκτρόδια
- Πυραυλοκινητήρας με επιταχυντή ορμής και ηλεκτρόδια

Μαγνητοπλάσμοδυναμικοί πυραυλοκινητήρες

Επιταχύνουν φορτισμένα σωματίδια χρησιμοποιώντας μαγνητικά αντί ηλεκτρικά πεδία. Και αυτοί έχουν μικρή ωστική δύναμη (τριπλάσια από των ιοντικών), αλλά η σχέση προωθητικού-βάρους διαστημοπλοίου μπορεί να ποικίλει από 6,7 έως 31% προωθητικό (ανάλογα με την ώση που θα τους ζητηθεί να παράγουν). Σε συνεργασία της NASA με τη Ρωσία, την Ιαπωνία και τη Γερμανία, έχει αναπτυχθεί ένα πρωτότυπο μαγνητοπλάσμοδυναμικού πυραυλοκινητήρα ισχύος 1 MW. [6]

Αν και η ώθηση που προσφέρουν οι κινητήρες πλάσματος είναι πολύ μικρή μπροστά στη μεγάλη ώθηση των χημικών πυραυλοκινητήρων, το γεγονός ότι μπορούν να λειτουργήσουν επί χρόνια, έχει το πλεονέκτημα, ότι η τελική ταχύτητα του οχήματος που τους χρησιμοποιεί να είναι πολλαπλάσια εκείνης που μπορούν να πετύχουν οι συμβατικοί πυραυλοκινητήρες [6].

Παλμοεπαγωγικοί πυραυλοκινητήρες

Όπως και οι μαγνητοπλάσμοδυναμικοί χρησιμοποιούν μαγνητικά πεδία για την επιτάχυνση της μεταφερόμενης μάζας, αφού αυτή πρώτα ιονιστεί μέσω ηλεκτρικής εκκένωσης με τη βοήθεια ειδικής διάταξης πυκνωτών [5]. Επειδή δε χρησιμοποιούν ηλεκτρόδια δε φθείρονται. Η σχέση προωθητικού-βάρους διαστημοπλοίου είναι κατά προσέγγιση 14%. [6]

Πυραυλοκινητήρες Μαγνητοπλάσματος Μεταβλητής Ειδικής Ώθησης VASIMR

Οι πυραυλοκινητήρες Μαγνητοπλάσματος Μεταβλητής Ειδικής Ώθησης (Variable Specific Impulse Magnetoplasma Rocket, VASIMR) έχουν ενδιάμεση ωστική δύναμη και πολύ καλή σχέση προωθητικού-βάρους διαστημοπλοίου (2,4-46% προωθητικό ανάλογα με την ώση).

Το καύσιμο (υδρογόνο) ιονίζεται από ραδιοκύματα και οδηγείται μέσω μαγνητικών πεδίων σε ένα κεντρικό θάλαμο, όπου τα φορτισμένα σωματίδια ακολουθούν μια φθίνουσα σπειροειδή πορεία μέχρι να φτάσουν στην έξοδο, αφού περάσουν πρώτα από ένα πηνίο στραγγαλισμού, που ελέγχει την εξερχόμενη ποσότητα. Μέσα στο θάλαμο καύσης το πλάσμα φτάνει τους 107 °C.[6]

Οι πυραυλοκινητήρες VASIMR, πέρα από λύση στο πρόβλημα του πυραύλου, που θα χρησιμοποιηθεί για επανδρωμένη πτήση στον Άρη, θα μπορούσαν να αποτελέσουν και τον πρόγονο ενός πυραυλοκινητήρα πυρηνικής σύντηξης με ισχύ 10 έως 100 GW, ο οποίος θα ήταν δυνατό να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για διαπλανητικά, αλλά και για διαστρικά ταξίδια, αν και η ελεγχόμενη σύντηξη δεν έχει επιτευχθεί ακόμα με τρόπο αποδοτικό για τέτοια χρήση. [6]

Φωτονικοί πυραυλοκινητήρες

Οι κινητήρες αυτοί βασίζονται στην εκπομπή ενός ρεύματος φωτονίων (κβάντων φωτός), με τον σκοπό να εκμεταλλευτούν την ώση την οποία αναπτύσσουν εξ αντίδρασης. Η ώση γίνεται υπολογίσιμη εξαιτίας της πάρα πολύ υψηλής ταχύτητας με την οποία τα εκπεμπόμενα φωτόνια μπορούν να κινηθούν [5]. Ο τύπος αυτός κινητήρα εξασφαλίζει λειτουργία για απεριόριστο χρόνο, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στο διαστημικό κενό όπου δεν υπάρχουν τριβές (έστω και ελάχιστες).

3.3 Συστήματα Παραγωγής Ενέργειας

Το ηλεκτρικό σύστημα ισχύος ενός διαστημικού σκάφους αποτελείται γενικά από την πρωτογενή μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ηλιακή ή πυρηνική), το σύστημα διαχείρισης και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, και τη μονάδα αποθήκευσης ενέργειας. Στα συστήματα ηλιακής ενέργειας, η μονάδα αποθήκευσης ενέργειας αντιπροσωπεύει περίπου το ένα τρίτο της μάζας της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συστήματα παραγωγής ενέργειας με πυρηνικά ραδιοϊσότοπα είναι ανεξάρτητα από το φως του ήλιου και απαιτούν λίγη ή καθόλου αποθήκευση ενέργειας. Η επιλογή του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από παράγοντες όπως το επίπεδο ισχύος (μέση και μέγιστη), τη διάρκεια ζωής της αποστολής, και το περιβάλλον λειτουργίας. Στη συντριπτική πλειονότητα των περιπτώσεων, τα συστήματα ηλιακής ενέργειας προτιμούνται σε σχέση με τα πυρηνικά λόγω του χαμηλότερου κόστους και τις απλούστερες διαδικασίες έγκρισης της εκτόξευσης.[3]

❖ Ηλιακές Συστοιχίες

Για τις διαστημικές αποστολές που είναι αρκετά κοντά (και με ανεμπόδιστη θέα) στον ήλιο, οι συστοιχίες ηλιακών κυττάρων μπορούν να ανταποκριθούν στις βραχυπρόθεσμες ανάγκες διαστημικής ενέργειας για μικρά, ελαφριά διαστημόπλοια με τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα ηλιακά κύτταρα μπορούν να τοποθετηθούν απευθείας πάνω στην εξωτερική επιφάνεια του διαστημικού οχήματος ή σε πάνελ που έχουν ξεδιπλωθεί όταν το διαστημικό σκάφος μπει σε τροχιά.[3]

Η απόδοση των ηλιακών συστοιχιών προσδιορίζεται από :

- (1) την ειδική ενέργεια, δηλαδή την ενέργεια που παρέχεται από την ηλιακή συστοιχία ανά μονάδα βάρους (W/kg)
- (2) την πυκνότητα ισχύος, δηλαδή την ισχύ που αποδίδεται από μια ηλιακή συστοιχία ανά μονάδα επιφάνειας (W/m^2) και
- (3) το επίπεδο επιβίωσης, δηλαδή την ικανότητα μιας διάταξης να επιβιώσει σε εχθρική επίθεση και στο περιβάλλον του διαστήματος.

❖ Πυρηνική Τεχνολογία

Τα συστήματα παραγωγής ενέργειας πυρηνικών ραδιοϊσοτόπων μετατρέπουν τη θερμότητα από μια πηγή θερμότητας ραδιοϊσοτόπου σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα σημερινά συστήματα ισχύος με ραδιοϊσότοπα είναι πιο συμπαγή από τα ηλιακά συστήματα και είναι ανταγωνιστικά, αλλά είναι αρκετά δαπανηρά και απαιτούν μια πολύπλοκη διαδικασία για την έγκριση της εκτόξευσης. Ως εκ τούτου, η ηλιακή ενέργεια προτιμάται σε σχέση με την ενέργεια από ραδιοϊσότοπα, εκτός από τις αποστολές στο μακρινό διάστημα ή τις αποστολές όπου υπάρχει πολύ λίγο φως του ήλιου για την αποτελεσματική λειτουργία των φωτοβολταϊκών, καθώς και για τις αποστολές κοντά στον ήλιο, όπου η ηλιακή ροή είναι πολύ έντονη και πολύ μεταβλητή για τα ηλιακά συστήματα ενέργειας.[3]

3.4 Υλικά Διαστημικών Σκαφών

Ο τομέας της αεροδιαστημικής ήταν ανέκαθεν πρωτοπόρος στην ανάπτυξη και την εφαρμογή προηγμένων υλικών. Η ζήτηση για αυτά τα υλικά προέρχεται από τις απαιτήσεις απόδοσης ενός στοιχείου, το οποίο συνήθως είναι αναπόσπαστο μέρος ενός πολύπλοκου τεχνικού συστήματος. Τα βασικά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν με την ανάπτυξη προηγμένων υλικών είναι οι ιδιότητες των υλικών, το υλικό κατασκευής και τελικά το κόστος. Απόδοση του στοιχείου καθορίζεται κυρίως από τις μηχανικές ιδιότητες όπως η αντοχή, η ακαμψία, και η ανοχή στη βλάβη, καθώς και από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες

όπως η πυκνότητα, η αντοχή στη διάβρωση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και υψηλές θερμοκρασίες.[12]

Οι βασικές κινητήριες δυνάμεις για την ανάπτυξη της μηχανικής υλικών στην αεροδιαστημική και διαστημική βιομηχανία είναι η μείωση του βάρους και αύξηση της αντοχής στη θερμοκρασία. Η μείωση του βάρους γίνεται αποτελεσματικά με τη μείωση της πυκνότητας. Επιπλέον, η μείωση του βάρους ενός μεμονωμένου στοιχείου μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές και βελτιστοποίηση επιπλέον στοιχείων της κατασκευής. Το μειωμένο βάρος απογείωσης ενός διαστημικού οχήματος ή δορυφόρου επηρεάζει άμεσα το ποσό του καυσίμου που καίγεται, έχοντας τεράστια οικονομικά και οικολογικά οφέλη με τον ελαφρύ σχεδιασμό. Λαμβάνοντας υπόψη τη δύναμη και την πυκνότητα τους, γίνεται αρκετά προφανές γιατί τα κράματα αλουμινίου και τιτανίου είναι τα κλασικά ελαφριά κράματα που χρησιμοποιούνται στη διαστημική βιομηχανία.[12]

Τα κράματα αλουμινίου χρησιμοποιούνται σε θερμοκρασία δωματίου και σε κρυογονικές εφαρμογές και έρευνες έχουν επικεντρωθεί στην περαιτέρω μείωση της πυκνότητας, βελτιώνοντας τις δυνατότητες σε αυξημένη θερμοκρασία και την αντοχή σε συνθήκες διάβρωσης. Τα σύνθετα πολυμερή προσφέρουν ακόμη μεγαλύτερη αντοχή σε χαμηλότερη πυκνότητα και έχουν, σε κάποιο βαθμό, αντικαταστήσει τα κλασικά μεταλλικά υλικά σε συγκεκριμένες εφαρμογές.[12]

Πιθανώς κανένα άλλο μέταλλο δε συνδέεται περισσότερο με την αεροδιαστημική από το τιτάνιο. Με μόνο το ήμισυ περίπου της πυκνότητας του χάλυβα ή των υπερκράματων, τα κράματα τιτανίου παρέχουν μια εξαιρετική αναλογία δυναμής βάρους. Η αντοχή τους στη διάβρωση είναι εξαιρετική και η αφθονία τους είναι ουσιαστικά απεριόριστη. Ωστόσο, η τεχνολογία για τη μετατροπή του μεταλλεύματος σε μέταλλο είναι δαπανηρή και αυτός είναι ο λόγος για τη σχετικά υψηλή τιμή τους, μολονότι το μεγαλύτερο μέρος του τιτανίου που παράγεται πηγαίνει στη βιομηχανία της αεροδιαστημικής. Τα κράματα τιτανίου χρησιμοποιούνται όταν τα ελαφρύτερα κράματα αλουμινίου δεν πληρούν πλέον τις απαιτήσεις για δύναμη, αντοχή στη διάβρωση και αυξημένη θερμοκρασία. [12]

Παρά τις δυνατότητές τους για εφαρμογές σε υψηλές θερμοκρασίες, τα κεραμικά στοιχεία δεν έχουν ακόμη εισαχθεί στο σχεδιασμό αεροκινητήρων σε μεγάλο βαθμό, αλλά στο μέλλον μπορεί να δούμε μια αύξηση του αριθμού των κεραμικών για δομικά μέρη, ειδικά όταν βελτιωθούν για την ενίσχυση της σκληρότητας. Σε γενικές γραμμές, οι ιδιότητες των υλικών μπορούν να προσαρμοστούν, με την τροποποίηση της χημικής τους σύστασης και της επεξεργασίας τους. Από μητέρα φύση, επιστήμονες των υλικών έχουν υιοθετήσει μια τρίτη προσέγγιση, την ομοιογένεια, με τοπική ή στοχευμένη ενίσχυση ενός στοιχείου, προκειμένου να βελτιωθούν οι ιδιότητες του, όπως σκληρότητα, αντοχή ή ανθεκτικότητα.[12]

Σύνθετα υλικά που βασίζονται σε πολυμερή, μεταλλικά και κεραμικά, γίνονται ολοένα και πιο σημαντικά. Τέλος, για πολλές εφαρμογές, οι απαιτήσεις που υπάρχουν για ένα στοιχείο που δεν μπορούν να επιτευχθούν από ένα και μόνο υλικό, αλλά απαιτούν ένα σύστημα όπου τα υλικά μέρη του συστήματος έχουν διαφορετικές ιδιότητες και στο σύνολό τους επιτυγχάνουν τον τελικό στόχο.[12]

3.5 Συστήματα Επικοινωνιών

Η παρούσα υποδομή για διοίκηση, έλεγχο, επικοινωνίες και ανάκτηση δεδομένων στα διαστημικά σκάφη της NASA, αποτελείται από μια σειρά από εγκαταστάσεις, όπως το δορυφορικό σύστημα παρακολούθησης και αναμετάδοσης δεδομένων (TDRSS), το διαστημικό δίκτυο (Deep Space Network) και άλλες υπηρεσίες. Η υποδομή αυτή είναι παλιά και έχει αναπτυχθεί εδώ και πολλά χρόνια. Ένας δεύτερος σημαντικός τομέας στις επικοινωνίες καλύπτει την εφαρμογή των εμπορικών διαστημικών σκαφών σε επικοινωνίες φωνής και δεδομένων υψηλής χωρητικότητας, σε συνδυασμό με τα εθνικά και διεθνή δίκτυα. Όλες οι πτυχές της καθημερινής ζωής έχουν αναπτυχθεί με βάση αυτές τις υπηρεσίες επικοινωνίας. Τα συστήματα επικοινωνίας των διαστημικών οχημάτων έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για εξειδικευμένες υπηρεσίες, καθώς και για κυβερνητική και στρατιωτική χρήση.[3]

❖ Βιομηχανικά Προγράμματα

Η βιομηχανία έχει εκτεταμένη υποστήριξη των προγραμμάτων του Υπουργείου Άμυνας και της NASA. Ξεκινώντας με το πρόγραμμα ACTS και συνεχίζοντας με το πρόγραμμα Στρατιωτικών Δορυφόρων (MilSat) και το έργο BMDO, ένας μεγάλος αριθμός μεγάλων και μικρών αναδόχων συνέβαλαν σημαντικά στην τεχνολογία των επικοινωνιών. Επιπλέον, η βιομηχανία έχει πραγματοποιήσει δικές της εξελίξεις μέσω των εταιρειών για εφαρμογές σε εμπορικά προγράμματα. Μια σημαντική προσπάθεια έχει καταβληθεί στην ανάπτυξη συστημάτων σε διαστημόπλοια χαμηλής γήινης τροχιάς για επικοινωνίες εμπορικού σκοπού. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι ένας συνδυασμός των αποτελεσμάτων κυβερνητικών και εταιρικών προσπαθειών.[3]

❖ Επικοινωνίες μεταξύ Διαστημοπλοίων

Το TDRSS είναι το πρώτο λειτουργικό σύστημα που μπορεί να χρησιμοποιήσει τις διασυνδέσεις μεταξύ των διαστημικών σκαφών. Κάθε γεωστατικό διαστημικό σκάφος TDRSS έχει τη δυνατότητα να επικοινωνήσει με άλλα 22 διαστημικά σκάφη. Μέσω του εντοπισμού εδάφους και υπολογισμών καθορίζεται η θέση στο χώρο του κάθε διαστημικού σκάφους. Αυτή η πληροφορία μεταδίδεται στο διαστημικό σκάφος TDRSS και μέσω

ηλεκτρονικά ελεγχόμενης κεραίας, η κατάλληλη δέσμη διαμορφώνεται έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένας σύνδεσμος με το άλλο διαστημικό σκάφος. Λόγω της σχετικής κίνησης μεταξύ του δύο επικοινωνούντων διαστημοπλοίων, μια μετατόπιση συχνότητας Doppler λαμβάνει χώρα, η οποία πρέπει να αναγνωρισθεί και να αντισταθμιστεί.[3]

❖ Πολλαπλή Πρόσβαση

Όταν οι ταυτόχρονες μεταδόσεις από έναν αριθμό πομπών λαμβάνονται από τον ίδιο δέκτη, ένα πρωτόκολλο απαιτείται προκειμένου ο δέκτης να ανακατασκευάσει σωστά κάθε μήνυμα. Υπάρχουν δύο πρωτόκολλα πολλαπλής πρόσβασης που χρησιμοποιούνται σε συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών. Το ένα βασίζεται στη συχνότητα (Frequency Division Multiple Access) και το άλλο στο χρόνο (Time Division Multiple Access).[3]

❖ Αξιοποίηση Φάσματος

Με την ανάπτυξη των επικοινωνιακών αναγκών, οι οποίες απαιτούν όλο και περισσότερο εύρος ζώνης μετάδοσης, το διαθέσιμο φάσμα έχει γίνει υπερπλήρες. Η αυξανόμενη ανάγκη για διαβίβαση των δεδομένων σε πολύ υψηλές ταχύτητες και πολύ χαμηλά ποσοστά σφαλμάτων αύξησε το πρόβλημα αυτό. Πολλές υπάρχουσες τεχνικές βελτιώνονται συνεχώς όπως [3]:

- (1) τεχνολογίες διαμόρφωσης φάσματος πολλαπλής πρόσβασης
- (2) νέες τεχνικές πολυπλεξίας
- (3) επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων
- (4) τεχνικές κωδικοποίησης σήματος και διόρθωσης σφαλμάτων και
- (5) πιο αποτελεσματικές κεραίες.

Η ταχεία ανάπτυξη των οπτικών επικοινωνιών έχει σημαντικό αντίκτυπο σε αυτόν τον τομέα, με την ελευθέρωση του φάσματος των ραδιοσυχνοτήτων από τις παρούσες απαιτήσεις. Η επιτροπή αναμένει ότι με την απελευθέρωση του φάσματος ραδιοσυχνοτήτων, νέες σημαντικές ευκαιρίες θα παρουσιαστούν για κινητές και απομακρυσμένες τηλεπικοινωνίες.[3]

❖ Δίκτυο Απώτερου Διαστήματος-Deep Space Network(DSN)

Το σύστημα επικοινωνιών για μακρινές διαστημικές αποστολές, DSN, περιλαμβάνει συγκροτήματα κεραιών σε τρεις τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο. Οι εγκαταστάσεις αυτές, τοποθετημένες περίπου ανά 120 μοίρες στη Γη, παρέχουν συνεχή κάλυψη και παρακολούθηση για μακρινές διαστημικές αποστολές. Κάθε συγκρότημα περιλαμβάνει μια κεραία διαμέτρου 70 m και μια σειρά κεραιών διαμέτρου 34 m . Αυτές οι κεραίες μπορούν

να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή σε συνδυασμό (συστοιχία κεραιών) για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των επικοινωνιών κάθε διαστημικής αποστολής. Ένα μεγάλο μέρος της έρευνας σε αυτόν τον τομέα αφορά τις ραδιοσυχνότητες, τις κεραιές, τους πομπούς, τους ανιχνευτές σήματος, τεχνικές διαμόρφωσης, κωδικοποίηση καναλιών, συμπίεση δεδομένων, και προσομοίωση. Επίσης περιλαμβάνει οπτικές επικοινωνίες καθώς και συναφή οπτικά όργανα, συστήματα οπτική σχεδιασμού, οπτικούς ανιχνευτές και λέιζερ. [58]



Εικόνα 3.1 Η κεραία διαμέτρου 70m στο Goldstone της California, με φόντο την έρημο Mojave. Στα δεξιά διακρίνεται η κεραία υψηλής απόδοσης με διάμετρο 34m[58]

3.6 Συστήματα Οδήγησης και Ελέγχου

Η λειτουργία του συστήματος καθοδήγησης και ελέγχου είναι να προσδιορίσει και να ελέγξει τη θέση ενός διαστημικού σκάφους, τη στάση, την κατεύθυνση και τη γωνιακή ταχύτητα. Ένα σύστημα καθοδήγησης και ελέγχου αποτελείται από αισθητήρες για τη μέτρηση των παραμέτρων που απαιτούνται, μετατροπείς σήματος και το κύκλωμα μετάδοσης για τη σύνδεση των στοιχείων του συστήματος, επεξεργαστές, συσκευές αποθήκευσης, ηλεκτρονικά και επενεργητές για την πραγματοποίηση του ελέγχου. Οι απαιτήσεις εξαρτημάτων ποικίλουν ανάλογα με την αποστολή, ωστόσο, πολλά βασικά στοιχεία καθοδήγησης και ελέγχου είναι κοινά σε πολλές αποστολές και αναλύονται παρακάτω.[3]

Γυροσκόπια (Gyroscopes) : Τα γυροσκόπια χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τη στάση ενός διαστημικού σκάφους. Τα συμβατικά μηχανικά (περιστρεφόμενης μάζας) γυροσκόπια έχουν χρησιμοποιηθεί στα περισσότερα διαστημικά σκάφη μέχρι σήμερα. Παράλληλα έχουν αναπτυχθεί γυροσκόπια που βασίζονται σε οπτικές τεχνικές. Δύο τύποι οπτικών γυροσκοπίων έχουν κερδίσει την αποδοχή για διαστημικές αποστολές: γυροσκόπια δακτυλίων λείζερ και γυροσκόπια οπτικών ινών. Καθένα βασίζεται στην μέτρηση της χρονικής διαφοράς που απαιτείται για δύο δέσμες φωτός να ολοκληρώσουν μια κυκλική διαδρομή όταν οι δέσμες κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις, και το μέσο στο οποίο κινούνται περιστρέφεται.[3]

Ιχνηλάτες (Trackers) : Οι ιχνηλάτες, όπως και τα γυροσκόπια, χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τη στάση του διαστημικού σκάφους. Οι ιχνηλάτες του Ήλιου και του ορίζοντα χρησιμοποιούνται ευρέως σε διαστημικές αποστολές με μέτριες απαιτήσεις ακρίβειας στον προσδιορισμό της στάσης. Οι ιχνηλάτες αστεριών χρησιμοποιώντας συστοιχίες εστιακού επιπέδου, έχουν αποδειχθεί επιτυχείς σε ταυτόχρονη παρακολούθηση ενός αριθμού άστρων και καθορισμό στάσης με υψηλό βαθμό ακρίβειας. Μια συστοιχία εστιακού επιπέδου ανιχνευτών αστέρων έχει ένα ευρύ οπτικό πεδίο ώστε να παρακολουθήσει ένα σώμα-στόχο, καθώς και αστέρια αναφοράς, εξαλείφοντας έτσι τα σφάλματα μετάδοσης μεταξύ της αναφοράς στάσης και του αισθητήρα του στόχου.[3]

Τροχοί αντίδρασης και γυροσκόπια ελέγχου : Οι τροχοί αντίδρασης και τα γυροσκόπια ελέγχου παρέχουν ροπή για να διορθώσουν και να διατηρήσουν το διαστημικό σκάφος σε στάση. Δεδομένου ότι οι τροχοί αντίδρασης και τα γυροσκόπια ελέγχου είναι βαριά και έχουν μικρή διάρκεια ζωής, επιπλέον τροχοί χρησιμοποιούνται συχνά για να βελτιώσουν την αξιοπιστία, εντείνοντας όμως το πρόβλημα βάρους. Πολλά μικρά προγράμματα βρίσκονται σε εξέλιξη για να εισαγάγουν τα μαγνητικά ρουλεμάν ώστε να αυξηθεί η διάρκεια ζωής, αλλά αυτό προσθέτει πολυπλοκότητα, κόστος και βάρος.[3]

Ηλεκτρονικά ελέγχου : Η αρχιτεκτονική του συστήματος, τα ηλεκτρονικά του διαστημόπλοιου και του συστήματος συλλογής δεδομένων είναι προσαρμοσμένα σε μεγάλο βαθμό στην αποστολή και στο διαστημόπλοιο, παρότι κάποιο λογισμικό, μερικά ηλεκτρονικά πρότυπα και η γενική προσέγγιση για το σύστημα μεταφέρονται από διαστημόπλοιο σε διαστημόπλοιο. Τα σχέδια αντανakλούν την πρόοδο στον εμπορικό κόσμο και συγκεκριμένα την τρέχουσα μικροηλεκτρονική, τις τεχνικές συσκευασίας και τα αυτοματοποιημένα βοηθήματα σχεδιασμού.[3]

Παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS) : Παρόλο που αναπτύχθηκαν για στρατιωτική χρήση, τα τρέχοντα τροχιακά συστήματα καθοδήγησης και πλοήγησης όπως το GPS και το αντίστοιχο Ρώσικο (GLONASS) παρέχουν εξαιρετικά ακριβείς πληροφορίες θέσης για το διαστημικό σκάφος εντός της περιοχής λειτουργίας του GPS και τώρα είναι διαθέσιμα για χρήση από τους πολίτες. Όταν θεωρηθούν ως αισθητήρες θέσης, οι δέκτες

του GPS που δουλεύουν με διαφορεικό τρόπο, προσφέροντας περίπου ακρίβεια 1 μέτρου για διαστημικό σκάφος χαμηλής γήινης τροχιάς.[3]

3.7 Ρομποτική, Αυτοματισμός και Τεχνητή Νοημοσύνη

Ο αυτοματισμός και τα ρομποτικά συστήματα δίνουν λύσεις σε αποστολές με λειτουργικούς και περιβαλλοντικούς περιορισμούς. Ειδικότερα αφορούν [59] :

- καθορισμό των συνθηκών χρήσης του διαστημικού τηλεχειρισμού, αυτοματισμού και ρομποτικής
- ανάλυση (λειτουργική, κινηματική και δυναμική) ρομποτικού συστήματος
- μοντελοποίηση (σε φυσική μορφή ή προσομοίωση) ρομποτικού συστήματος
- δοκιμή ρομποτικού συστήματος
- φυσική αλληλεπίδραση του ρομποτικού συστήματος με το περιβάλλον και τον άνθρωπο
- έλεγχο από τηλεχειρισμό μέχρι αυτόνομο έλεγχο
- έλεγχο σε πραγματικό χρόνο των συστημάτων
- έλεγχο εικόνας και βίντεο
- διαδραστικό έλεγχο και επικοινωνία πολυμέσων

Η εφαρμογή του αυτοματισμού και της ρομποτικής στις διαστημικές αποστολές είναι σε μια κατάσταση μετάβασης. Η NASA κινείται όλο και περισσότερο προς τη χρήση των μικρών διαστημοπλοίων και συναφών συστημάτων και της τεχνολογίας που μπορεί να ελαχιστοποιήσει την ανάγκη για βοήθεια από ρομπότ εξυπηρέτησης. Την ίδια στιγμή, η επισκευή και συντήρηση των μεγάλων έργων, όπως το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble και ο Διαστημικός Σταθμός σχεδιάζονται να γίνουν από τηλεχειριζόμενα ρομποτικά χέρια. Οι παρακάτω εφαρμογές ρομποτικής, αυτοματισμού, και τεχνητής νοημοσύνης που έχουν σχέση με διαστημικές εφαρμογές, προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες απόσβεσης [3]:

- Μικρο-ρόβερ ικανά για ταχεία ανάπτυξη και πολυάριθμες λειτουργίες, για τη ρομποτική εξερεύνηση του Άρη και
- Ρομποτικά διαστημόπλοια που μπορούν να συμβάλουν στην αύξηση της παραγωγικότητας του πληρώματος και τη συντήρηση των μεγάλων διαστημικών πόρων, όπως ο Διαστημικός Σταθμός.

3.8 Λογισμικό (Software)

Το λογισμικό και τα ηλεκτρονικά συστήματα επιτρέπουν βασικές δυνατότητες της αποστολής όπως εκτέλεση εντολών και προστασία από τα σφάλματα, κρίσιμες λειτουργίες, όπως είσοδο, κάθοδο και προσγείωση, καθώς και ανακύπτουσες λειτουργίες όπως ανίχνευση και αντίδραση σε κάποιο επιστημονικό γεγονός. Υπάρχουν τέσσερις κύριοι τομείς της τεχνολογικής ανάπτυξης και της ωρίμανσης του λογισμικού και των ηλεκτρονικών συστημάτων της αποστολής [15] :

- Διαστημική Πληροφορική
- Λογισμικό Συστήματος Αποστολής
- Αυτόνομες Λειτουργίες
- Αξιοπιστία Λογισμικού

❖ Διαστημική Πληροφορική

Οι δυνατότητες της διαστημικής πληροφορικής περιλαμβάνουν υπολογιστικές αρχιτεκτονικές πτήσης που υποστηρίζουν το διαχωρισμό των αισθητήρων και οργάνων επεξεργασίας δεδομένων από τις λειτουργίες ελέγχου του διαστημικού οχήματος. Επιπλέον, προσαρμόζονται στην κατηγορία της αποστολής και εφαρμόζουν γενικευμένες προσεγγίσεις για την ανοχή σε σφάλματα. Όταν πρόκειται για τις υπολογιστικές αρχιτεκτονικές πτήσης και τα ηλεκτρονικά συστήματα, έχουν χρησιμοποιηθεί επεξεργαστές ανθεκτικοί στην ακτινοβολία με μερικές δεκάδες έως μερικές εκατοντάδες μέγα-λειτουργίες ανά δευτερόλεπτο με την κατανάλωση ενέργειας των 20 έως 30 W.[15]

Για τις περισσότερες αποστολές, εκτός από αυτές σε ακραία περιβάλλοντα, τέτοιοι επεξεργαστές είναι αρκετά αξιόπιστοι και δεν χρειάζεται να προστεθεί πρόσθετο εφεδρικό υλικό στην αρχιτεκτονική του συστήματος. Για τις περισσότερες λειτουργίες πλοήγησης και ελέγχου της αποστολής, αυτοί οι επεξεργαστές είναι επαρκείς. Ωστόσο, οι αναδυόμενες αποστολές που απαιτούν πιο σύνθετη είσοδο, κάθοδο και προσγείωση ή ανάλυση των επιστημονικών δεδομένων και αυτονομία, μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση των υπολογιστικών απαιτήσεων κατά 100 με 1000 φορές πάνω από το σύνηθες. Ενώ αυτοί οι ισχυροί επεξεργαστές υπάρχουν στον εμπορικό τομέα, συχνά χρειάζεται χρόνια για να εξελιχθούν σε συστήματα ανθεκτικά στην ακτινοβολία.[15]

Η τάση σε αυτά τα συστήματα είναι να αυξηθεί ο αριθμός των πυρήνων ανά τσιπ, με μειωμένη απαίτηση ισχύος. Η πολύ χαμηλή ισχύς ανά πυρήνα είναι αυτό που μπορεί να κάνει αυτά τα τσιπ ελκυστικά για διαστημικές εφαρμογές. Το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ αναπτύσσει πολυπύρνα τσιπάκια με 64 έως 200 πυρήνες ανά τσιπ, σε σύγκριση με τους 4-8 πυρήνες ανά τσιπ που υπήρχαν. Η πρόκληση θα είναι να ενσωματωθούν αυτά τα παράλληλα υπολογιστικά μέρη σε ένα ιδιαίτερα αξιόπιστο πραγματικού χρόνου

ηλεκτρονικό σύστημα που θα είναι εύκολο να προγραμματίζεται, να ελέγχει την πολυπλοκότητα του λογισμικού, να είναι σε θέση να προβλέψει την απόδοση σε πραγματικό χρόνο, και το πιο σημαντικό, να είναι πολύ ανεκτικό σε σφάλματα.[15]

❖ **Λογισμικό Συστήματος Αποστολής**

Το λογισμικό του συστήματος της αποστολής παρέχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τα συστήματα και τη μηχανική λογισμικού, με σχεδιασμό που οδηγεί απρόσκοπτα με ενέργειες βάσει στόχου, υποστηριζόμενο από την αρχιτεκτονική του συστήματος ελέγχου. Στον τομέα του λογισμικού του συστήματος αποστολής, έχει αναπτυχθεί μια προσέγγιση με προδιαγραφές εξακριβωμένων πλαισίων λογισμικού και λειτουργίες που βασίζονται σε υλοποίηση στόχων. Όλα είναι ενσωματωμένα σε μια αρχιτεκτονική ελέγχου που υποστηρίζει αυτόνομες ικανότητες.[15]

Για το λογισμικό του συστήματος αποστολής, ο πρωταρχικός στόχος είναι να ενισχυθεί η αξιοπιστία των συστημάτων αποστολής μέσω της δημιουργίας τους σε ένα κοινό πλαίσιο ώστε να αξιοποιηθούν από τους μηχανικούς συστημάτων και λογισμικού. Πρόσθετοι στόχοι περιλαμβάνουν ένα επαναχρησιμοποιήσιμο σύνολο των στοιχείων του λογισμικού για το έδαφος, την πτήση, και τη δοκιμή πέρα από μια καλά μελετημένη, σταθερή αρχιτεκτονική ελέγχου για τη φιλοξενία αυτόνομων ικανοτήτων.[15]

❖ **Αυτόνομες Λειτουργίες**

Οι ικανότητες των αυτόνομων λειτουργιών περιλαμβάνουν τον αυτοματοποιημένο σχεδιασμό πτήσης και προσεδάφισης με ενσωματωμένη προστασία από τα σφάλματα, με στόχο την εξερεύνηση του διαστήματος και λειτουργίες ανθρώπου-ρομπότ. Παράλληλα υποστηρίζουν δυνατότητες ανίχνευσης και αντίδρασης σε κάποιο επιστημονικό γεγονός, όπως εκρήξεις ηφαιστειών από την τροχιά της Γης, παρέχοντας αυτοματοποιημένη παρακολούθηση απεικόνισης. Μια έκδοση αυτού του συστήματος εντοπίσε και παρακολούθησε ανεμοστρόβιλους στον Άρη.[15]

Οι αυτόνομες δυνατότητες θα συνεχίσουν να εξελίσσονται με σκοπό την κάλυψη των αναγκών των ερευνών της επιστήμης, διατηρώντας παράλληλα τα υψηλότερα πρότυπα αξιοπιστίας του συστήματος και διαχείρισης των κινδύνων. Η προσγγείωση ακριβείας μαζί με τη σύνάντηση και τον ελλιμενισμό διαστημικών οχημάτων είναι μερικές αναμενόμενες μελλοντικές λειτουργίες. Η ανίχνευση επιστημονικού γεγονότος και η απόκριση αναμένεται να γενικευθεί σε πολλαπλές πλατφόρμες, με υποστήριξη από τη διαστημική δικτύωση.[15]

❖ **Αξιοπιστία Λογισμικού**

Η αξιοπιστία του λογισμικού παίρνει μια προσέγγιση κύκλου ζωής, συμπεριλαμβανομένων των απαιτήσεων ανάλυσης, επαλήθευσης, δοκιμής του λογισμικού και περιορισμού σφαλμάτων. Για να ενισχυθεί η αξιοπιστία του λογισμικού, είναι απαραίτητη η ανάλυση απαιτήσεων, η μοντελοποίηση συμπεριφορών και πρακτικών κωδικοποίησης, ο έλεγχος με βάση το μοντέλο, η δοκιμή μεθοδολογιών, και ο περιορισμός των σφαλμάτων. Ο στόχος για την αξιοπιστία του λογισμικού μπορεί να διατυπωθεί απλά: μια δεκαπλάσια μείωση στα ελαττώματα του λογισμικού.[15]

4 Διαστημική Πολιτική

Η διαστημική πολιτική είναι η πολιτική διαδικασία λήψης αποφάσεων όσον αφορά τις διαστημικές πτήσεις και αξιοποίηση του διαστήματος, για πολιτικούς (επιστημονικό και εμπορικό) και για στρατιωτικούς σκοπούς. Οι διεθνείς συνθήκες, όπως η συνθήκη Outer Space του 1967, προσπαθούν να μεγιστοποιήσουν τις ειρηνικές χρήσεις του διαστήματος και να περιορίσουν τη στρατιωτικοποίησή του. Η διαστημική πολιτική διασταυρώνεται με την επιστημονική πολιτική, δεδομένου ότι τα εθνικά διαστημικά προγράμματα συχνά εκτελούνται ή χρηματοδοτούνται από τον χώρο της επιστήμης, αλλά και με την αμυντική πολιτική, για εφαρμογές όπως κατασκοπευτικοί δορυφόροι και αντι-δορυφορικά όπλα. Περιλαμβάνει, επίσης, την κυβερνητική ρύθμιση των δραστηριοτήτων τρίτων, όπως εμπορικών δορυφόρων επικοινωνιών και ιδιωτικών διαστημικών πτήσεων. Η διαστημική πολιτική περιλαμβάνει επίσης τη δημιουργία και την εφαρμογή του νόμου στο διάστημα, και υπάρχουν οργανώσεις προάσπισης του διαστήματος για να υποστηρίξουν την εξερεύνηση του διαστήματος.[33]

4.1 Ευρωπαϊκή Διαστημική Πολιτική

Η πρόοδος στον τομέα του διαστήματος εξυπηρετούσε και εξυπηρετεί στην Ευρώπη πολυάριθμους στόχους και πολιτικές, όπως οι μεταφορές και η κινητικότητα, η κοινωνία της πληροφορίας και η βιομηχανική ανταγωνιστικότητα, το περιβάλλον, η γεωργία και η αλιεία, η προστασία των πολιτών κ.λπ. Στόχος είναι να καταστεί η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) μια κοινωνία βασισμένη στις πιο προηγμένες παγκοσμίως γνώσεις.[60]

❖ Διάστημα και Ευρώπη

Με τον πύραυλο Ariane και το διαστημικό κέντρο της Γουιάνας, η Ευρώπη διαθέτει, από το 1980, ανεξάρτητη και αξιόπιστη πρόσβαση στο διάστημα, που της εξασφαλίζει μεγάλη ελευθερία κινήσεων στην εκπλήρωση των διαστημικών φιλοδοξιών της. Εντούτοις, η ευρωπαϊκή ανταγωνιστικότητα στο διάστημα εξαρτάται από τις νέες τεχνικές εξελίξεις και από την ανανέωση του τρόπου δημόσιας ενίσχυσης για την εκμετάλλευσή του. Ο συνολικός κύκλος εργασιών της διαστημικής βιομηχανίας είναι σήμερα της τάξεως των 5,5 δισ. ευρώ ετησίως. Εξάλλου, οι άμεσα απασχολούμενοι στον τομέα αυτό σε ευρωπαϊκό επίπεδο ανέρχονται σε 30.000, κατανεμημένοι σε περίπου 2.000 εταιρείες. Οι προτεραιότητες για το μέλλον [60]:

- Να εξασφαλιστούν η πρόσβαση της Ευρώπης στο διάστημα και η χρηματοδότηση της πρόσβασης αυτής μακροπρόθεσμα.
- Να επιμεριστούν οι αρμοδιότητες μεταξύ εθνικών και ευρωπαϊκών φορέων.
- Να αποκατασταθεί η ισορροπία μεταξύ ευρωπαϊκής αυτονομίας και διεθνούς συνεργασίας: η Ευρώπη πρέπει να αναλάβει πρωτοβουλία, από κοινού με τους εταίρους της προκειμένου να διαδραματίσει στρατηγικό ρόλο στα μεγάλα διαστημικά προγράμματα που αποτελούν καρπό συνεργασίας.
- Να αποκτήσει ποιοτικό βιομηχανικό ιστό και πρόσβαση στις τεχνολογίες-κλειδιά: η Ευρώπη πρέπει να εντοπίσει τα πεδία προστιθέμενης αξίας και να κρίνει κατά πόσο θέλει να διατηρήσει μια βιομηχανική βάση, η οποία να καλύπτει το σύνολο της διαστημικής αλυσίδας.
- Να εξασφαλίσει ευρεία και αποτελεσματική τεχνολογική βάση, με τα προγράμματα έρευνας και επίδειξης: η ΕΕ, η ESA, οι εθνικοί φορείς και η βιομηχανία έχουν συγκροτήσει διάφορα μέσα παρέμβασης (το κατευθυντήριο σχέδιο διαστημικής τεχνολογίας, το 7ο πρόγραμμα-πλαίσιο έρευνας και τα εθνικά προγράμματα έρευνας).
- Να διατηρηθεί η ανταλλαγή γνώσεων και πληροφοριών μεταξύ γενεών επιστημόνων και μηχανικών: εκτιμάται ότι στην Ευρώπη ποσοστό 30% των εργαζομένων στον τομέα του διαστήματος θα συνταξιοδοτηθούν μέσα στην προσεχή δεκαετία.

❖ Διάστημα και Ευρωπαίοι Πολίτες

Η εκμετάλλευση του τεχνικού δυναμικού της διαστημικής κοινότητας πρέπει να ανταποκρίνεται στις νέες απαιτήσεις της κοινωνίας μας. Στόχος είναι να δημιουργηθεί μια ανταγωνιστική κοινωνία της γνώσης που να εξασφαλίζει σε όλους τους Ευρωπαίους πολίτες, και μάλιστα σε όσους έχουν ειδικές ανάγκες, πρόσβαση στις προηγμένες τεχνολογίες και υπηρεσίες. Πέρα από την ευρύτατη χρήση των τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων για την ανταλλαγή πληροφοριών (τηλεφωνία, τηλεόραση και μετάδοση ψηφιακών δεδομένων), η θέση ευρωπαϊκών πυραύλων σε τροχιά προσφέρει στις επιχειρήσεις, στις δημόσιες υπηρεσίες και στους πολίτες ευρύ φάσμα υπηρεσιών, μεταξύ των οποίων διαρκή κινητικότητα, μετεωρολογικές προβλέψεις, παρακολούθηση των κλιματικών αλλαγών, μέσα ταχύτερης αντιμετώπισης φυσικών καταστροφών κ.λπ. Οι προτεραιότητες για το μέλλον [60]:

- Επέκταση του πεδίου της διαστημικής έρευνας σε πεδία άλλα πέραν εκείνων της κλασικής διαστημικής βιομηχανίας: να ενθαρρυνθεί η στροφή της έρευνας προς

βιομηχανικές εφαρμογές και υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας που υπερβαίνουν τον διαστημικό τομέα υπό τη στενή του έννοια.

- Μεταφορά των τεχνολογιών από τον τομέα της έρευνας στον εμπορικό τομέα: να ενθαρρυνθούν οι ιδιωτικές επενδύσεις με την ανάληψη μακροπρόθεσμων δεσμεύσεων εκ μέρους των δημόσιων αρχών.
- Ανάπτυξη νέων τεχνολογιών οι οποίες θα εκμεταλλεύονται στο μέγιστο δυνατό βαθμό τα αντίστοιχα πλεονεκτήματα των χερσαίων και διαστημικών τεχνολογιών.
- Διατήρηση των συμφερόντων της διευρυμένης Ένωσης: όλοι οι Ευρωπαίοι πολίτες, συμπεριλαμβανομένων των πολιτών από τα νέα κράτη μέλη, θα μπορούν να έχουν πρόσβαση σε υψηλής ποιότητας υπηρεσίες εάν η ΕΕ εγκαταστήσει, για παράδειγμα, νέα διαστημικά ευρυζωνικά συστήματα.
- Υποστήριξη της αειφόρου ανάπτυξης: η διαστημική τεχνολογία χρησιμοποιείται για την παρατήρηση της Γης, ιδίως για σκοπούς μετεωρολογικούς και περιβαλλοντικούς, ώστε να παρακολουθούνται οι μεταβολές που σημειώνονται στον πλανήτη (κλίμα, μετεωρολογία, ωκεανοί, βλάστηση, αύξηση της θερμοκρασίας της Γης, παρακολούθηση των κηλίδων υδρογονανθράκων στη θάλασσα κ.λπ.).
- Συμβολή στην ανάπτυξη συστημάτων δορυφορικής πλοήγησης τα οποία θα εξυπηρετούν τις αεροπορικές, τις θαλάσσιες και τις χερσαίες μεταφορές.
- Ενίσχυση της ασφάλειας των πολιτών: η διαχείριση των κρίσεων συνδέεται άμεσα με τον πλήρη έλεγχο των διαστημικών τεχνολογιών, και μάλιστα στο πεδίο των στρατιωτικών διαστημικών εφαρμογών.

❖ **Οργάνωση και Φιλοδοξίες**

Η ESA, που ιδρύθηκε το 1975, ανταποκρίθηκε με επιτυχία στον αρχικό στόχο που ήταν να συγκεντρωθούν οι αναγκαίοι πόροι και αρμοδιότητες στην εκπόνηση ολοκληρωμένου διαστημικού προγράμματος, επικουρούμενη από τους αντίστοιχους εθνικούς οργανισμούς ορισμένων κρατών μελών, επιχειρησιακούς φορείς και πρωτοβουλίες σχετικές με το διάστημα. Οι προτεραιότητες για το μέλλον [60]:

- Να βελτιστοποιηθεί ο διαστημικός πλούτος της Ευρώπης, με τήρηση της αρχής της επικουρικότητας για τον καθορισμό νέων στόχων.
- Να εξασφαλιστεί ότι οι συμβολές διαφορετικών θεσμικών φορέων συγκλίνουν σε κοινούς στόχους.

- Να καθοριστούν οι αρμοδιότητες των τεχνικών φορέων σε θέματα σχετικά με το διάστημα, ιδίως των αναπτυξιακών φορέων και των δομών εκμετάλλευσης, καθώς και οι σχέσεις τους με τον ιδιωτικό τομέα.
- Να εξελιχθεί η διαστημική βιομηχανία σε κανονιστικό πλαίσιο προβλέψιμο και σταθερό, που θα παρέχει κίνητρα στα κέντρα λήψης των αποφάσεων και στους επενδυτές: ήδη καταβάλλονται προσπάθειες που αποβλέπουν σε απλούστευση των διαδικασιών και σε περιορισμό των κανονιστικών φραγμών.

❖ Διαστημικές Εφαρμογές

Η Ευρώπη χρειάζεται μια αποτελεσματική διαστημική πολιτική που θα επιτρέψει στην ΕΕ να καταλάβει ηγετική θέση παγκοσμίως σε επιλεγμένους στρατηγικούς τομείς πολιτικής. Το διάστημα μπορεί να παράσχει τα εργαλεία για την εξεύρεση λύσεων σε πολλές από τις παγκόσμιες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η κοινωνία τον 21ο αιώνα: η Ευρώπη οφείλει να παίξει πρωταγωνιστικό ρόλο στη διαδικασία αυτή.[61]

Τα διαστημικά συστήματα και οι τεχνολογίες με βάση το διάστημα, αποτελούν βασικό κομμάτι της καθημερινής ζωής όλων των Ευρωπαίων πολιτών και όλων των ευρωπαϊκών επιχειρήσεων. Από τις τηλεπικοινωνίες μέχρι την τηλεόραση, από την πρόγνωση του καιρού μέχρι τα παγκόσμια χρηματοπιστωτικά συστήματα, οι περισσότερες από τις βασικές υπηρεσίες που όλοι θεωρούμε δεδομένες στον σύγχρονο κόσμο, εξαρτώνται από το διάστημα για να λειτουργήσουν σωστά. Οι δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης συντονίζονται στα πλαίσια της συνολικής ευρωπαϊκής πολιτικής, συμπληρώνοντας τις προσπάθειες των κρατών μελών και άλλων σημαντικών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένου του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος.[61]

Στο μέλλον, το διάστημα θα παίξει ακόμα σημαντικότερο ρόλο και θα προσφέρει νέες ευκαιρίες σε επιχειρήσεις, καθώς και υπηρεσίες στους πολίτες. Τα βελτιωμένα συστήματα για προσδιορισμό θέσης και χρόνου σε συνδυασμό με την παγκόσμια παρακολούθηση του περιβάλλοντος θα προσφέρουν σε καινοτόμες επιχειρήσεις την ευκαιρία να ακμάσουν παρέχοντας νέες υπηρεσίες. Το διάστημα έχει επίσης ζωτική σημασία σε ό,τι αφορά ζητήματα περιβάλλοντος, ασφάλειας και κλιματικής αλλαγής.[61]

Στην Ευρώπη υφίσταται μια μεγάλη αεροδιαστημική βιομηχανία υψηλής τεχνολογίας που καλύπτει μεγάλο μέρος των παγκόσμιων εμπορικών αναγκών για κατασκευή και εκτόξευση δορυφόρων, καθώς και δορυφορικές υπηρεσίες. Η ευρωπαϊκή βιομηχανία έχει αποδειχτεί ιδιαίτερα ανταγωνιστική σε μια δύσκολη αγορά.[61]

Τα διαστημικά συστήματα αποτελούν σαφώς στρατηγικά πλεονεκτήματα που φανερώνουν ανεξαρτησία και την ικανότητα ανάληψης παγκόσμιων ευθυνών. Προκειμένου να

μεγιστοποιηθούν τα οφέλη και οι ευκαιρίες που μπορούν να προσφέρουν στην Ευρώπη τώρα και στο μέλλον, έχει μεγάλη σημασία να καθοριστεί μια ενεργή, συντονισμένη στρατηγική και μια ολοκληρωμένη ευρωπαϊκή διαστημική πολιτική.[61]

4.2 Αμερικάνικη Διαστημική Πολιτική

❖ Διεθνής Συνεργασία

Οι αρχές των Ηνωμένων Πολιτειών όσον αφορά το διάστημα και τη συνεργασία όλων των εθνών συνοψίζονται στα ακόλουθα :

- Είναι το κοινό συμφέρον όλων των εθνών να ενεργήσουν με υπευθυνότητα στο διάστημα για να βοηθήσουν στην πρόληψη δυσάρεστων εξελίξεων, λανθασμένων αντιλήψεων, και δυσπιστίας. Οι Ηνωμένες Πολιτείες στηρίζουν την αειφορία, τη σταθερότητα, καθώς και τη δωρεάν πρόσβαση και χρήση του διαστήματος, όντας ζωτικής σημασίας για τα εθνικά της συμφέροντα. Οι διαστημικές επιχειρήσεις θα πρέπει να διεξάγονται με ειλικρίνεια και διαφάνεια για τη βελτίωση της επίγνωσης των πολιτών όσον αφορά τις δραστηριότητες της κυβέρνησης και επιτρέπει σε άλλους να μοιραστούν τα οφέλη που παρέχονται από τη χρήση του διαστήματος.[13]
- Ένας ισχυρός και ανταγωνιστικός διαστημικός εμπορικός τομέας είναι ζωτικής σημασίας για τη συνέχιση της πρόοδου στο διάστημα. Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν δεσμευτεί στην ενθάρρυνση και τη διευκόλυνση της ανάπτυξης του αμερικανικού εμπορικού διαστημικού τομέα που υποστηρίζει τις ανάγκες των ΗΠΑ, είναι ανταγωνιστικός σε παγκόσμιο επίπεδο και προωθεί την ηγεσία των ΗΠΑ στη δημιουργία νέων αγορών και την καινοτομία με γνώμονα την επιχειρηματικότητα.[13]
- Όλα τα κράτη έχουν το δικαίωμα να εξερευνήσουν και να χρησιμοποιούν το διάστημα για ειρηνικούς σκοπούς, καθώς και προς όφελος όλης της ανθρωπότητας, σύμφωνα με το διεθνές δίκαιο. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, οι "ειρηνικοί σκοποί" επιτρέπουν το διάστημα να χρησιμοποιηθεί για την εθνικές δραστηριότητες ασφάλειας.[13]
- Όπως δηλώνεται στο διεθνές δίκαιο, δεν πρέπει να υπάρχουν εθνικές διεκδικήσεις για την κυριαρχία στο διάστημα ή οποιοδήποτε ουράνιο σώμα. Οι Ηνωμένες Πολιτείες θεωρούν ότι τα διαστημικά συστήματα όλων των εθνών έχουν τα δικαιώματα διέλευσης, και τη διεξαγωγή επιχειρήσεων στο διάστημα χωρίς παρεμβάσεις. Σκόπιμη παρέμβαση με διαστημικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των υποδομών στήριξης, θα θεωρηθεί ως παραβίαση των δικαιωμάτων ενός έθνους.[13]

- Οι Ηνωμένες Πολιτείες θα χρησιμοποιήσουν ποικίλα μέτρα για να βοηθήσουν τη διασφάλιση της χρήσης του διαστήματος για όλα τα υπεύθυνα μέρη, και, σύμφωνα με το εγγενές δικαίωμα της αυτοάμυνας, αποθαρρύνει άλλους από παρεμβάσεις και επίθεσεις, υπερασπίζοντας τα διαστημικά τους συστήματα, συμβάλλοντας στην άμυνα των συμμαχικών διαστημικών συστημάτων.[13]

❖ Στόχοι

Σύμφωνα με τις παραπάνω αρχές, οι Ηνωμένες Πολιτείες επιδιώκουν τους ακόλουθους στόχους στα εθνικά διαστημικά προγράμματα τους[13]:

- Ωθηση των ανταγωνιστικών εγχώριων βιομηχανιών ώστε να συμμετέχουν στις παγκόσμιες αγορές και να προάγει : την κατασκευή δορυφόρων, τις δορυφορικές υπηρεσίες, τις εκτοξεύσεις στο διάστημα, τις επίγειες εφαρμογές και την αύξηση της επιχειρηματικότητας.
- Ανάπτυξη της διεθνούς συνεργασίας για αμοιβαία οφέλη από τις διαστημικές δραστηριότητες ώστε: να διευρύνουν και να επεκτείνουν τα οφέλη του διαστήματος, να προωθήσουν την ειρηνική χρήση του διαστήματος και να ενισχύσουν τη συλλογικότητα με κοινή χρήση των πληροφοριών που προέρχονται από το διάστημα.
- Ενίσχυση της σταθερότητας στο διάστημα μέσω: εγχώριων και διεθνών μέτρων για την προώθηση ασφαλών και υπεύθυνων λειτουργιών στο διάστημα, βελτίωση συλλογής και ανταλλαγής πληροφοριών για αποφυγή σύγκρουσης διαστημικών αντικειμένων, προστασία των κρίσιμων διαστημικών συστημάτων και υποστηρικτικών υποδομών, με ιδιαίτερη προσοχή στην κρίσιμη αλληλεξάρτηση του διαστήματος και των συστημάτων πληροφοριών και ενίσχυση των μέτρων για τον περιορισμό τροχιακών σκουπιδιών.
- Συνέχιση των ανθρώπινων και ρομποτικών πρωτοβουλιών για την ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών, την προώθηση νέων βιομηχανιών, την ενίσχυση της διεθνούς συνεργασίας και της επιστημονικής ανακάλυψης, καθώς και την εξερεύνηση του ηλιακού συστήματος πέρα από το σύμπαν.
- Βελτίωση διαστημικών δυνατοτήτων παρατήρησης της Γης και του ηλιακού συστήματος, πρόβλεψη του καιρού, παρακολούθηση της κλιματικής αλλαγής, διαχείριση των φυσικών πόρων, και υποστήριξη στην αντιμετώπιση και αποκατάσταση των καταστροφών.

❖ Κατευθυντήριες γραμμές ανά τομέα

Οι διαστημικές δραστηριότητες των Ηνωμένων Πολιτειών διεξάγονται σε τρεις ξεχωριστούς αλλά αλληλένδετους τομείς: εμπορικό, πολιτικό και εθνικής ασφάλειας.

Εμπορικός τομέας : Ο όρος «εμπορικός», για τους σκοπούς της παρούσας πολιτικής, αναφέρεται σε αγαθά του διαστήματος, υπηρεσίες ή δραστηριότητες που παρέχονται από επιχειρήσεις του ιδιωτικού τομέα, που φέρουν ένα εύλογο μέρος του επενδυτικού κινδύνου και την ευθύνη για τη δραστηριότητα, λειτουργούν σύμφωνα με τα τυπικά κίνητρα της αγοράς για τον έλεγχο του κόστους και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των επενδύσεων. Επιπλέον, έχουν τη νομική ικανότητα να προσφέρουν αυτά τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες προς υφιστάμενους ή πιθανούς μη κυβερνητικούς πελάτες. Για να προωθηθεί μια εύρωστη εγχώρια εμπορική διαστημική βιομηχανία, οι υπηρεσίες και οργανισμοί συστήνεται[13]:

- Αγορά και χρήση των εμπορικών διαστημικών δυνατοτήτων και υπηρεσιών στο μέγιστο βαθμό όταν αυτές οι ικανότητες και οι υπηρεσίες είναι διαθέσιμες στην αγορά και ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της κυβέρνησης των ΗΠΑ
- Τροποποίηση εμπορικών διαστημικών δυνατοτήτων και υπηρεσιών για την κάλυψη των απαιτήσεων της κυβέρνησης, όταν οι υπάρχουσες εμπορικές δυνατότητες και οι υπηρεσίες δεν ανταποκρίνονται πλήρως στις απαιτήσεις αυτές και η πιθανή τροποποίηση αντιπροσωπεύει μια πιο αποδοτική και έγκαιρη προσέγγιση εξαγοράς για την κυβέρνηση
- Ενεργή διερεύνηση της χρήσης εφευρετικών, μη παραδοσιακών ρυθμίσεων για την απόκτηση εμπορικών διαστημικών αγαθών και υπηρεσιών για την κάλυψη των απαιτήσεων των ΗΠΑ, συμπεριλαμβανομένων μέτρων όπως οι συμπράξεις δημόσιου-ιδιωτικού τομέα, που φιλοξενεί δυνατότητες διακυβέρνησης στα εμπορικά διαστημικά σκάφη, και την αγορά επιστημονικών ή επιχειρησιακών προϊόντων δεδομένων από εμπορικούς φορείς εκμετάλλευσης δορυφόρων για τη στήριξη της κυβέρνησης
- Ανάπτυξη κυβερνητικών διαστημικών συστημάτων μόνο όταν είναι προς το εθνικό συμφέρον και δεν υπάρχει άλλο κατάλληλο εμπορικό σύστημα ή υπηρεσία
- Επιδίωξη των δυνητικών ευκαιριών για τη μεταφορά συνηθισμένων, επιχειρησιακών διαστημικών λειτουργιών στον τομέα του εμπορικού διαστήματος που είναι ωφέλιμες και αποδοτικές, εκτός εάν η κυβέρνηση για λόγους νομικούς, ασφάλειας, ή προστασίας, θα απέκλειε την εμπορευματοποίηση
- Καλλιέργεια αυξημένης τεχνολογικής καινοτομίας και επιχειρηματικότητας στον τομέα του εμπορικού διαστήματος μέσω της παροχής κινήτρων, όπως βραβεία και διαγωνισμοί
- Ελαχιστοποίηση, όσο το δυνατόν, της διοικητικής επιβάρυνσης για τις εμπορικές διαστημικές δραστηριότητες ώστε να εξασφαλιστεί ότι το ρυθμιστικό πλαίσιο για την αδειοδότηση των διαστημικών δραστηριοτήτων είναι έγκαιρο και ανταποκρίσιμο

- Ενίσχυση δίκαιου και ανοικτού παγκόσμιου εμπόριου μέσω της προώθησης των κατάλληλων προτύπων και κανονισμών που έχουν αναπτυχθεί με τη συμβολή της βιομηχανίας των ΗΠΑ
- Ενθάρρυνση αγοράς και χρήσης των εμπορικών διαστημικών υπηρεσιών και δυνατοτήτων των ΗΠΑ σε διεθνείς συμφωνίες συνεργασίας
- Ενεργή προώθηση της εξαγωγής εμπορικά ανεπτυγμένων και διαθέσιμων διαστημικών αγαθών και υπηρεσιών των ΗΠΑ, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που αναπτύχθηκαν από μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, για χρήση σε ξένες αγορές

Πολιτικός τομέας : Όσον αφορά την διαστημική επιστήμη, την εξερεύνηση και την ανακάλυψη, η NASA πρέπει [13]:

- Να θέσει εκτεταμένα ορόσημα για εξερεύνηση. Εώς το 2025, να αρχίσει επανδρωμένες αποστολές πέρα από το φεγγάρι, συμπεριλαμβανομένης της αποστολής των ανθρώπων σε αστεροειδή. Μέχρι τα μέσα του 2030, να στείλει ανθρώπους σε τροχιά γύρω από τον Άρη και να επιστρέψουν με ασφάλεια στη Γη
- Να συνεχίσει τη λειτουργία του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού (ISS), σε συνεργασία με τους διεθνείς εταίρους της, πιθανόν έως το 2020 και μετά, καθώς και να επεκταθούν οι προσπάθειες για: χρήση του ISS για την επιστημονικούς, τεχνολογικούς, εμπορικούς, διπλωματικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς
- Να επιδιώξει συνεργασίες με τον ιδιωτικό τομέα για ασφαλείς, αξιόπιστες και οικονομικά αποδοτικές διαστημικές πτήσεις και εμπορικές δυνατότητες και υπηρεσίες για τη μεταφορά πληρώματος και φορτίου από και προς τον ISS
- Να εφαρμόσει νέα ανάπτυξη της διαστημικής τεχνολογίας και του προγράμματος δοκιμών, σε συνεργασία με τη βιομηχανία, την ακαδημαϊκή κοινότητα και τους διεθνείς εταίρους για να κατασκευάσει και να δοκιμάσει διάφορες βασικές τεχνολογίες που μπορούν να αυξήσουν τις δυνατότητες, να μειώσουν τις δαπάνες, και να επεκτείνουν τις ευκαιρίες για τις μελλοντικές διαστημικές δραστηριότητες
- Να διατηρήσει μια συνεχή ρομποτική παρουσία στο ηλιακό σύστημα, με τη διεξαγωγή επιστημονικών ερευνών σε άλλα πλανητικά σώματα και την επίδειξη νέων τεχνολογιών, και να αναζητήσει θέσεις για τις μελλοντικές επανδρωμένες αποστολές

Όσον αφορά την περιβαλλοντική γεωπαρατήρηση και την παρατήρηση του καιρού, είναι αναγκαία η συνέχιση και βελτίωση των προγραμμάτων της διαστημικής παρατήρησης, έρευνας και ανάλυσης της Γης, των ωκεανών και της ατμόσφαιρας. Για το σκοπό αυτό, η NASA, σε συντονισμό με άλλες αρμόδιες υπηρεσίες και οργανισμούς, θα πρέπει να διεξάγει ένα πρόγραμμα για την ενίσχυση της παγκόσμιας έρευνας για την κλιματική αλλαγή και βιώσιμες δυνατότητες παρακολούθησης, να προωθήσει την έρευνα και την επιστημονική

γνώση της Γης με την επιτάχυνση της ανάπτυξης νέων δορυφόρων γεωπαρατήρησης, και να αναπτύξει τις δυνατότητες ελέγχου για χρήση από άλλες πολιτικές υπηρεσίες και οργανισμούς για λειτουργικούς σκοπούς. [13]

Τομέας εθνικής ασφάλειας : Όσον αφορά την εθνική ασφάλεια, το Υπουργείο Άμυνας και η Εθνική Υπηρεσία Πληροφοριών, σε συνεργασία με άλλες κατάλληλες υπηρεσίες και οργανισμούς, είναι αναγκαίο να προβούν σε [13]:

- Ανάπτυξη, απόκτηση και λειτουργία διαστημικών συστημάτων και η υποστήριξη συστημάτων και δικτύων πληροφοριών για τη στήριξη της εθνικής ασφάλειας των ΗΠΑ, με δυνατή τη λειτουργία της άμυνας και των πληροφοριών σε περιόδους ειρήνης, κρίσης και διένεξης
- Διασφάλιση αποδοτικής βιωσιμότητας των διαστημικών δυνατοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της υποστήριξης πληροφοριακών συστημάτων και δικτύων, ανάλογα με την σχεδιαζόμενη χρήση τους και τη διαθεσιμότητα άλλων μέσων για την εκτέλεση της αποστολής
- Ανάπτυξη και εφαρμογή σχεδίων, διαδικασιών, τεχνικών και ικανοτήτων που απαιτούνται για να εξασφαλιστούν κρίσιμες διαστημικές αποστολές εθνικής ασφάλειας. Οι επιλογές για τη διασφάλιση της αποστολής μπορεί να περιλαμβάνουν την ταχεία αποκατάσταση των διαστημικών πόρων και αξιοποίηση των συμμαχικών, ξένων, ή / και εμπορικών διαστημικών και μη-διαστημικών δυνατοτήτων για την εκτέλεση της αποστολής

4.3 Ιαπωνική Διαστημική Πολιτική

Τα διαστημικά προγράμματα της Ιαπωνίας μέχρι στιγμής έχουν επικεντρωθεί στην απόκτηση τεχνολογιών, με αποτέλεσμα να έχουν αποκτήσει δικό τους σύστημα μεταφορών στο διάστημα (πύραυλοι), με ανακαλύψεις στο χώρο της επιστήμης και απόκτηση τεχνογνωσίας για επανδρωμένες διαστημικές δραστηριότητες μέσα από τις εμπειρίες στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό. Μετεωρολογικοί δορυφόροι, δορυφόροι επικοινωνιών / ραδιοηλεκτρονικών εκπομπών και άλλοι δορυφόροι έχουν αναπτυχθεί με βάση τις ανάγκες συγκεκριμένων χρηστών, με αποτέλεσμα την εμπορευματοποίηση τους.[14]

Η κυβερνητική επένδυση για τη διαστημική ανάπτυξη ήταν περισσότερο επικεντρωμένη στην έρευνα και ανάπτυξη από το 1990. Ως αποτέλεσμα, η βιομηχανία έγινε υπερβολικά εξαρτημένη από τις κυβερνητικές επενδύσεις στον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης. Η αξιοποίηση του διαστήματος θα πρέπει να προωθηθεί σε τομείς ζωτικής σημασίας για τη βιομηχανία και την ανθρώπινη ζωή, όπως οι μετεωρολογικοί δορυφόροι και οι δορυφόροι

επικοινωνιών. Για το σκοπό αυτό, η έρευνα που υποστηρίζεται από την κυβέρνηση θα πρέπει να διεξάγεται κατά τρόπο τέτοιο ώστε τα αποτελέσματα της εν λόγω έρευνας και της τεχνολογίας να συμβάλλουν στην πολυπλοκότητα και τη βελτίωση της αποδοτικότητας της βιομηχανίας, της διοίκησης και της ζωής των ανθρώπων.[14]

Τα βασικά στοιχεία της διαστημικής πολιτικής της Ιαπωνίας αποσκοπούν στην επίτευξη των ακόλουθων μέσα από την αξιοποίηση του διαστήματος, σύμφωνα με την ιδέα του βασικού νόμου στο διάστημα [14]:

(1) Την πρόοδο και την αποτελεσματικότητα της βιομηχανίας, της ανθρώπινης ζωής και της διοίκησης, της εθνικής ασφάλειας υπό την ευρεία έννοια, και της οικονομικής ανάπτυξης (επέκταση της αξιοποίησης του διαστήματος) και

(2) Τη διατήρηση της ικανότητας της Ιαπωνίας για αυτόνομες διαστημικές δραστηριότητες από τη διατήρηση και ενίσχυση της βιομηχανικής βάσης με βάση τις απαιτήσεις που προκύπτουν από τον ιδιωτικό τομέα (διασφάλιση της αυτονομίας)

❖ **Επέκταση της αξιοποίησης του διαστήματος**

Ένας σημαντικός σκοπός της αξιοποίησης του διαστήματος είναι η δημιουργία νέων υπηρεσιών και προϊόντων για τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής των ανθρώπων, όπως μετεωρολογικές προβλέψεις, επικοινωνίες / μετάδοση ή πλοήγηση αυτοκινήτου. Ειδικότερα, αναμένεται ότι η διαστημική τεχνολογία θα προσφέρει αποτελεσματικά μέτρα για τη διαχείριση των καταστροφών στην Ιαπωνία που είναι επιρρεπής σε φυσικές καταστροφές, καθώς και για τη διασφάλιση της εθνικής ασφάλειας. Η κυβέρνηση θα πρέπει να εφαρμόσει τα σχέδια σε τομείς όπως οι επικοινωνίες / μετάδοση πληροφοριών, ο δορυφορικός εντοπισμός και τηλεπισκόπηση, δεδομένου ότι αυτές είναι οι βασικές τεχνολογίες που αναμένεται να βελτιώσουν και να εκσυγχρονίσουν τη βιομηχανία, τη διοίκηση και τη ζωή των ανθρώπων στο μέλλον. Όσον αφορά τις δορυφορικές επικοινωνίες, οι ιδιωτικές εταιρείες έχουν ήδη παράσχει τις υπηρεσίες τους, και η χρήση σε αυτόν τον τομέα έχει επεκταθεί. Η Ιαπωνία είναι μία χώρα με τη μεγαλύτερη χρήση του GPS.[14]

Ένα έργο για την κατασκευή ενός συστήματος δορυφόρων "Quasi-Zenith" (QZSS) βρίσκεται σε εξέλιξη, το οποίο θα συμπληρώσει και θα ενισχύσει το GPS. Όσο για την τηλεπισκόπηση, είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί η συνεχής και άμεση πρόσβαση στα δεδομένα που πληρούν τις απαιτήσεις της βιομηχανίας και της διοίκησης, καθώς και να διερευνηθούν νέες απαιτήσεις για την περαιτέρω αξιοποίηση της διαστημικής τεχνολογίας. Για την υλοποίηση των παραπάνω, η συνεργασία με τον ιδιωτικό τομέα και η διεθνής συνεργασία, όπως η από κοινού εκμετάλλευση του διαστήματος μεταξύ των ασιατικών χωρών, αποτελούν βασικούς παράγοντες.[14]

❖ Διασφάλιση Αυτονομίας

Δεδομένου ότι οι διαστημικές δραστηριότητες είναι αναγκαίες για την εθνική ασφάλεια της Ιαπωνίας και το κοινωνικοοικονομικό όφελος, η διασφάλιση της δυνατότητας των αυτόνομων διαστημικών δραστηριοτήτων είναι η βασική ιδέα της διαστημικής πολιτικής της Ιαπωνίας. Οι ελάχιστες απαιτήσεις είναι η ικανότητα αυτοσυντηρούμενης κατασκευής, εκτόξευσης και λειτουργίας των δορυφόρων για πλοήγηση, τηλεπισκόπηση (συμπεριλαμβανομένης της μετεωρολογικής παρατήρησης και συλλογής πληροφοριών) και των επικοινωνιών / ραδιοτηλεοπτικών εκπομπών, μαζί με τη διατήρηση, την ενίσχυση και την ανάπτυξη της εγχώριας βιομηχανικής βάσης που θα υποστηρίζει αυτές τις δραστηριότητες. Το σημερινό μεγάλο μερίδιο των κυβερνητικών απαιτήσεων για την ιαπωνική διαστημική βιομηχανία θα πρέπει να μειωθεί με την ικανοποίηση των αναγκών του ιδιωτικού τομέα, ώστε να διατηρηθεί και να ενισχυθεί η βιομηχανική βάση. Αυτό απαιτεί την έρευνα και ανάπτυξη για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας και την ανάπτυξη του ανθρώπινου δυναμικού του κλάδου για την εκπαίδευση του προσωπικού που θα στηρίζει τη βιομηχανία.[14]

❖ Ιεράρχηση μέτρων και ζητήματα προτεραιότητας

Η προώθηση της αξιοποίησης του διαστήματος απαιτεί την αφθονία της εθνικής χρηματοδότησης για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η τρέχουσα οικονομική στενότητα της Ιαπωνίας απαιτεί ιεράρχηση ούτως ώστε να αποδοθούν τα καλύτερα αποτελέσματα με περιορισμένους πόρους. Δεδομένου ότι τα προγράμματα ανάπτυξης με στόχο την επέκταση της χρήσης του διαστήματος και τη διασφάλιση της αυτονομίας, χρηματοδοτούνται από το δημόσιο ταμείο, θα πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στα πιο αποδοτικά και αποτελεσματικά μέτρα για το εθνικό συμφέρον, λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση κόστους-οφέλους και των στόχων της πολιτικής.[14]

Η επιστήμη του διαστήματος και οι επανδρωμένες διαστημικές δραστηριότητες για τη διεύρυνση του πεδίου των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο μέλλον είναι και θα παραμείνουν σημαντικές. Ως εκ τούτου, εκτός από την εξασφάλιση των αναγκών και επαρκών πόρων για την επέκταση της χρήσης του διαστήματος και την εξασφάλιση της αυτονομίας, οι πόροι θα πρέπει επίσης να παρέχονται για την εξερεύνηση του διαστήματος (επανδρωμένη και μη) και επανδρωμένες διαστημικές δραστηριότητες. Η μεγάλης κλίμακας εξερεύνηση του διαστήματος θα πρέπει να βασίζεται στη διεθνή συνεργασία και να εξεταστεί από διάφορες πλευρές, συμπεριλαμβανομένων της διπλωματίας, της εθνικής ασφάλειας, της στήριξης της βιομηχανικής βάσης, ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας, της επιστήμης και της τεχνολογίας, κ.λπ.[14]

Με βάση τα παραπάνω, τα ακόλουθα τρία ζητήματα έχουν τη μέγιστη προτεραιότητα: «Εθνική ασφάλεια και διαχείριση των καταστροφών», «Βιομηχανική ανάπτυξη», και «Πρόοδος στις παραμεθόριες περιοχές συμπεριλαμβανομένης της διαστημικής επιστήμης». Επιπλέον, είναι ζωτικής σημασίας η διατήρηση και η βελτίωση των τεχνολογικών δυνατοτήτων και η βιομηχανική βάση για την υποστήριξη της ανάπτυξης και την αξιοποίηση του διαστήματος. Η κυβέρνηση αναγνωρίζει βασικούς στόχους της πολιτικής για να καταστεί αυτό δυνατό. Η ιεράρχηση και η αποτελεσματική ενίσχυση των ειδικών μέτρων για την επίτευξη των στόχων θα πρέπει να παρέχονται κάθε χρόνο στις κατευθυντήριες γραμμές εκτίμησης του προϋπολογισμού που αφορούν την ανάπτυξη και την αξιοποίηση του διαστήματος.[14]

❖ Έξι βασικοί πυλώνες ανάπτυξης της Ιαπωνίας και αξιοποίησης του διαστήματος

Η εφαρμογή των πολιτικών που αφορούν την ανάπτυξη και αξιοποίηση του διαστήματος, σύμφωνα με τις αρχές που περιγράφονται παραπάνω θα πρέπει να συμμορφώνονται με τους έξι βασικούς πυλώνες που παρουσιάζονται στο βασικό νόμο για το διάστημα [14]:

- **Ειρηνική χρήση του Διαστήματος** : Η αξιοποίηση του διαστήματος είναι ένα από τα πιο σημαντικά μέσα για την ενίσχυση των δυνατοτήτων της συνεχούς επιτήρησης της θάλασσας και του αέρα που περιβάλλει την Ιαπωνία, την ανίχνευση σημείων των γεγονότων, και την έγκαιρη παράδοση / ανταλλαγή των πληροφοριών που λαμβάνονται. Με βάση αυτή την ιδέα, το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας σημειώνει σταθερή πρόοδο προς τη βελτίωση των δυνατοτήτων χρήσης του διαστήματος, με την ανάπτυξη ενός νέου δορυφόρου επικοινωνιών για τις Ιαπωνικές Δυνάμεις Αυτοάμυνας.
Ο δορυφόρος συλλογής πληροφοριών, που αποφασίστηκε να εισαχθεί το 1998, έχει κάνει σημαντικές συνεισφορές στη συλλογή πληροφοριών που είναι απαραίτητες για την εθνική ασφάλεια και τη διαχείριση κρίσεων. Είναι απαραίτητο, ως εκ τούτου, να συνεχιστεί η βελτίωση και η ενίσχυση των δυνατοτήτων του. Εν μέσω της εξελίξης της αξιοποίησης του διαστήματος για την άμυνα σε όλο τον κόσμο, οι μελλοντικές τάσεις θα πρέπει να παρακολουθούνται προσεκτικά. Είναι επίσης απαραίτητη η διατήρηση και η ενίσχυση της βιομηχανικής βάσης με την εφαρμογή εθνικών τεχνολογιών ασφάλειας σε καταναλωτική χρήση μετά από καθορισμένο χρονικό διάστημα, εφόσον η εφαρμογή δεν θέτει σε κίνδυνο την εθνική ασφάλεια.
- **Βελτίωση της καθημερινής ζωής** : Η ανάπτυξη και αξιοποίηση του διαστήματος στην Ιαπωνία είναι απαραίτητη βάση για την καθημερινή ζωή. Τα παραδείγματα

περιλαμβάνουν: πρόγνωση του καιρού με μετεωρολογικούς δορυφόρους, επικοινωνίες δεδομένων / μετάδοση μέσω των δορυφόρων, χαρτογραφία, έρευνα των πόρων, της γεωργίας, της δασοκομίας, της αλιείας και της παρακολούθησης των καταστροφών σε συνδυασμό με τους δορυφόρους παρατήρησης της γης και των ωκεανών, πλοήγηση αυτοκινήτων και γεωγραφική έρευνα με το GPS. Ωστόσο, άλλες εφαρμογές εκτός από τα παραπάνω παραδείγματα είναι ακόμα στο πρώτο στάδιο. Είναι επείγον ζήτημα η μέγιστη αξιοποίηση του διαστήματος με στόχο την αναβάθμιση και τον εξορθολογισμό της βιομηχανίας, της ανθρώπινης ζωής και της διοίκησης, καθώς και για τη βελτίωση της διαχείρισης των καταστροφών κ.λπ.

Τα διαστημικά συστήματα έχουν πλεονεκτήματα στη διαχείριση καταστροφών χωρίς να επηρεάζονται από τα γεγονότα επί του εδάφους και οι υπηρεσίες τους καλύπτουν μια ευρεία περιοχή. Μεταξύ αυτών, άξια προσοχής είναι το QZSS για την ανίχνευση παραμόρφωσης του φλοιού της γης ή των τσουνάμι, οι δορυφόροι τηλεπισκόπησης για περιοχές που επλήγησαν από καταστροφές, και τα δίκτυα δορυφορικής επικοινωνίας σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Τα σημαντικότερα σημεία είναι η ενίσχυση της χρηστικότητας των συστημάτων για τους δορυφόρους και τις επίγειες εγκαταστάσεις, για την επέκταση της επαγγελματικής και πιθανώς της δημόσιας αξιοποίησης των δορυφορικών δεδομένων.

- **Βιομηχανική Ανάπτυξη** : Η διαστημική βιομηχανία είναι μια σημαντική βάση για την εθνική διαστημική δραστηριότητα. Είναι μια πολλά υποσχόμενη πηγή καινοτομίας λόγω της συσσώρευσης των τεχνολογιών αιχμής και το ευρύ φάσμα των υποστηρικτικών κλάδων, που αναμένεται να επιφέρει ριζικές επιδράσεις στο σύνολο του κλάδου και σημαντικές οικονομικές αλλαγές. Η διαστημική βιομηχανία έχει επίσης συνδέσεις με τον κλάδο των υπηρεσιών μέσω ανακοινώσεων / μεταδόσεων, με τις υπηρεσίες χαρτογράφησης, χρησιμοποιώντας δορυφορικές εικόνες και τις υπηρεσίες εντοπισμού θέσης, όπως η πλοήγηση.

Η τρέχουσα οικονομική αυστηρότητα περιορίζει την κυβέρνηση στο να υποστηρίξει την διαστημική βιομηχανία με επαρκείς προμήθειες. Ένας βασικός παράγοντας για τη διατήρηση και την ενίσχυση της βιομηχανικής βάσης της Ιαπωνίας είναι η ανάπτυξη της ιαπωνικής διαστημικής βιομηχανίας μέσω της ικανοποίησης των ιδιωτικών και στο εξωτερικών απαιτήσεων στον παγκόσμιο ανταγωνισμό. Αν και οι ιαπωνικές επιχειρήσεις έχουν πρόσφατα λάβει παραγγελίες δορυφόρων από την Τουρκία και το Βιετνάμ, πέρα από τους ιαπωνικούς μετεωρολογικούς δορυφόρους, δεν είναι ακόμη αρκετά ανταγωνιστικές στη διεθνή αγορά.

Η παγκόσμια αγορά των δορυφόρων κυριαρχείται από αμερικανικές και ευρωπαϊκές εταιρείες, οι οποίες έχουν κερδίσει την εμπιστοσύνη των πελατών στον ιδιωτικό τομέα μέσα από τις επιδόσεις τους στη λειτουργία τροχιάς των κυβερνητικών

προϊόντων. Σε αντίθεση, οι ιαπωνικές εταιρείες έχουν υποφέρει από τις μικρότερες κυβερνητικές ζητήσεις και την ανεπαρκή έρευνα και ανάπτυξη για την εμπορία και την προώθηση της βιομηχανίας από το 1990. Το ίδιο ισχύει και για την υπηρεσία εκτοξεύσεων πυραύλων: Η Ευρώπη και η Ρωσία έχουν δεσπόζουσα θέση στην παγκόσμια αγορά, ακολουθούμενες από την Κίνα και την Ινδία.

Οι εγκαταστάσεις δοκιμών και εκτοξεύσεων δορυφόρων και πυραύλων θα πρέπει να διατηρηθεί έτσι ώστε να μην επηρεάζεται το χρονοδιάγραμμα ανάπτυξης, συμπεριλαμβανομένων των μέτρων διατήρησης των εν λόγω εγκαταστάσεων. Ένα ακόμα βήμα για τη διατήρηση και την επέκταση της βιομηχανικής βάσης της Ιαπωνίας είναι να ενθαρρυνθεί η είσοδος των νέων επιχειρηματιών ή καθιερωμένες επιχειρήσεις με υψηλό τεχνολογικό επίπεδο και σε άλλους τομείς. Αυτές οι επιχειρήσεις θα πρέπει επίσης να ενθαρρυνθούν να παρέχουν όχι μόνο προϊόντα που σχετίζονται με το διάστημα, αλλά και υπηρεσίες για την επίλυση προβλημάτων.

- **Ευημερία της ανθρώπινης κοινωνίας :** Το διάστημα είναι το τελευταίο σύνορο για την ανθρωπότητα. Προσφέρει απεριόριστες δυνατότητες με πολλούς τρόπους, όπως η συσσώρευση της πνευματικής κληρονομιάς, η επέκταση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, και νέες μορφές αξιοποίησης της ενέργειας στο διάστημα. Η σύνθετη επιστημονική και τεχνολογική έρευνα και ανάπτυξη είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση του διαστημικού περιβάλλοντος και την προοπτική για την πρακτική αξιοποίηση του διαστήματος.

Αυτές οι προηγμένες δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης θα προωθήσουν νέες τεχνολογικές καινοτομίες, οι οποίες, με τη σειρά τους, θα συμβάλουν στον καλύτερο τρόπο ζωής και σε ένα δυναμικό μέλλον. Η σύγχρονη διαστημική επιστήμη ενσωματώνει την αστρονομική επιστήμη με μηχανική αιχμής για τα οχήματα ανίχνευσης που επιτρέπουν τις επιστημονικές μελέτες. Οι Ιάπωνες αστροναύτες έχουν συμβάλει στο έργο του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού, με την ανάπτυξη των τεχνολογιών που υποστηρίζουν τις επανδρωμένες διαστημικές δραστηριότητες. Τα πειράματα στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό αναμένεται να συμβάλουν στην καλύτερευση της ζωής των ανθρώπων.

Όσον αφορά την μεγάλης κλίμακας εξερεύνηση του διαστήματος (επανδρωμένη και μη), θα πρέπει να βασίζεται σε μια μακροπρόθεσμη προοπτική, λαμβάνοντας υπόψη διάφορες παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένης της διπλωματίας, της εθνικής ασφάλειας, της βιομηχανικής ικανότητας και ανταγωνιστικότητας, της επιστήμης και της τεχνολογίας. Η εφαρμογή των σχεδίων, συμπεριλαμβανομένης της επανδρωμένης διαστημικής δραστηριότητας που αναφέρθηκε παραπάνω, θα πρέπει να είναι σύμφωνα με μια σαφή σειρά προτεραιότητας. Η θέση της Ιαπωνίας για τη διαστημική επιστήμη και τη διαστημική εξερεύνηση θα πρέπει να συνάδει με

τη θέση μιας ηγετικής χώρας με συσσωρευμένη εμπειρία και τεχνολογία. Η Ιαπωνία θα πρέπει να ασχολείται με την επιστημονική έρευνα και την εξερεύνηση του διαστήματος, με σκοπό την αναζήτηση της επιστημονικής αλήθειας και στόχο την επέκταση της σφαίρας της ανθρωπότητας.

- **Πρώθηση της Διεθνούς Συνεργασίας** : Η Ιαπωνία έχει δραστηριοποιηθεί στην αντιμετώπιση των διεθνών ζητημάτων μέσω της ομάδας γεωπαρατηρήσεων (GEO) και του Περιφερειακού Οργανισμού Διαστήματος Ασίας-Ειρηνικού (APRSAP) για την επίτευξη της συντονισμένης αξιοποίησης του διαστήματος σε περίπτωση φυσικών ή τεχνολογικών καταστροφών. Για παράδειγμα, τα δεδομένα από τους ιαπωνικούς δορυφόρους Himawari και Daichi παρέχουν δεδομένα μετεωρολογίας, παρακολούθησης των καταστροφών ή προβολής της κλιματικής αλλαγής στην Ασία.

Μαζί με τη συμμετοχή στο έργο του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού και άλλες δραστηριότητες διαστημικής επιστήμης και εξερεύνησης του διαστήματος, η Ιαπωνία έχει δημιουργήσει ισχυρούς δεσμούς με άλλες πρωτοπόρες χώρες στη διαστημική ανάπτυξη με αποτέλεσμα την εξασφάλιση της παρουσίας της Ιαπωνίας στη διεθνή σκηνή. Η συνεισφορά της Ιαπωνίας έχει αναγνωριστεί ιδιαίτερα από τη διεθνή κοινότητα, και αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως στοιχείο για τη "διαστημική διπλωματία".

Οι διεθνείς δραστηριότητες της Ιαπωνίας δεν θα πρέπει να περιορίζονται στην ικανοποίηση αιτημάτων από άλλες χώρες, αλλά θα πρέπει να περιλαμβάνουν προσπάθειες για τη δημιουργία πλαισίων για την αμοιβαίως επωφελομένη συνεργασία με τις χώρες-εταίρους, συμπεριλαμβανομένης της υποστήριξης για επέκταση που σχετίζονται με τις επιχειρήσεις της Ιαπωνίας και τη βιομηχανική συνεργασία. Η ανάπτυξη και αξιοποίηση του διαστήματος απαιτεί ένα σημαντικό ποσό των κονδυλίων για την ανάπτυξη και την εκτόξευση δορυφόρων. Δεδομένου ότι δεν είναι ρεαλιστικό για την Ιαπωνία αποκλειστικά και μόνο για να καλύψει το συνολικό κόστος των εν λόγω ακριβών προγραμμάτων, η διεθνής συνεργασία και η κατανομή των ρόλων, όπως στο έργο του ISS, είναι πολύ σημαντική προκειμένου να καλλιεργηθεί μια καλή διεθνής σχέση ώστε να επιτευχθεί η αποτελεσματική αξιοποίηση του διαστήματος.

- **Περιβαλλοντική μέριμνα** : Εκτός από τη διευκόλυνση της ζωής των ανθρώπων, την αποτελεσματικότητα της βιομηχανίας και τη διοίκηση, η αξιοποίηση του διαστήματος προσφέρει δυνατότητες για την επίλυση των παγκόσμιων προβλημάτων ενέργειας και περιβάλλοντος. Στο πλαίσιο της πρώιμης της ανάπτυξης και της αξιοποίησης του διαστήματος, οι δραστηριότητες θα πρέπει να είναι φιλικές προς το περιβάλλον, αλλά και φιλικές προς το διάστημα.

Από την άποψη της φιλικότητας προς το περιβάλλον του πλανήτη, τα διαστημικά προγράμματα για την αποτελεσματική και αποδοτική επίλυση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων, όπως η κλιματική αλλαγή, είναι σημαντικά. Από την άποψη της φιλικότητας προς το διάστημα, η πρόληψη και η μείωση των διαστημικών αποβλήτων είναι σημαντικά ζητήματα για την ανάπτυξη και αξιοποίηση του διαστήματος.

Μερικά τελικά στάδια της εκτόξευσης και θραύσματα των παροπλισμένων δορυφόρων παραμένουν στις τροχιές τους, όπως τα διαστημικά απόβλητα και μπορεί να συγκρούονται με τους δορυφόρους προκαλώντας μεγάλες απώλειες. Ένα μεγάλο μέρος των συντριμμίων προκλήθηκε λόγω της πειραματικής καταστροφής ενός τεχνητού δορυφόρου από ένα βαλλιστικό πύραυλο της Κίνας τον Ιανουάριο του 2007 και τη σύγκρουση μεταξύ δορυφόρων των ΗΠΑ και της Ρωσίας τον Φεβρουάριο του 2009. Αναμένεται ότι ο αριθμός των συντριμμίων θα αυξηθεί σε μια αλυσιδωτή σύγκρουση μεταξύ των σωματιδίων. Η κατάλληλη αντιμετώπιση του προβλήματος με τα διαστημικά συντρίμια αποτελεί επιτακτική ανάγκη για την αειφόρο ανάπτυξη και την εκμετάλλευση του διαστήματος.

4.4 Κινέζικη Διαστημική Πολιτική

Η κινεζική κυβέρνηση έχει θεωρήσει τη διαστημική βιομηχανία, ως αναπόσπαστο μέρος της συνολικής αναπτυξιακής στρατηγικής του κράτους, και επιβεβαίωσε ότι η εξερεύνηση και η αξιοποίηση του διαστήματος θα πρέπει να είναι για ειρηνικούς σκοπούς και προς όφελος του συνόλου της ανθρωπότητας. Οι στόχοι και οι αρχές των διαστημικών δραστηριοτήτων της Κίνας καθορίζονται από τη σημαντική θέση τους και λειτουργούν για την προστασία των εθνικών συμφερόντων της Κίνας και την εφαρμογή της αναπτυξιακής στρατηγικής του κράτους.[62]

Οι στόχοι των διαστημικών δραστηριοτήτων της Κίνας είναι: να εξερευνήσουν το διάστημα, να αποκτήσουν περισσότερες γνώσεις για το σύμπαν και τη Γη, να χρησιμοποιήσουν το διάστημα για ειρηνικούς σκοπούς, να προωθήσουν τον πολιτισμό της ανθρωπότητας και την κοινωνική πρόοδο προς ωφελούν του συνόλου της ανθρωπότητας και να ανταποκριθούν στις αυξανόμενες απαιτήσεις της οικονομικής οικοδόμησης, της εθνικής ασφάλειας, της επιστήμης και της τεχνολογίας της ανάπτυξης και κοινωνικής προόδου, της προστασίας των εθνικών συμφερόντων της Κίνας και τη δημιουργία της συνολικής εθνικής ισχύος. Η Κίνα πραγματοποιεί τις διαστημικές δραστηριότητες της σύμφωνα με τις ακόλουθες αρχές [62]:

- Εφαρμογή της αρχής της μακροχρόνιας, σταθερής και βιώσιμης ανάπτυξης και ανάπτυξη των διαστημικών δραστηριοτήτων ώστε να εξυπηρετούν την αναπτυξιακή στρατηγική του κράτους. Η κινεζική κυβέρνηση αποδίδει μεγάλη σημασία στο ρόλο των διαστημικών δραστηριοτήτων στην εφαρμογή της στρατηγικής της αναζωογόνησης της χώρας μαζί με την επιστήμη και την εκπαίδευση, τη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς και την οικονομική κατασκευή, την εθνική ασφάλεια, την επιστήμη και την τεχνολογική ανάπτυξη και κοινωνική πρόοδο. Η ανάπτυξη των διαστημικών δραστηριοτήτων ενθαρρύνεται και υποστηρίζεται από την κυβέρνηση ως αναπόσπαστο μέρος της συνολικής αναπτυξιακής στρατηγικής του κράτους.
- Τήρηση της αρχής της ανεξαρτησίας, της αυτοδυναμίας και αυτο-ανακαίνισης και προώθηση των διεθνών ανταλλαγών και συνεργασιών. Η Κίνα πρέπει να βασίζεται στις δικές της δυνάμεις για την αντιμετώπιση των βασικών προβλημάτων και να κάνει σημαντικές ανακαλύψεις στη διαστημική τεχνολογία. Εν τω μεταξύ, θα πρέπει να δοθεί η δέουσα προσοχή στη διεθνή συνεργασία και τις ανταλλαγές στον τομέα της διαστημικής τεχνολογίας με βάση το αμοιβαίο όφελος.
- Επιλογή ενός περιορισμένου αριθμού στόχων και επίτευξη αλμάτων σε βασικούς τομείς, σύμφωνα με την εθνική κατάσταση και δύναμη. Η Κίνα πραγματοποιεί τις διαστημικές δραστηριότητες με σκοπό την ικανοποίηση των θεμελιωδών απαιτήσεων του εκσυγχρονισμού. Ένας περιορισμένος αριθμός έργων που είναι ζωτικής σημασίας για την εθνική οικονομία και την κοινωνική ανάπτυξη επιλέγονται έτσι ώστε να συγκεντρωθεί δύναμη για να αντιμετωπιστούν σημαντικές δυσκολίες και να επιτευχθούν ανακαλύψεις σε βασικούς τομείς.
- Ενίσχυση των κοινωνικών και οικονομικών αποδόσεων των διαστημικών δραστηριοτήτων με προσοχή στα κίνητρα της τεχνολογικής προόδου. Η Κίνα προσπαθεί να διερευνήσει μια πιο οικονομική και αποδοτική αναπτυξιακή οδό, για τις διαστημικές δραστηριότητες, έτσι ώστε να επιτευχθεί η ενσωμάτωση της τεχνολογικής προόδου και της οικονομικής λογικής.
- Βάση αποτελεί ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός, ο συνδυασμός της μακροπρόθεσμης ανάπτυξης και της βραχυπρόθεσμης ανάπτυξης, ο συνδυασμός των διαστημικών σκαφών και εξοπλισμού εδάφους, καθώς και η συντονισμένη ανάπτυξη. Η κινεζική κυβέρνηση αναπτύσσει τη διαστημική τεχνολογία, την εφαρμογή και την επιστήμη, μέσω του ολοκληρωμένου σχεδιασμού και ορθολογική διευθέτηση με στόχο την προώθηση της ολοκληρωμένης και συντονισμένης ανάπτυξης των διαστημικών δραστηριοτήτων της Κίνας.

4.5 Ρώσικη Διαστημική Πολιτική

Η εξερεύνηση του διαστήματος, η οποία ξεκίνησε στη Ρωσία, ανοίγει νέες προοπτικές για τον παγκόσμιο πολιτισμό. Στη Ρωσική Ομοσπονδία η εξερεύνηση και χρήση του διαστήματος, συμπεριλαμβανομένης της Σελήνης και άλλων ουρανίων σωμάτων, είναι μία από τις πιο σημαντικές κατευθύνσεις των δραστηριοτήτων προς το συμφέρον των πολιτών, της κοινωνίας και του κράτους. Ο νόμος για το διάστημα έχει ως στόχο να παράσχει νομική ρύθμιση για τις διαστημικές δραστηριότητες και διεγείρει την εφαρμογή του δυναμικού της διαστημικής επιστήμης και της βιομηχανίας για το κοινωνικο-οικονομικό, επιστημονικό, τεχνικό και αμυντικό έργο της Ρωσικής Ομοσπονδίας. [16]

Ως διαστημική δραστηριότητα ορίζεται οποιαδήποτε δραστηριότητα άμεσα συνδεδεμένη με τις ενέργειες για την εξερεύνηση και χρήση του διαστήματος, συμπεριλαμβανομένης της Σελήνης και άλλων ουρανίων σωμάτων. Η διαστημική δραστηριότητα περιλαμβάνει: διαστημικές έρευνες, τηλεπισκόπηση της Γης από το διάστημα, συμπεριλαμβανομένης της παρακολούθησης του περιβάλλοντος και της μετεωρολογίας, χρήση της πλοήγησης, τοπογραφικά και γεωδαιτικά δορυφορικά συστήματα, δοκιμαστικές διαστημικές αποστολές, κατασκευή υλικών και άλλων προϊόντων στο διάστημα και άλλα είδη δραστηριοτήτων που εκτελούνται με τη βοήθεια της διαστημικής τεχνολογίας. Η διαστημική δραστηριότητα περιλαμβάνει τη δημιουργία (συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης, κατασκευής και δοκιμής), καθώς και τη χρήση και τη μεταφορά των διαστημικών τεχνολογιών, της διαστημικής τεχνολογίας, προϊόντα και υπηρεσίες που είναι αναγκαίες, για την εκτέλεση των διαστημικών δραστηριοτήτων. [16]

❖ Στόχος και σκοπός των διαστημικών δραστηριοτήτων

Η διαστημική δραστηριότητα διενεργείται με στόχο την προώθηση της ευημερίας των πολιτών της Ρωσικής Ομοσπονδίας, την ανάπτυξη της Ρωσικής Ομοσπονδίας και της διασφάλισης της ασφάλειάς της, καθώς και την επίλυση παγκόσμιων προβλημάτων της ανθρωπότητας. Τα κύρια καθήκοντα των διαστημικών δραστηριοτήτων που υπάγονται στη δικαιοδοσία της Ρωσικής Ομοσπονδίας είναι η παροχή πρόσβασης στο διάστημα, η μελέτη της Γης και του διαστήματος, η ανάπτυξη της επιστήμης, των τεχνικών και της τεχνολογίας, η ενίσχυση της οικονομικής αποτελεσματικότητας και η διασφάλιση των αμυντικών δυνατοτήτων της Ρωσικής Ομοσπονδίας και του ελέγχου της εφαρμογής των διεθνών συνθηκών που αφορούν τους εξοπλισμούς και τις ένοπλες δυνάμεις.[16]

❖ Αρχές της διαστημικής δραστηριότητας

Η διαστημική δραστηριότητα πρέπει να διενεργείται σύμφωνα με τις ακόλουθες αρχές[16]:

- Ίσο δικαίωμα των οργανώσεων και των πολιτών της Ρωσικής Ομοσπονδίας να συμμετέχουν στη διαστημική δραστηριότητα
- Πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με διαστημική δραστηριότητα
- Χρήση των αποτελεσμάτων των διαστημικών δραστηριοτήτων προς όφελος των πελατών της με σεβασμό στα δικαιώματα των οργανώσεων και των πολιτών που συμμετέχουν στη διαστημική δραστηριότητα
- Εισαγωγή των επιτευγμάτων της επιστήμης του διαστήματος και της τεχνολογίας στην εθνική οικονομία
- Περιορισμός των μονοπωλιακών δραστηριοτήτων και ανάπτυξη της επιχειρηματικής δραστηριότητας
- Ανεξαρτησία των εμπειρογνομόνων σε θέματα των διαστημικών δραστηριοτήτων
- Παροχή ασφάλειας στο χώρο δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας του περιβάλλοντος
- Προώθηση της διεθνούς συνεργασίας στον τομέα των διαστημικών δραστηριοτήτων
- Διεθνής ευθύνη για τη διαστημική δραστηριότητα

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η στρατηγική και η οικολογική ασφάλεια, απαγορεύεται στη Ρωσική Ομοσπονδία [16]:

- Να τεθούν σε τροχιά γύρω από τη Γη ή να αναπτυχθούν στο Διάστημα πυρηνικά όπλα και κάθε άλλου είδους όπλα μαζικής καταστροφής
- Ο έλεγχος των πυρηνικών όπλων και κάθε άλλου είδους όπλων μαζικής καταστροφής στο διάστημα
- Να χρησιμοποιηθούν διαστημικά αντικείμενα και διαστημική τεχνολογία ως ένα εργαλείο για να επηρεαστεί το περιβάλλον για στρατιωτικούς και άλλους εχθρικούς σκοπούς
- Να χρησιμοποιηθεί το φεγγάρι και άλλα ουράνια σώματα για στρατιωτικούς σκοπούς
- Να δημιουργηθεί εκ προθέσεως άμεση απειλή για την ασφάλεια της διαστημικής δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένης της ασφάλειας των διαστημικών αντικειμένων
- Να δημιουργηθεί επιβλαβής μόλυνση του διαστήματος που οδηγεί σε δυσμενείς μεταβολές του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένης της ηθελημένης απομάκρυνσης των διαστημικών αντικειμένων στο διάστημα.

Άλλη διαστημική δραστηριότητα υπό τη δικαιοδοσία της Ρωσικής Ομοσπονδίας, η οποία απαγορεύεται από τις διεθνείς συνθήκες της Ρωσικής Ομοσπονδίας, δεν επιτρέπεται επίσης.[16]

Η διαστημική δραστηριότητα, καθώς και η διάδοση των πληροφοριών σχετικά με τη διαστημική δραστηριότητα πρέπει να πραγματοποιείται ανάλογα με τις απαιτήσεις, που προβλέπονται από τη νομοθεσία της Ρωσικής Ομοσπονδίας, σχετικά με την προστασία των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας, του κράτους (συμπεριλαμβανομένου του στρατού) και του εμπορικού απορρήτου. Οι γενικές πληροφορίες σχετικά με τη διαστημική δραστηριότητα που αφορούν τα σχέδιά της εκτόξευσης διαστημικών αντικειμένων και τις αλλαγές τους, τα διαστημικά προτζεκτ και η πορεία υλοποίησής τους, τα κονδύλια του προϋπολογισμού για τις διαστημικές δραστηριότητες, τα συμβάντα και ατυχήματα κατά τη διενέργεια της διαστημικής δραστηριότητας και της ζημίας, λόγω των ατυχημάτων αυτών και πρέπει να διαδίδονται χωρίς περιορισμούς.[16]

❖ Ρώσικη Διαστημική Υπηρεσία

Η Ρωσική Διαστημική Υπηρεσία είναι όργανο της ομοσπονδιακής εκτελεστικής εξουσίας, αρμόδια για τη διενέργεια διαστημική δραστηριότητα για επιστημονικούς και εθνικοοικονομικούς σκοπούς υπό τη δικαιοδοσία της Ρωσικής Ομοσπονδίας, σύμφωνα με τη διαστημική πολιτική της Ρωσικής Ομοσπονδίας. Η Ρωσική Υπηρεσία Διαστήματος, πρέπει στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων τις[16]:

- Να εκπονήσει ένα σχέδιο ομοσπονδιακού διαστημικού προγράμματος της Ρωσίας, σε συντονισμό με το Υπουργείο Άμυνας της Ρωσικής Ομοσπονδίας, της Ρωσικής Ακαδημίας Επιστημών και άλλους κρατικούς πελάτες των έργων για τη δημιουργία και τη χρήση της διαστημικής τεχνολογίας
- Να συμμετάσχει σε συντονισμό με το Υπουργείο Άμυνας της Ρωσικής Ομοσπονδίας στα έργα για τη δημιουργία και τη χρήση της διαστημικής τεχνολογίας, για επιστημονικούς και την εθνικοοικονομικούς σκοπούς και για σκοπούς άμυνας και ασφάλειας της Ρωσικής Ομοσπονδίας
- Να εξασφαλίσει, σε συντονισμό με το Υπουργείο Άμυνας της Ρωσικής Ομοσπονδίας και των άλλων υπουργείων και υπηρεσιών της Ρωσικής Ομοσπονδίας, την εκμετάλλευση, τη συντήρηση και την ανάπτυξη των εδαφικών και άλλων αντικειμένων της διαστημικής υποδομής για επιστημονικούς και εθνικοοικονομικούς σκοπούς
- Να εκδίδει άδειες για τα είδη των διαστημικών δραστηριοτήτων
- Να οργανώνει την πιστοποίηση της διαστημικής τεχνολογίας
- Να παρέχει την αναγκαία τεχνική τεκμηρίωση της διαστημικής δραστηριότητας
- Να εξασφαλίζει, σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες κρατικές υπηρεσίες, την ασφάλεια των διαστημικών δραστηριοτήτων

- Να αλληλεπιδρά με τους οργανισμούς και οργανώσεις των ξένων κρατών, καθώς και τους διεθνείς οργανισμούς σε θέματα διαστημικών δραστηριοτήτων θέτοντας κατάλληλες διεθνείς συμφωνίες
- Να εκτελεί άλλα καθήκοντα, όπως ορίζεται από το Υπουργικό Συμβούλιο - της κυβέρνησης της Ρωσικής Ομοσπονδίας.

❖ Πιστοποίηση Διαστημικής Τεχνολογίας

Η διαστημική τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένων των διαστημικών αντικειμένων, έδαφους και άλλων αντικείμενων της διαστημικής υποδομής που δημιουργήθηκαν για επιστημονικούς και εθνικοοικονομικούς σκοπούς, θα πρέπει να ελέγχονται για την τήρηση των απαιτήσεων σύμφωνα με τη νομοθεσία της Ρωσικής Ομοσπονδίας(πιστοποίηση). Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας πιστοποίησης, το πιστοποιητικό εκδίδεται για κάθε δείγμα της διαστημικής τεχνολογίας. Οι τύποι, μορφές και οι όροι των πιστοποιητικών, οι όροι και οι διαδικασίες για την έκδοση, παρακράτηση, αναστολή ή τον τερματισμό αυτών, καθώς και άλλα ζητήματα της πιστοποίησης θα πρέπει να διέπονται από τη νομοθεσία της Ρωσικής Ομοσπονδίας.[16]

❖ Διεθνής συνεργασία

Οι διεθνείς συνθήκες της Ρωσικής Ομοσπονδίας σε θέματα των διαστημικών δραστηριοτήτων υπόκειται σε επικύρωση από το Ανώτατο Σοβιέτ της Ρωσικής Ομοσπονδίας. Η Ρωσική Ομοσπονδία μεριμνά για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων που έχει αναλάβει στον τομέα των διαστημικών δραστηριοτήτων, και ειδικά στο πλαίσιο της συνθήκης σχετικά με τις αρχές που διέπουν τη δραστηριότητα των κρατών κατά την εξερεύνηση και χρήση του διαστήματος, συμπεριλαμβανομένης της Σελήνης και άλλων ουράνιων σωμάτων. Η Ρωσική Ομοσπονδία προωθεί την ανάπτυξη της διεθνούς συνεργασίας στον τομέα των διαστημικών δραστηριοτήτων, καθώς και την επίλυση των διεθνών νομικών προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν κατά την εξερεύνηση και χρήση του διαστήματος.[16]

5 Διάστημα και Ασφάλεια

5.1 Διαστημικό Περιβάλλον

Σε αυτή την ενότητα εξετάζεται το θέμα της ασφάλειας και της βιωσιμότητας του διαστημικού περιβάλλοντος, με έμφαση στα διαστημικά συντρίμια, τις δυνητικές απειλές που προέρχονται από κοντινά στη Γη αντικείμενα, την κατανομή των λιγοστών πόρων του διαστήματος και την ικανότητα ανίχνευσης, παρακολούθησης, εντοπισμού και καταγραφής αντικειμένων στο διάστημα.[17]

5.1.1 Τροχιακά Συντρίμια

Τα διαστημικά συντρίμια αποτελούν μια σημαντική, σταθερή, και αδιάκριτη απειλή για όλα τα διαστημικά σκάφη. Οι περισσότερες διαστημικές αποστολές έχουν δημιουργήσει κάποια διαστημικά απόβλητα, κυρίως τα στάδια προώσης των πυραύλων που μετά τη χρήση τους ελευθερώθηκαν στο διάστημα παρασύροντας και άλλα κομμάτια υλικού. Σοβαρά θραύσματα συνήθως προκαλούνται από ενεργειακά γεγονότα όπως οι εκρήξεις. Αυτά μπορεί να είναι ακούσια, όπως στην περίπτωση των αχρησιμοποίητων εκρηκτικών καυσίμων, ή εκ προθέσεως, όπως στον έλεγχο των όπλων στο διάστημα που χρησιμοποιούν καταδιώκτες κινητικής ενέργειας.[17]

Ταξιδεύοντας με ταχύτητες έως και 7,8 χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο, ακόμη και μικρά κομμάτια διαστημικών αποβλήτων μπορούν να καταστρέψουν ή να απενεργοποιήσουν ένα δορυφόρο κατά την πρόσκρουση. Ο αριθμός των αντικειμένων στην τροχιά της Γης έχει αυξηθεί σταθερά. Σήμερα το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ χρησιμοποιεί το δίκτυο επιτήρησης του διαστήματος έχοντας καταγράψει περισσότερα από 16.000 αντικείμενα διαμέτρου περίπου 10 εκατοστών ή μεγαλύτερα. Περίπου 23.000 κομμάτια από τα συντρίμια αυτού του μεγέθους παρακολουθούνται, αλλά δεν καταγράφονται καθότι ο στρατός των ΗΠΑ καταγράφει μόνο αντικείμενα με γνωστούς ιδιοκτήτες.[17]

Οι ειδικοί εκτιμούν ότι υπάρχουν πάνω από 300.000 αντικείμενα με διάμετρο μεγαλύτερη από ένα εκατοστό και αρκετά εκατομμύρια που είναι μικρότερα. Ο ετήσιος ρυθμός των νέων συντριμμίων άρχισε να μειώνεται στη δεκαετία του 1990, κυρίως λόγω των εθνικών προσπαθειών για μετριασμό των συντριμμίων αλλά αυξήθηκε κατά τα τελευταία χρόνια, ως αποτέλεσμα των γεγονότων, όπως η κινεζική σκόπιμη καταστροφή ενός από τους δορυφόρους της το 2007 και την τυχαία σύγκρουση το 2009 του Αμερικάνικου δορυφόρου Iridium με τον Ρωσικό δορυφόρο Cosmos. Το συνολικό ποσό των διαστημικών σκουπίδιων σε τροχιά αυξάνεται κάθε χρόνο και συγκεντρώνονται στις τροχιές όπου οι ανθρώπινες δραστηριότητες λαμβάνουν χώρα.[17]

Η χαμηλή γήινη τροχιά είναι η πιο "πυκνοκατοικημένη" περιοχή, και ειδικά η Ήλιο-σύγχρονη περιοχή. Μερικά συντρίμια εισέρχονται εκ νέου στην ατμόσφαιρα της Γης και αποσυντίθενται πολύ γρήγορα λόγω των ατμοσφαιρικής έλξης, αλλά τα συντρίμια σε τροχιά πάνω από 600 χιλιόμετρα θα εξακολουθήσουν να αποτελούν απειλή για δεκαετίες ή ακόμη και αιώνες. Έχει ήδη υπάρξει μια σειρά συγκρούσεων μεταξύ των πολιτικών, εμπορικών και στρατιωτικών διαστημικών σκαφών και διαστημικών αποβλήτων. Παρά το γεγονός ότι είναι σπάνιο να συμβεί, η επανείσοδος των πολύ μεγάλων συντριμμίων θα μπορούσε δυνητικά να αποτελέσει απειλή για τη Γη.[17]

Βασικά στοιχεία[17] :

- Ο καταγεγραμμένος πληθυσμός συντριμμίων παραμένει σχεδόν αμετάβλητος και ο αριθμός των ενεργών αντικειμένων σε τροχιά συνεχίζει να αυξάνεται
- Το Αμερικάνικο Δίκτυο Διαστημικής Επιτήρησης συνεχίζει να επικαιροποιεί τον κατάλογο των διαστημικών συντριμμίων που σχετίζονται με κινδύνους
- Τα τροχιακά συντρίμια συνεχίζουν να απειλούν τον ασφαλή χώρο λειτουργίας και των δορυφόρων και του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού
- Η συμμόρφωση με τις διεθνείς κατευθυντήριες γραμμές μετριασμού των υπολειμμάτων έχει βελτιωθεί τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα στη γεωστατική τροχιά της Γης (GEO)

5.1.2 Φάσμα ραδιοσυχνοτήτων (RF) και τροχιακές θέσεις

Ο αυξανόμενος αριθμός των εθνών που δραστηριοποιούνται στο διάστημα και στις δορυφορικές εφαρμογές είναι η κινητήρια δύναμη της ζήτησης για πρόσβαση σε ραδιοσυχνότητες και τροχιακές θυρίδες. Θέματα παρεμβολών προκύπτουν κυρίως όταν δύο διαστημικά σκάφη απαιτούν τις ίδιες συχνότητες ταυτόχρονα και τα οπτικά πεδία τους επικαλύπτονται ή μεταδίδουν πολύ κοντά το ένα στο άλλο. Η παρεμβολή είναι μια αυξανόμενη ανησυχία για τους φορείς εκμετάλλευσης των δορυφορικών λειτουργιών, ιδίως σε πολυσύχναστα διαστημικά τμήματα.[17]

Οι περισσότεροι δορυφόροι βρίσκονται στη γεωστατική τροχιά (GEO), χρησιμοποιώντας κοινές ζώνες συχνοτήτων, αυξάνοντας την πιθανότητα παρεμβολών. Ενώ οι πολυσύχναστες τροχίες μπορεί να οδηγήσουν σε παρεμβολές σήματος, οι νέες τεχνολογίες που αναπτύσσονται για να διαχειριστούν την ανάγκη για μεγαλύτερη χρήση των συχνοτήτων, επιτρέπουν σε περισσότερους δορυφόρους να λειτουργήσουν σε πιο κοντινή απόσταση, χωρίς παρεμβολές. Οι κατασκευαστές δορυφόρων και οι φορείς συνεργάζονται αναπτύσσοντας νέες τεχνολογίες και διαδικασίες για τη διαχείριση της μεγαλύτερης χρήσης των συχνοτήτων.[17]

Για παράδειγμα, τα άλματα συχνοτήτων, η χαμηλότερη ισχύς, η ψηφιακή επεξεργασία σήματος, οι πομποδέκτες ευέλικτων συχνοτήτων , καθώς και ένα φάσμα διαχειριζόμενο

από λογισμικό, έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν σημαντικά τη χρήση του εύρους ζώνης. Έρευνα έχει επίσης διεξαχθεί σχετικά με τη χρήση των λέιζερ για τις επικοινωνίες, κυρίως από τον στρατό. Τα λέιζερ μεταδίδουν πληροφορίες σε πολύ υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης και έχουν πολύ λεπτές ακτίνες, που θα μπορούσαν να επιτρέψουν την αυστηρότερη τοποθέτηση των δορυφόρων, διευκολύνοντας έτσι ορισμένα από τα σημερινά συμφόρησης και μειώνοντας την ανησυχία για παρεμβολές. Οι νεότεροι δέκτες έχουν μεγαλύτερη ανοχή για παρεμβολές σε σύγκριση με αυτούς που δημιουργήθηκαν πριν από δεκαετίες. Η αύξηση του ανταγωνισμού για τις αναθέσεις τροχιακών θέσεων, ιδιαίτερα στη γεωστατική τροχιά, όπου λειτουργούν οι περισσότεροι δορυφόροι επικοινωνιών, προκάλεσε περιστασιακές διαφωνίες μεταξύ φορέων εκμετάλλευσης των δορυφόρων. Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) κάνει μεταρρυθμίσεις για την αντιμετώπιση των καθυστερήσεων κατανομής του διαθέσιμου χρόνου και άλλες συναφείς προκλήσεις.[17]

Βασικά στοιχεία [17]:

- Η πίεση στο φάσμα ραδιοσυχνοτήτων (RF) συνεχίζει να αυξάνεται
- Αύξηση ζήτησης και συνωστισμού στο επίγειο φάσμα ραδιοσυχνοτήτων με ενδεχόμενες επιπτώσεις στο διαστημικό φάσμα ραδιοσυχνοτήτων
- Αυξημένες προσπάθειες για τη μείωση των ακούσιων παρεμβολών ραδιοσυχνοτήτων

5.1.3 Αντικείμενα κοντά στη Γη

Τα κοντινά αντικείμενα στη Γη είναι αστεροειδείς και κομήτες σε τροχιές που τους φέρνουν σε στενή εγγύτητα στη Γη. Υποδιαιρούνται σε κοντινούς αστεροειδείς και κοντινούς κομήτες. Στις δύο αυτές ομάδες συμπεριλαμβάνονται δυνητικά επικίνδυνα αντικείμενα, οι τροχιές των οποίων τέμνονται με αυτήν της Γης και έχουν σχετικά υψηλή πιθανότητα να επηρεάσουν την ίδια τη Γη. Δεδομένου ότι οι κομήτες αποτελούν ένα πολύ μικρό μέρος της συνολικής απειλής σύγκρουσης όσον αφορά την πιθανότητα αυτή να συμβεί, οι περισσότεροι ερευνητές συνήθως επικεντρώνονται σε δυνητικά επικίνδυνους αστεροειδείς. Δηλαδή, αστεροειδείς των οποίων η τροχιά εμπίπτει 0,05 αστρονομικές μονάδες από την τροχιά της Γης και έχει φωτεινότητα μεγαλύτερη από 22 αστρονομικές μονάδες (περίπου 150 μέτρα σε διάμετρο). Κατά την τελευταία δεκαετία, ολοένα και μεγαλύτερο ποσοστό της έρευνας έχει εντοπίσει αντικείμενα τα οποία απειλούν τη Γη και αναπτύσσονται πιθανές στρατηγικές μετριασμού και εκτροπής. Η αποτελεσματικότητα της εκτροπής, η οποία είναι μια δύσκολη διαδικασία λόγω της ακραίας μάζας, την ταχύτητα και την απόσταση του αντικειμένου, εξαρτάται από την ποσότητα του χρόνου προειδοποίησης. Η κινητική μέθοδος εκτροπής περιλαμβάνει τον εμβολισμό του αντικειμένου με μια σειρά κινητικών βλημάτων. Η αυξανόμενη διεθνής ευαισθητοποίηση της δυνητικής απειλής που θέτουν τα

κοντινά στη Γη αντικείμενα, προκάλεσε συζητήσεις σε διάφορα πολυμερή φόρουμ σχετικά με τις τεχνικές και πολιτικές προκλήσεις που σχετίζονται με τον μετρίασμό τους. Η συνεχιζόμενη τεχνική έρευνα, διερευνά το πώς να μετριάσθει η σύγκρουση ενός τέτοιου αντικειμένου με τη Γη. Η πρόκληση είναι σημαντική λόγω της ακραίας μάζας, ταχύτητας, και της απόστασης του κάθε αντικειμένου. Ορισμένοι ειδικοί έχουν υποστηρίξει τη χρήση κοντινών εκρήξεων πυρηνικών συσκευών, η οποία όμως θα μπορούσε να δημιουργήσει πρόσθετους κινδύνους για το περιβάλλον και τη σταθερότητα του διαστήματος με πολύπλοκες νομικές και πολιτικές συνέπειες.[17]

Βασικά στοιχεία [17] :

- Η διεθνής συνειδητοποίηση της απειλής των αντικειμένων κοντά στη Γη και της προόδου στη διεθνή αντίδραση συνεχίζεται
- Οι διαστημικοί οργανισμοί και οι ερασιτέχνες παρατηρητές παράγουν όλο και περισσότερο ακριβή εκτίμηση του πληθυσμού των κοντινών αντικειμένων
- Οι Ρώσοι αξιωματούχοι σχεδιάζουν λύσεις διαστημικής τεχνολογίας για τους αστεροειδείς

5.1.4 Διαστημική Επιτήρηση

Η διαστημική επιτήρηση αφορά την ικανότητά εντοπισμού, παρακολούθησης, αναγνώρισης και καταγραφής αντικειμένων στο διάστημα, όπως τα διαστημικά απόβλητα, ενεργοί ή ανενεργοί δορυφόροι, καθώς και παρατήρηση του διαστημικού καιρού και παρακολούθηση διαστημικών σκαφών και ωφέλιμων φορτίων για ελιγμούς και άλλα γεγονότα. Η διαστημική επιτήρηση ενισχύει την ικανότητα να διακρίνονται τα πιθανά προβλήματα από τεχνικές βλάβες ή ανωμαλίες του περιβάλλοντος και μπορεί έτσι να συμβάλει στη σταθερότητα στο διάστημα, εμποδίζοντας παρεξηγήσεις και ψευδείς κατηγορίες για εχθρικές ενέργειες. Η αύξηση των δεδομένων της διαστημικής επιτήρησης και η διάθεσή τους σε όλα τα κράτη μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της διαφάνειας και της εμπιστοσύνης των διαστημικών δραστηριοτήτων, η οποία μπορεί να ενισχύσει τη συνολική σταθερότητα του διαστήματος.[17]

Το Δίκτυο Διαστημικής Εποπτείας τοποθετεί τις Ηνωμένες Πολιτείες πρώτες στην ευαισθητοποίηση για διαστημική επιτήρηση σε σχέση με τον υπόλοιπο κόσμο. Η Ρωσία έχει σχετικά εκτεταμένες δυνατότητες σε αυτόν τον τομέα, διατηρώντας ένα σύστημα επιτήρησης του διαστήματος με τη χρήση ραντάρ έγκαιρης προειδοποίησης και παρακολούθησης αντικειμένων (ως επί το πλείστον σε χαμηλή γήινη τροχιά), αν και δεν διαδίδει ευρέως τα δεδομένα. Η Κίνα και η Ινδία έχουν σημαντικά στοιχεία δορυφορικής παρακολούθησης, τηλεμετρίας και ελέγχου, που είναι απαραίτητα για τα πολιτικά διαστημικά προγράμματά τους. Η ΕΕ, ο Καναδάς, η Γαλλία, η Γερμανία και η Ιαπωνία,

αναπτύσσουν δυνατότητες επιτήρησης του διαστήματος, για διάφορους λόγους, αν και κανένα από αυτά τα κράτη δεν είναι κοντά στην ανάπτυξη ενός παγκόσμιου συστήματος από μόνη του. Η κοινή χρήση των δεδομένων της διαστημικής παρατήρησης θα μπορούσε να ωφελήσει όλους τους διαστημικούς φορείς, επιτρέποντάς τους να συμπληρώνουν τα δικά τους δεδομένα με ελάχιστη ή και καμία επιπλέον χρέωση.[17]

Σήμερα δεν υπάρχει επιχειρησιακό παγκόσμιο σύστημα επιτήρησης του διαστήματος, εν μέρει λόγω της ευαίσθητης φύσης των δεδομένων επιτήρησης. Από το 2009 με τη σύγκρουση των δορυφόρων Cosmos-Iridium, υπήρξε αυξημένη ώθηση στις Ηνωμένες Πολιτείες να ενισχύσουν την από κοινού ανάλυση, την ικανότητα ακριβούς πρόβλεψης συγκρούσεων υψηλής ταχύτητας μεταξύ δύο τροχιακών αντικείμενων και να προβούν σε συμφωνίες συνεργασίας με τους διεθνείς εταίρους, για την αύξηση στην κοινή χρήση δεδομένων. Η σημασία της διαστημικής επιτήρησης αναγνωρίζεται και όλο και περισσότερες πολιτείες επιδιώκουν τα εθνικά συστήματα επιτήρησης του διαστήματος και τη συμμετοχή σε συζητήσεις για τη διεθνή ανταλλαγή δεδομένων.[17]

Βασικά στοιχεία [17]:

- Ο δορυφόρος Sapphire του Καναδά γίνεται το νεότερο στοιχείο του δικτύου διαστημικής επιτήρησης
- Η Φάση 2 του προγράμματος διαστημικής επιτήρησης της ESA κάνει κοινή χρήσης των δεδομένων
- Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν υπογράψει συμφωνίες για κοινή χρήση δεδομένων με την Αυστραλία, τον Καναδά και τη Γαλλία

5.2 Πρόσβαση και χρήση του διαστήματος από διάφορους φορείς

Όσον αφορά την ασφάλεια, βασικό ρόλο παίζει ο τρόπος διεξαγωγής της διαστημικής δραστηριότητας από τους διάφορους φορείς, κυβερνητικούς ή μη, όπως πολιτικούς, εμπορικούς και στρατιωτικούς. Συμπεριλαμβάνονται οι πολιτικοί οργανισμοί που έχουν δεσμευτεί στην εξερεύνηση του διαστήματος ή στην επιστημονική διαστημική έρευνα, καθώς και τους κατασκευαστές και χρήστες του διαστημικού υλικού και των διαστημικών συστημάτων που έχουν ως σκοπό να στηρίξουν επίγειες στρατιωτικές επιχειρήσεις.[17]

5.2.1 Παγκόσμιες δυνατότητες διαστήματος

Η χρήση των διαστημικών υπηρεσιών παγκόσμιας κοινής ωφέλειας έχει αυξηθεί σημαντικά κατά την τελευταία δεκαετία. Εκατομμύρια άτομα βασίζονται σε διαστημικές εφαρμογές σε καθημερινή βάση για λειτουργίες όπως η πρόγνωση του καιρού, η πλοήγηση, οι επικοινωνίες και λειτουργίες αναζήτησης και διάσωσης. Οι παγκόσμιες επιχειρήσεις κοινής

ωφέλειας είναι σημαντικές για την ασφάλεια του διαστήματος, λόγω της διεύρυνσης της κοινότητας των φορέων που έχουν άμεσο ενδιαφέρον για τη διατήρηση του διαστήματος για ειρηνικές χρήσεις.[17]

Ενώ οι βασικές παγκόσμιες επιχειρήσεις κοινής ωφελείας, όπως το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS) και οι μετεωρολογικοί δορυφόροι αναπτύχθηκαν αρχικά από στρατιωτικούς φορείς, αυτά τα συστήματα έχουν εξελιχθεί σε διαστημικές εφαρμογές που είναι σχεδόν απαραίτητες για τους αστικούς και εμπορικούς τομείς και γεννούν εξίσου απαραίτητες εφαρμογές όπως παρακολούθηση των καιρικών συνθηκών και η τηλεπισκόπηση. Οι εξελιγμένες και οι αναπτυσσόμενες οικονομίες, εξαρτώνται από αυτές τις διαστημικών συστημάτων. Επί του παρόντος, η Ρωσία, οι Ηνωμένες Πολιτείες, η ΕΕ, η Ιαπωνία, η Κίνα και η Ινδία έχουν ή αναπτύσσουν δυνατότητες δορυφορικής πλοήγησης. Οι δορυφόροι απομακρυσμένης τηλεπισκόπησης χρησιμοποιούνται ευρέως για ένα εύρος λειτουργιών παρατήρησης της Γης, συμπεριλαμβανομένης της πρόβλεψης του καιρού, της επιτήρησης των συνόρων και των παράκτιων υδάτων, της παρακολούθησης των καλλιεργειών, της αλιείας, και των δασών και της παρακολούθησης των φυσικών καταστροφών όπως οι τυφώνες, ξηρασίες, πλημμύρες, εκρήξεις ηφαιστείων, σεισμούς, τσουνάμι, και χιονοστιβάδες. [17]

Το διάστημα έχει επίσης αποκτήσει κρίσιμη σημασία για την αντιμετώπιση καταστροφών. Το COSPAS-SARSAT, το Διεθνές Δορυφορικό Σύστημα Έρευνας και Διάσωσης, ιδρύθηκε από τον Καναδά, τη Γαλλία, την Σοβιετική Ένωση, και τις Ηνωμένες Πολιτείες για το συντονισμό επιχειρήσεων που βασίζονται σε δορυφόρους αναζήτησης και διάσωσης. Το COSPAS-SARSAT πρόκειται ουσιαστικά για ένα σύστημα προειδοποίησης και διανομής των πληροφοριών που παρέχει στοιχεία προς τις εθνικές αρχές αναζήτησης και διάσωσης σε όλο τον κόσμο, χωρίς διακρίσεις, ανεξάρτητα από τη συμμετοχή της χώρας στη διαχείριση του προγράμματος. Το 2006, η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών συμφώνησε να δημιουργήσει μια πλατφόρμα των Ηνωμένων Εθνών για πληροφορίες από το διάστημα για τη διαχείριση καταστροφών και αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης. Αν και τα δορυφορικά συστήματα μπορούν να αυξήσουν την ακρίβεια και την αξιοπιστία της ναυσιπλοΐας, η ταυτόχρονη λειτουργία τους παρουσιάζει σημαντικές προκλήσεις συντονισμού.[17]

Βασικά στοιχεία [17]:

- Τα συστήματα πλοήγησης των διαφόρων εθνών εξακολουθούν να εξελίσσονται
- Οι δυνατότητες της τηλεπισκόπησης συνεχίζουν να αναπτύσσονται

5.2.2 Προτεραιότητες και χρηματοδοτήσεις πολιτικών διαστημικών προγραμμάτων

Τα πολιτικά διαστημικά προγράμματα μπορεί να έχουν θετικό αντίκτυπο στην ασφάλεια του διαστήματος, διότι αποτελούν βασική κινητήρια δύναμη πίσω από την ανάπτυξη των τεχνικών δυνατοτήτων πρόσβασης και χρήσης του διαστήματος, όπως αυτά που σχετίζονται με την ανάπτυξη των οχημάτων εκτόξευσης. Καθώς ο αριθμός των διαστημικών δυνάμεων που είναι σε θέση να έχουν πρόσβαση στο διάστημα αυξάνεται, περισσότερα μέρη ενδιαφέρονται για τη βιωσιμότητα και της διατήρηση του διαστήματος για ειρηνικούς σκοπούς. Επίσης, τα πολιτικά διαστημικά προγράμματα και τα τεχνολογικά υποπροϊόντα τους στη Γη, υπογραμμίζουν τα τεράστια επιστημονικά, εμπορικά, και κοινωνικά οφέλη της εξερεύνησης του διαστήματος, αυξάνοντας έτσι την παγκόσμια συνείδηση της σημασίας του.[17]

Καθώς τα κοινωνικά και οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από τις δραστηριότητες στο διάστημα έχουν γίνει πιο εμφανή, οι πολιτικές δαπάνες για τις διαστημικές δραστηριότητες συνεχίζουν να αυξάνονται σε αρκετές χώρες. Σχεδόν όλα τα νέα κράτη που μοιράζονται το διάστημα, θέτουν σαφώς μια προτεραιότητα για διαστημικές εφαρμογές για την υποστήριξη της κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης. Αυτές οι διαστημικές εφαρμογές όπως τα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης και απεικόνισης της Γης είναι βασικά στοιχεία σχεδόν σε κάθε υφιστάμενο πολιτικό διαστημικό πρόγραμμα. Ομοίως, η εξερεύνηση της Σελήνης εξακολουθεί να αποτελεί προτεραιότητα για τα κράτη όπως η Κίνα, η Ρωσία, η Ινδία και η Ιαπωνία καθώς νέα οχήματα εκτόξευσης συνεχίζουν να αναπτύσσονται.[17]

5.2.3 Διεθνής συνεργασία στις διαστημικές αποστολές

Λόγω του μεγάλου κόστους και των τεχνικών προκλήσεων που σχετίζονται με την πρόσβαση και τη χρήση του διαστήματος, η διεθνής συνεργασία είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα των πολιτικών διαστημικών προγραμμάτων. Συγκεκριμένα, οι επιστημονικοί δορυφόροι ήταν αποτέλεσμα διεθνών συνεργασιών. Η διεθνής συνεργασία εξακολουθεί να αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό και των πολιτικών και παγκόσμιων διαστημικών προγραμμάτων κοινής ωφέλειας. Ειδικότερα, η συνεργασία ενισχύει τη διαφάνεια ορισμένων πολιτικών προγραμμάτων που θα μπορούσαν δυνητικά να έχουν στρατιωτικούς σκοπούς. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα διεθνούς συνεργασίας εξακολουθεί να είναι ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός, ένα πρόγραμμα συνεργασίας της NASA, της Ρωσικής Διαστημικής Υπηρεσίας Roscosmos, του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (ESA), της Ιαπωνικής Υπηρεσίας Εξερεύνησης (JAXA), και της Καναδικής Διαστημικής Υπηρεσίας (CSA).[17]

Μια πολυεθνική προσπάθεια, με έμφαση στην επιστημονική έρευνα και εκτιμώμενο κόστος πάνω από \$ 100 δις μέχρι σήμερα, ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός είναι το μεγαλύτερο και πιο ακριβό έργο διεθνούς μηχανικής που έχει αναληφθεί ποτέ. Επιτρέποντας στα κράτη τη συγκέντρωση πόρων και τεχνογνωσίας, η διεθνής πολιτική διαστημική συνεργασία έχει διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στον πολλαπλασιασμό των τεχνικών ικανοτήτων που απαιτούνται από τα κράτη για την πρόσβαση στο διάστημα. Οι συμφωνίες συνεργασίας σε διαστημικές δραστηριότητες έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμες για τις αναδυόμενα συμμετέχοντα κράτη που δεν διαθέτουν επί του παρόντος τα τεχνολογικά μέσα για ανεξάρτητη πρόσβαση στο διάστημα. Οι συμφωνίες συνεργασίας επιτρέπουν επίσης στις συμμετέχουσες χώρες να αντιμετωπίσουν το υψηλό κόστος και τις πολύπλοκες αποστολές ως συνεργατική προσπάθεια με τους διεθνείς εταίρους. Το υψηλό κόστος και οι αξιοσημείωτες τεχνικές προκλήσεις που συνδέονται με τις επανδρωμένες διαστημικές πτήσεις είναι πιθανό να κάνουν τις προσπάθειες συνεργασίας στον τομέα αυτό όλο και πιο συχνές. [17]

5.2.4 Ανάπτυξη της εμπορικής διαστημικής βιομηχανίας

Ο εμπορικός διαστημικός τομέας γνώρισε θεαματική ανάπτυξη κατά την τελευταία δεκαετία. Οι εταιρείες που κατέχουν και λειτουργούν τους δορυφόρους και τα κέντρα υποστήριξης εδάφους που τους ελέγχουν, έχουν ραγδαία αύξηση των εσόδων τους. Οι εταιρείες που κατασκευάζουν δορυφόρους και εξοπλισμούς εδάφους έχουν δει επίσης σημαντική αύξηση. Οι εταιρείες αυτές περιλαμβάνουν τόσο τους άμεσους αναδόχους που σχεδιάζουν και κατασκευάζουν μεγάλα συστήματα και οχήματα, μικρότερους υπεργολάβους υπεύθυνους για τα στοιχεία του συστήματος, και τους παρόχους λογισμικού. Οι περισσότεροι μεμονωμένοι καταναλωτές ζητούν τις υπηρεσίες αυτές, ιδίως η δορυφορική τηλεόραση και οι προσωπικές συσκευές GPS. Από την κατασκευή δορυφόρων και των υπηρεσιών εκτόξευσης προηγμένων προϊόντων πλοήγησης και την παροχή των επικοινωνιών μέσω δορυφόρου, η παγκόσμια εμπορική διαστημική βιομηχανία ανθεί, με εκτιμώμενη ετήσια έσοδα άνω των 200 δις δολάρια. Εκτός από τις παραγγελίες για την αναπλήρωση του δορυφορικού στόλου, οι κατασκευαστές και φορείς εκτόξευσης ψάχνουν στην ισχυρή ζήτηση για νέες υπηρεσίες που βασίζονται στο διάστημα για να ωθήσουν τις νέες δορυφορικές παραγγελίες.[17]

Ο ρόλος που παίζει ο εμπορικός διαστημικός τομέας στην εκτόξευση, στις επικοινωνίες, στις εικόνες, και τις υπηρεσίες παραγωγής, καθώς και στη σχέση της με τα κυβερνητικά, τα πολιτικά, και τα στρατιωτικά προγράμματα, καθιστούν αυτόν τον τομέα καθοριστικό για την ασφάλεια του διαστήματος. Μια υγιής διαστημική βιομηχανία μπορεί να οδηγήσει σε μείωση

του κόστους για την πρόσβαση και τη χρήση του διαστήματος, και μπορεί να αυξήσει την προσβασιμότητα της διαστημικής τεχνολογίας για ένα ευρύτερο φάσμα διαστημικών φορέων. Ο αυξημένος εμπορικός ανταγωνισμός στην έρευνα και την ανάπτυξη νέων εφαρμογών μπορεί επίσης να οδηγήσει στην περαιτέρω διαφοροποίηση των δυνατοτήτων πρόσβασης και χρήσης του διαστήματος.[17]

5.2.5 Δημόσια και ιδιωτική συνεργασία στις διαστημικές δραστηριότητες

Ο εμπορικός διαστημικός τομέας διαμορφώνεται σημαντικά από τις ιδιαίτερες ανησυχίες για την ασφάλεια των εθνικών κυβερνήσεων. Υπάρχει μια όλο και πιο στενή σχέση μεταξύ των κυβερνήσεων και του εμπορικού διαστημικού τομέα. Οι διάφορες εθνικές διαστημικές πολιτικές δίνουν μεγάλη έμφαση στη διατήρηση μιας ισχυρής και ανταγωνιστικής βιομηχανικής βάσης και την ενθάρρυνση των εταιρικών σχέσεων με τον ιδιωτικό τομέα. Οι τομείς εκτόξευσης και κατασκευής εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα κρατικά συμβόλαια. Η απόσυρση του διαστημικού λεωφορείου στις Ηνωμένες Πολιτείες, για παράδειγμα, κατά πάσα πιθανότητα θα ανοίξει νέες ευκαιρίες για τον εμπορικό τομέα για την παροχή υπηρεσιών εκτόξευσης για επανδρωμένες διαστημικές αποστολές. Οι κυβερνήσεις λειτουργούν ως εταίροι και ρυθμιστές, ενώ οι εθνικές ένοπλες δυνάμεις εξαρτώνται ολοένα και περισσότερο από τις εμπορικές υπηρεσίες.[17]

Οι κυβερνήσεις διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στις εμπορικές διαστημικές δραστηριότητες με την υποστήριξη της έρευνας και της ανάπτυξης, την επιδότηση ορισμένων διαστημικών βιομηχανιών, και την υιοθέτηση πολιτικών και κανονισμών. Αντίθετα, επειδή η τεχνολογία του διαστήματος έχει συχνά διπλή χρήση, οι κυβερνήσεις έχουν πολλές φορές προβεί σε ενέργειες, όπως η επιβολή ελέγχου των εξαγωγών, οι οποίες εμποδίζουν την ανάπτυξη της εμπορικής αγοράς. Υπάρχουν ενδείξεις για την ενίσχυση του διαλόγου μεταξύ των εμπορικών φορέων και των κυβερνήσεων σε θέματα όπως η διαχείριση της κυκλοφορίας στο διάστημα και η διαστημική επιτήρηση. Οι εθνικοί κανονισμοί των εξαγωγών θα μπορούσαν σταδιακά να επηρεάζονται από την αύξηση του αριθμού των διεθνών συνεργασιών που σχηματίζονται από τον εμπορικό τομέα. Υπάρχουν προκλήσεις με τις συμπράξεις δημόσιου-ιδιωτικού τομέα στη συνεργασία σε διαστημικές δραστηριότητες. Η αυξανόμενη εξάρτηση ορισμένων τμημάτων της εμπορικής διαστημικής βιομηχανίας με στρατιωτικούς πελάτες, θα μπορούσαν να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ασφάλεια του διαστήματος κάνοντας τον εμπορικό διαστημικό τομέα πιθανό στόχο των στρατιωτικών επιθέσεων.[17]

5.2.6 Διαστημικά στρατιωτικά συστήματα

Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν κυριαρχήσει στον στρατιωτικό διαστημικό τομέα μετά το τέλος του Ψυχρού Πολέμου και συνεχίζουν να δίνουν προτεραιότητα στα στρατιωτικά και μυστικά προγράμματά της. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες του GPS, οι Ηνωμένες Πολιτείες άρχισαν να επεκτείνουν το ρόλο των στρατιωτικών διαστημικών συστημάτων. Είναι πλέον ενσωματωμένα σε όλες σχεδόν τις πτυχές των στρατιωτικών επιχειρήσεων: την παροχή έμμεσης στρατηγικής στήριξης σε στρατιωτικές δυνάμεις και εφαρμογή της στρατιωτικής δύναμης σε σχεδόν πραγματικό χρόνο μέσω όπλων με ακριβή καθοδήγηση. Η Ρωσία διατηρεί το δεύτερο μεγαλύτερο στόλο στρατιωτικών δορυφόρων. Η έγκαιρη προειδοποίηση, η ευφυής απεικόνιση, οι επικοινωνίες και τα συστήματα πλοήγησης αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου.[17]

Το διαστημικό πρόγραμμα της Κινεζικής κυβέρνησης δε διατηρεί έναν ισχυρό διαχωρισμό μεταξύ πολιτικών και στρατιωτικών εφαρμογών. Επισήμως, το διαστημικό πρόγραμμα είναι αφιερωμένο στην επιστήμη και την εξερεύνηση, αλλά όπως και με τα προγράμματα πολλών άλλων παραγόντων, πιστεύεται ότι παρέχει στήριξη στον στρατό. Το Ινδικό Εθνικό Δορυφορικό Σύστημα είναι ένα από τα πιο εκτεταμένα εγχώρια δίκτυα δορυφορικών επικοινωνιών στην Ασία. Για να ενισχυθεί η χρήση του GPS, η χώρα έχει αναπτύξει το GAGAN, το ινδικό δορυφορικό σύστημα ενίσχυσης. Αυτό θα πρέπει να ακολουθείται από το Ινδικό Περιφερειακό Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης (IRNSS), το οποίο παρέχει ανεξάρτητη ικανότητα δορυφορικής πλοήγησης. Αν και αυτές είναι τεχνολογίες ανεπτυγμένες και ελεγχόμενες από το κράτος, χρησιμοποιούνται από τον Ινδικό στρατό για τις εφαρμογές του. Κράτη όπως η Αυστραλία, ο Καναδάς, η Γαλλία, η Γερμανία, το Ισραήλ, η Ιταλία, η Ιαπωνία, και η Ισπανία, έχουν πρόσφατα αναπτύξει δορυφόρους πολλαπλών χρήσεων με ένα ευρύτερο φάσμα λειτουργιών. Δεδομένου ότι η ασφάλεια γίνεται βασική κινητήρια δύναμη αυτών των διαστημικών προγραμμάτων, οι δαπάνες για διαστημικές εφαρμογές πολλαπλών χρήσεων ανεβαίνουν. Σε περίπτωση απουσίας ειδικών στρατιωτικών δορυφόρων, πολλοί φορείς χρησιμοποιούν τους πολιτικούς δορυφόρους τους για στρατιωτικούς σκοπούς ή κάνουν αγορά δεδομένων και υπηρεσιών από μη στρατιωτικές δορυφορικές επιχειρήσεις.[17]

5.3 Ασφάλεια Διαστημικών Συστημάτων

Εδώ εξετάζουμε την έρευνα, την ανάπτυξη, τη δοκιμή και την καθιέρωση των ικανοτήτων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να αλληλεπιδράσουν με τα διαστημικά συστήματα και να τα προστατεύσουν.

5.3.1 Ευάλωτες δορυφορικές επικοινωνίες, συνδέσεις μετάδοσης και επίγειοι σταθμοί

Οι επίγειοι δορυφορικοί σταθμοί και οι επικοινωνίες αποτελούν πιθανούς στόχους δεδομένου ότι είναι ευάλωτα σε μια σειρά από ευρέως διαθέσιμα συμβατικά και ηλεκτρονικά όπλα. Ενώ οι στρατιωτικοί επίγειοι δορυφορικοί σταθμοί και οι επικοινωνίες είναι γενικά καλά προστατευμένα, τα αντίστοιχα πολιτικά και εμπορικά στοιχεία τείνουν να έχουν λιγότερα προστατευτικά χαρακτηριστικά. Πολλά εμπορικά διαστημικά συστήματα έχουν μόνο ένα κέντρο επιχειρήσεων και έναν επίγειο σταθμό, καθιστώντας τα ιδιαίτερα ευάλωτα σε προσπάθειες επίθεσης. [17]

Η ευπάθεια των πολιτικών και εμπορικών διαστημικών συστημάτων εγείρει ανησυχίες για την ασφάλεια, δεδομένου ότι ένας αριθμός στρατιωτικών διαστημικών φορέων εξαρτώνται ολόενα και περισσότερο στον εμπορικό διαστημικό τομέα για μια ποικιλία εφαρμογών. Οι δορυφορικές επικοινωνιακές συνδέσεις απαιτούν ειδικά ηλεκτρονικά προστατευτικά μέτρα για τη διασφάλιση της χρήσης τους. Αν και είναι δύσκολο να αποκτηθούν μη απόρρητες πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες αυτές, μπορεί να υποθεθεί ότι οι περισσότεροι διαστημικοί φορείς είναι σε θέση να επωφεληθούν από απλά αλλά αρκετά αξιόπιστα ηλεκτρονικά προστατευτικά μέτρα. [17]

Εξελιγμένα ηλεκτρονικά προστατευτικά μέτρα ήταν παραδοσιακά μοναδικά στα στρατιωτικά συστήματα επικοινωνιών των τεχνολογικά προηγμένων κρατών, αλλά σιγά-σιγά επεκτάθηκαν και σε εμπορικούς δορυφόρους. Ενώ πολλοί φορείς χρησιμοποιούν παθητικές δυνατότητες ηλεκτρονικής προστασίας, όπως θωράκιση και κατευθυντικές κεραίες, τα πιο προχωρημένα μέτρα είναι γενικά περιορισμένα σε στρατιωτικά συστήματα ανάλογα με τις δυνατότητες των πιο τεχνολογικά προηγμένων κρατών. Επειδή η συντριπτική πλειοψηφία των διαστημικών πόρων εξαρτάται από τα δίκτυα του κυβερνοχώρου, η σχέση μεταξύ του κυβερνοχώρου και του διαστήματος αποτελεί μια κρίσιμη ευπάθεια. Οι δορυφορικές συνδέσεις επικοινωνιών απαιτούν ειδικά ηλεκτρονικά προστατευτικά μέτρα για τη διασφάλιση της χρησιμότητάς τους.[17]

5.3.2 Ικανότητα ανοικοδόμησης διαστημικών συστημάτων

Η ικανότητα για γρήγορη ανοικοδόμηση των διαστημικών συστημάτων μετά από μια επίθεση θα μπορούσε να μειώσει τα τρωτά σημεία στο διάστημα. Οι δυνατότητες επανατοποθέτησης διαστημικών συστημάτων, με την εκτόξευση νέων δορυφόρων σε τροχιά σε εύθετο χρόνο για την αντικατάσταση των δορυφόρων που επλήγησαν ή καταστράφηκαν από μια επίθεση, είναι κρίσιμα μέτρα ανθεκτικότητας. Πολλαπλά προγράμματα δείχνουν την ιεράρχηση και την πρόοδο σε νέες τεχνολογίες που μπορούν

να ενσωματωθούν γρήγορα σε διαστημικές λειτουργίες. Τα μικρότερα και λιγότερο ακριβά διαστημικά σκάφη μπορούν να βελτιώσουν τη συνέχεια των δυνατοτήτων και την ενίσχυση της ασφάλειας μέσω της απόσυρσης και γρήγορης αντικατάστασης των στοιχείων.[17]

Ενώ αυτά τα χαρακτηριστικά μπορεί να κάνουν την επίθεση κατά των διαστημικών στοιχείων λιγότερο ελκυστική, μπορούν επίσης να κάνουν τα στοιχεία πιο δύσκολο να εντοπιστούν, και έτσι αναστέλλουν τη διαφάνειά τους. Παρά το γεγονός ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Ρωσία αναπτύσσουν στοιχεία που ανταποκρίνονται στα διαστημικά συστήματα, κανένα κράτος δεν έχει τελειοποιήσει αυτή την ικανότητα. Μια βασική πρωτοβουλία των ΗΠΑ είναι το πρόγραμμα Falcon που αναπτύχθηκε από την Space Exploration Technologies (SpaceX), το οποίο αποτελείται από οχήματα εκτόξευσης ικανά να τοποθετήσουν γρήγορα ωφέλιμα φορτία σε χαμηλή γήινη τροχιά και γεωστατική τροχιά.[17]

5.3.3 Επίγειες δυνατότητες επίθεσης σε δορυφόρους

Ορισμένα κράτη που δραστηριοποιούνται στο διάστημα έχουν τα μέσα για να προκαλέσουν εκ προθέσεως βλάβη σε αντίπαλο διαστημικό σύστημα. Επίγεια αντι-δορυφορικά όπλα που χρησιμοποιούν συμβατικές, πυρηνικές, και κατευθυντηκές ενεργειακές δυνατότητες χρονολογούνται από τον Ψυχρό Πόλεμο, αλλά καμία εχθρική χρήση τους δεν έχει καταγραφεί. Τα συμβατικά αντι-δορυφορικά όπλα περιλαμβάνουν οχήματα κατευθυνόμενα με ακρίβεια συμβατικές εκρηκτικές ύλες, καθώς και εξειδικευμένα συστήματα που έχουν σχεδιαστεί για να δημιουργήσουν θανατηφόρα σύννεφα μεταλλικών σφαιριδίων στην τροχιά ενός στοχευμένου δορυφόρου. Ένα όχημα εκτόξευσης με ένα πυρηνικό όπλο θα είναι σε θέση να παράγει πυρηνική έκρηξη μεγάλου υψομέτρου, προκαλώντας εκτεταμένη και άμεση ηλεκτρονική βλάβη στους δορυφόρους, σε συνδυασμό με τις μακροπρόθεσμες συνέπειες της ψευδούς ζώνης ακτινοβολίας, πράγμα που θα έχει αρνητικές επιπτώσεις σε πολλούς δορυφόρους.[17]

Η εφαρμογή ορισμένων καταστροφικών δυνατοτήτων αναχαίτισης στο διάστημα, θα δημιουργούσε επίσης διαστημικά απόβλητα που θα μπορούσαν δυνητικά να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημιές σε άλλα διαστημικά συστήματα και να υπονομεύσουν τη βιωσιμότητα του διαστήματος. Οι ανησυχίες για την ασφάλεια σχετικά με την ανάπτυξη των δυνατοτήτων αναχαίτισης αυξάνονται από το γεγονός ότι πολλές βασικές διαστημικές ικανότητες είναι διπλής χρήσης. Για παράδειγμα, οι διαστημικοί εκτοξευτές απαιτούνται για πολλά αντι-δορυφορικά συστήματα και οι δυνατότητες επιτήρησης του διαστήματος μπορεί να υποστηρίξουν τις στρατηγικές αποφυγής συγκρούσεων διαστημικών αποβλήτων και τη στοχοθέτηση όπλων. Οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Κίνα και η Ρωσία ηγούνται στην ανάπτυξη

των πιο προηγμένων επίγειων συστημάτων που είναι σε θέση να επιτεθούν άμεσα σε δορυφόρους. Η χρήση τους δεν θα επιδεινώσει μόνο το πρόβλημα διαστημικών αποβλήτων, αλλά θα συμβάλλει και στη δημιουργία ενός κλίματος δυσπιστίας μεταξύ των εθνών που δραστηριοποιούνται στο διάστημα.[17]

5.3.4 Διαστημικές δυνατότητες επίθεσης

Η ανάπτυξη διαστημικών τεχνικών επίθεσης θα απαιτούσε τεχνολογίες κάπως πιο εξελιγμένες από τις θεμελιώδεις προϋποθέσεις για την τροχιακή εκτόξευση. Οι διαστημικές προσπάθειες επίθεσης απαιτούν προηγμένες δυνατότητες, όπως η ακρίβεια στην τροχιά και την παρακολούθηση. Ενώ οι μικροδορυφόροι, οι ελιγμοί και άλλες λειτουργίες αυτόνομης προέγγισης είναι απαραίτητα δομικά στοιχεία για ένα διαστημικό σύστημα αναχαίτησης, έχουν το ενδεχόμενο διπλής χρήσης και είναι επίσης ωφέλιμα για μια ποικιλία πολιτικών, εμπορικών και στρατιωτικών προγραμμάτων. Για παράδειγμα, οι μικροδορυφόροι παρέχουν μια ανέξοδη επιλογή για πολλές διαστημικές εφαρμογές, αλλά θα μπορούσαν να τροποποιηθούν για να χρησιμεύσουν για αναχαίτιση οχημάτων. Οι μικροδορυφόροι είναι σχετικά ανέξοδο να αναπτυχθούν και να εκτοξευτούν και έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Ωστόσο, ο σκοπός τους είναι δύσκολο να προσδιοριστεί, μέχρι την έκρηξη. Η εξυπηρέτηση σε τροχιά αποτελεί επίσης βασική προτεραιότητα για την έρευνα για πολλά πολιτικά διαστημικά προγράμματα και την υποστήριξη εμπορικών επιχειρήσεων. Ενώ ορισμένες χώρες έχουν αναπτύξει αυτές τις τεχνολογίες, δεν υπάρχει καμία απόδειξη ότι έχουν ενσωματωθεί για εξυπηρέτηση σε τροχιά σε ειδικό διαστημικό σύστημα αναχαίτησης.[17]

5.4 Διάστημα και Ασφάλεια στη Γη

Το Διάστημα, αποτελεί στη σημερινή εποχή, ουσιώδη παράγοντα ισχύος, ενώ οι πρόσφατες πολεμικές συγκρούσεις αλλά και οι επιχειρήσεις διαχείρισης κρίσεων έδειξαν ότι οι δορυφόροι είναι πλέον η καρδιά όλων των αμυντικών συστημάτων και γενικότερα εκείνων που συνδέονται με την ασφάλεια, παρέχοντας τις απαραίτητες τηλεπικοινωνίες, αναγνώριση, πλοήγηση, τηλεκατεύθυνση οπλικών συστημάτων, ακρόαση εχθρικών επικοινωνιών καθώς και μετεωρολογικές υπηρεσίες. Η συνεισφορά των διαστημικών εφαρμογών στις νέες επιχειρησιακές αντιλήψεις, όπως το Network-Centric Warfare, αναφέρεται πρωτίστως στην αλυσίδα της διοίκησης και της διαχείρισης των πληροφοριών, ώστε να εγγυώνται την υπεροχή κατά τη διεξαγωγή των επιχειρήσεων. Επιπροσθέτως,

δίνουν τη δυνατότητα επαλήθευσης συνθηκών, ελέγχου διακίνησης ή εγκατάστασης όπλων μαζικής καταστροφής, μετακίνησης προσφύγων, μόλυνσης φυσικών πόρων, κ.ο.κ. [18]

Οι κύριες ανάγκες των χρηστών κατά τη διεξαγωγή επιχειρήσεων αναφέρονται στις δορυφορικές επικοινωνίες, τη δορυφορική παρατήρηση της Γήινης επιφάνειας, τη συλλογή πληροφοριών μέσω δορυφόρων, τα δορυφορικά συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, τη δορυφορική πλοήγηση και εντοπισμό θέσης, τα δορυφορικά συστήματα αναγνώρισης, την τηλεκατεύθυνση πυραύλων. Στο European Capabilities Action Plan (ECAP) έχουν αναλυθεί οι λειτουργίες αυτές και έχουν διατυπωθεί απόψεις σχετικά με τη χρήση του διαστήματος, που αναφέρονται στα εξής[18]:

- (1) Συλλογή πληροφοριών
- (2) Διοίκηση και έλεγχος
- (3) Πλοήγηση και εντοπισμό θέσης
- (4) Γενική υποστήριξη των δυνάμεων
- (5) Επιτήρηση συνόρων

Όσον αφορά την Ευρώπη, η πολιτική και στρατηγική αξία της διαστημικής τεχνολογίας είναι αυτονόητη, αφού συμβάλλει στην εξασφάλιση πολιτικής ανεξαρτησίας κατά τη λήψη αποφάσεων. Συνέπεια αυτού ήταν το Διάστημα να αποτελέσει για την Ευρώπη, κατά τα τελευταία χρόνια, αντικείμενο υψηλής προτεραιότητας. Οι διαστημικές δραστηριότητες στον ευρωπαϊκό χώρο έχουν εξελιχθεί σημαντικά, ώστε να μην αποτελούν απλώς μια ερευνητική προσπάθεια, αλλά να προσφέρουν κρίσιμη τεχνολογική νομιμοποίηση για την Ευρώπη, ώστε να δρομολογήσει και να επιτύχει μεγάλο αριθμό στόχων, ενσωματωμένων σε πολιτικές που σχετίζονται με την οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνία της πληροφορίας, τις υποδομές των μεταφορών, την προστασία του περιβάλλοντος και τη διατήρηση της ειρήνης. Συμπερασματικά, θα λέγαμε, ότι από πολιτικής και στρατηγικής πλευράς, η Ευρώπη έχει ανάγκη διαστημικών δυνατοτήτων, ώστε να επιτύχει τους αντικειμενικούς της σκοπούς στην πολιτική ασφάλειας και άμυνας, αλλά επίσης να είναι σε θέση να διατηρήσει το ρόλο της ως παγκόσμιου παίκτη διαστημικής πολιτικής.[18]

Η Ευρώπη αντιμετωπίζει ολοένα αυξανόμενης κλίμακας και πολυπλοκότητας προκλήσεις σε θέματα Ασφάλειας. Οι προκλήσεις αυτές αφορούν σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, όπως φυσικές καταστροφές (σεισμοί, πλημμύρες, κατολισθήσεις, καύσωνες, τσουνάμι, κυκλώνες, μεταφορά σκόνης, κ.α.), ή/και καταστροφές ανθρώπινης προέλευσης (δασικές πυρκαγιές, πετρελαιοκηλίδες, μόλυνση των θαλασσών, επικίνδυνοι για την υγεία ατμοσφαιρικοί ρύποι, κ.α.), αλλά και θέματα εσωτερικής εθνικής ασφάλειας και παγκόσμιας σταθερότητας (έλεγχος χερσαίων και θαλάσσιων συνόρων για παράνομη μετανάστευση, θαλάσσια πειρατεία και ασφάλεια της ναυσιπλοΐας, διαχείριση διεθνούς αεροπλοΐας, ηλεκτρονικές παρεμβολές, κ.α.). Προφανώς πολλές από τις προκλήσεις αυτές είναι διασυνοριακής και διατομεακής φύσης.

Τα διαστημικά τεχνολογικά συστήματα για την πρόληψη, παρακολούθηση και αντιμετώπιση των ως άνω προκλήσεων είναι υψίστης σημασίας και αποτελεσματικότητας αλλά ταυτόχρονα απαιτούν και αυτά προστασία ώστε να λειτουργούν αδιαλείπτως. Διαστημικές συσκευές εκατοντάδων εκατομμυρίων Ευρώ και ευαίσθητες επανδρωμένες διαστημικές αποστολές κινδυνεύουν από ακραία φαινόμενα του εχθρικού Διαστημικού καιρού (μαγνητικές καταιγίδες, έντονες ριπές φορτισμένων ηλιακών σωματιδίων και κοσμικές ακτίνες υψηλής ενέργειας, ισχυρά επαγωγικά ρεύματα που καταστρέφουν συστήματα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και διαταράσσουν τις τηλεπικοινωνίες, αυξανόμενα διαστημικά σκουπίδια και μετεωρίτες, κ.α.). Γι' αυτό απαιτείται παγκόσμια συνεργασία για την προστασία αυτών των διαστημικών υποδομών που παίζουν σημαντικό ρόλο στην οικονομία αλλά κινδυνεύουν από εχθρικά φαινόμενα στο Διάστημα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει προωθήσει δύο μείζονα διαστημικά προγράμματα υπηρεσιών ασφάλειας - το πρόγραμμα Galileo για την ευρωπαϊκή ραδιοπλοήγηση και προσδιορισμό θέσης μέσω δορυφόρου αλλά και τις ευρωπαϊκές στρατηγικές ανάγκες για την κοινή εξωτερική πολιτική και την πολιτική ασφάλειας και το πρόγραμμα Copernicus για τη συνεχή παρατήρηση, διαχρονική παρακολούθηση και ανάλυση δεδομένων που αφορούν τη Γη.[19]

5.4.1 Galileo

Το GALILEO είναι το ευρωπαϊκό πρόγραμμα ραδιοπλοήγησης και προσδιορισμού θέσης μέσω δορυφόρου. Δρομολογήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και αναπτύχθηκε από κοινού με την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος με στόχο να προσφέρει στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) τεχνολογική ανεξαρτησία από το αμερικανικό σύστημα GPS και το ρωσικό GLONASS. Στον τομέα της δορυφορικής πλοήγησης, οι προκλήσεις είναι σημαντικές και πολλαπλές. Δύο είναι τα ανταγωνιστικά συστήματα σήμερα: το αμερικανικό GPS, που δεσπόζει στην αγορά, και το ρωσικό GLONASS. Η σημερινή εξάρτηση, ιδίως έναντι του GPS, εγείρει ζητήματα στρατηγικού χαρακτήρα, δεδομένου ότι τα χρησιμοποιούμενα συστήματα δεν τελούν υπό ευρωπαϊκό έλεγχο. Επομένως, το ζητούμενο είναι να καλυφθούν οι ευρωπαϊκές στρατηγικές ανάγκες, όσον αφορά την κοινή εξωτερική πολιτική και πολιτική ασφαλείας, χωρίς κίνδυνο ούτε υπερβολικό κόστος. Η δορυφορική πλοήγηση προσφέρει προφανή πλεονεκτήματα για τη διαχείριση των μεταφορών. Επιτρέπει την ενίσχυση της ασφάλειας, τη βελτίωση της ροής της κυκλοφορίας, τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των οχλήσεων του περιβάλλοντος, καθώς και την ενίσχυση της διατροφικότητας στις μεταφορές. [63]

Τα σημερινά συστήματα GPS και GLONASS, απ'ό,τι φαίνεται, δεν προσφέρουν την αξιοπιστία και τη διαθεσιμότητα που είναι αναγκαίες για τη μεταφορά κυρίως των

προσώπων. Τα μειονεκτήματα αυτά μπορεί να αντιμετωπισθούν με την εφαρμογή του ευρωπαϊκού συστήματος Galileo. Η προσφυγή σε συστήματα πληροφοριών που στηρίζονται σε σήματα εντοπισμού και συγχρονισμού μπορεί να επιτρέψει την παρακολούθηση της τήρησης ορισμένων κοινοτικών κανονιστικών διατάξεων σε θέματα αλιείας, ή και προστασίας του περιβάλλοντος. Ενώ οι Ηνωμένες Πολιτείες προηγούνται σταθερά, είναι απαραίτητο, με βάση τα όσα διακυβεύονται, να ληφθεί τάχιστα μια απόφαση από την Ευρώπη όσον αφορά τη συμμετοχή της στην προσεχή γενιά συστημάτων εντοπισμού, πλοήγησης και χρονόμετρησης μέσω δορυφόρων.[63]

Η ανάπτυξη ενός GNSS (global navigation satellite system - παγκόσμιου δορυφορικού συστήματος πλοήγησης) πρέπει να είναι συντονισμένη. Μετά την εντολή του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου του Μαρτίου του 1998 προς την Επιτροπή, για τη διερεύνηση των δυνατοτήτων ανάπτυξης ενός κοινού συστήματος με τις Ηνωμένες Πολιτείες, διεξήχθησαν συζητήσεις, οι οποίες επέτρεψαν την αποσαφήνιση των υφισταμένων δυνατοτήτων. Δεδομένου ότι οι Αμερικανοί δεν είναι έτοιμοι, για στρατιωτικούς λόγους, να εξετάσουν το ενδεχόμενο από κοινού ιδιοκτησίας ούτε ουσιαστικής συμμετοχής της Ευρώπης στον έλεγχο του συστήματος GPS, η συνεργασία με τις ΗΠΑ θα πρέπει να στηρίζεται[63]:

- είτε στο υφιστάμενο σύστημα GPS, υπό τον έλεγχο των ΗΠΑ·
- είτε στην ανάπτυξη ενός GNSS βασιζόμενου σε δύο συμπληρωματικά και διαλειτουργικά δορυφορικά συστήματα πλοήγησης: το GPS και το Galileo.

Η τελευταία αυτή λύση είναι και αυτή που προέκρινε η Επιτροπή, απορρίπτοντας, κατ' αυτό τον τρόπο, την λύση «0» που συνίστατο στην άρνηση κάθε ευρωπαϊκής συμμετοχής στην κύρια διαστημική συνιστώσα του μελλοντικού GNSS. Η Επιτροπή θεωρεί ότι το σύστημα Galileo πρέπει να είναι ανοικτό και στη συμμετοχή άλλων εταίρων, με τους οποίους έχουν ήδη πραγματοποιηθεί επαφές, όπως είναι[63]:

- η Ρωσική Ομοσπονδία: το σύστημα GLONASS θα μπορούσε να ενσωματωθεί σταδιακά στο σύστημα Galileo·
- η Ιαπωνία, η οποία θα μπορούσε, ιδίως, να συμμετάσχει χρηματοδοτικά στην ανάπτυξη του Galileo·
- άλλες χώρες ή περιφέρειες (ΧΚΑΕ, ΕΖΕΣ, Τουρκία κ.λπ.), στις οποίες η Επιτροπή οφείλει να προαγάγει το GNSS.

Τέλος, το Galileo θα πρέπει να αξιοποιήσει τις δυνατότητες που προσφέρει η εφαρμογή ενός δορυφορικού συστήματος πλοήγησης στις μη στρατιωτικές ανάγκες, καλύπτοντας τα κενά του GPS και ενισχύοντας την αξιοπιστία του GNSS. Προορίζεται, ευθύς εξ αρχής, να παρέχει παγκόσμια κάλυψη.[63]



Εικόνα 5.1 Λογότυπο προγράμματος Galileo[33]

Οι αποφασιστικής σημασίας προκλήσεις για το μέλλον της Ευρώπης και των ευρωπαϊκών χωρών όσον αφορά στις εφαρμογές GNSS αναμετρώνται [20]:

Τεχνολογικά: το πρόγραμμα Galileo αναμένεται να επιτρέψει στην Ευρώπη να αποκτήσει την τεχνολογική ανεξαρτησία που επιζητεί στο συγκεκριμένο τομέα, όπως συνέβη με τις κατακτήσεις της σε άλλους τομείς με το Ariane ή το Airbus. Είναι ζωτικό να μη μείνει απύσχα από έναν, όπως ήδη φαίνεται, από τους κυριότερους βιομηχανικούς τομείς τού 21ου αιώνα, σύμφωνα με τους ίδιους τους Αμερικανούς. Χωρίς το πρόγραμμα Galileo, η ανάπτυξη, και η επιβίωση ακόμη, των ευρωπαϊκών βιομηχανιών νέων τεχνολογιών θα απειληθούν σοβαρά· με το πρόγραμμα Galileo, το τεχνολογικό προβάδισμα που θα έχουν οι μετέχουσες ευρωπαϊκές βιομηχανίες θα τους δώσει σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στο δεδομένο τομέα αλλά και σε εκείνους πολυάριθμων εφαρμογών που θα προκύψουν.

Οικονομικά: σύμφωνα με διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, η αγορά εξοπλισμών και υπηρεσιών που θα δημιουργηθεί με το πρόγραμμα αυτό υπολογίζεται σε περίπου 10δισ ευρώ ανά έτος, με τη δημιουργία περισσότερων από 100.000 θέσεων εργασίας υψηλής εξειδίκευσης στην Ευρώπη· αντίθετα, η απουσία της Ευρώπης από αυτές τις νέες εξελίξεις θα είχε ως συνέπεια να εξαλειφθούν μακροπρόθεσμα πολλές θέσεις απασχόλησης στον τομέα των ηλεκτρονικών και της αεροναυτικής διαστήματος.

Στρατηγικά και πολιτικά: μια τεχνολογία αιχμής και μια ισχυρή οικονομία είναι καταρχήν πρώτης σειράς πλεονεκτήματα για την επιρροή και την ελκυστικότητα της Ευρώπης παγκοσμίως. Εξάλλου, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δηλώσει με σαφήνεια ότι είναι πρόθυμη να επιτρέψει στην έρευνα, ανάπτυξη και λειτουργία του προγράμματος σε βιομηχανικό επίπεδο τη συμμετοχή των τρίτων χωρών που θα θελήσουν να συμβάλουν στην προσπάθεια, πράγμα που οπωσδήποτε θα οδηγήσει σε ενίσχυση των δεσμών και των κοινών συμφερόντων με αυτές, πέρα από τη δυνατότητα επιλογών που θα υπάρχει σε ολόκληρο τον κόσμο.

Τέλος, το πρόγραμμα Galileo θα υπηρετήσει την κοινή ευρωπαϊκή άμυνα που τα κράτη μέλη αποφάσισαν να θέσουν σε εφαρμογή. Εν προκειμένω, δεν πρόκειται για την έναρξη αντιπαράθεσης με τις Ηνωμένες Πολιτείες, απλώς για τον τερματισμό μιας κατάστασης εξάρτησης. Η ανάληψη μιας δράσης για λόγους ασφαλείας, την οποία οι Ηνωμένες Πολιτείες δεν κρίνουν προς το συμφέρον τους, θα είναι όλο και πιο αδύνατη για την Ευρώπη διότι δεν θα ελέγχει την τεχνολογία της ραδιοναυτιλίας μέσω δορυφόρου που είναι σήμερα απαραίτητη. Μολονότι το Galileo έχει σχεδιασθεί πρωτίστως για εφαρμογές πολιτικής χρήσης, θα προσφέρει και δυνατότητες στρατιωτικής χρήσης.[20]

5.4.2 Copernicus

Το σύστημα Copernicus είναι το πιο φιλόδοξο μέχρι σήμερα μη στρατιωτικό πρόγραμμα γεωσκόπησης. Είναι ένα σύνολο σύνθετων συστημάτων τα οποία συγκεντρώνουν δεδομένα για τη Γη μέσω δορυφόρων και αισθητήρων που βρίσκονται στο έδαφος, τον ουρανό και τη θάλασσα. Παρέχει στους πολιτικούς ιθύνοντες, τις επιχειρήσεις και το ευρύ κοινό επικαιροποιημένες και αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με το πώς αλλάζουν ο πλανήτης και το κλίμα του. Τα δεδομένα που συγκεντρώνονται θα βοηθήσουν στην πρόγνωση των μελλοντικών κλιματικών τάσεων. Τα δεδομένα του συστήματος Copernicus έχουν και πολλές άλλες εφαρμογές, όπως στους εξής τομείς[64]:

- πολεοδομία
- προστασία της φύσης
- γεωργία και δασοκομία
- υγεία
- αντιμετώπιση καταστροφών
- μεταφορές
- τουρισμός

Το σύστημα Copernicus συντονίζει και διαχειρίζεται η Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Για τις δορυφορικές υποδομές υπεύθυνος είναι ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος, ενώ για τους αισθητήρες την ευθύνη έχει ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος και οι επιμέρους χώρες της ΕΕ. Ο οργανισμός EUMETSAT για τα μετεωρολογικά δεδομένα που συγκεντρώνονται μέσω δορυφόρου θα παρέχει επίσης στήριξη στις υπηρεσίες του Copernicus που είναι αρμόδιες για την παρακολούθηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, της ατμόσφαιρας και της κλιματικής αλλαγής.[64]



Εικόνα 5.2 Λογότυπο προγράμματος Copernicus[65]

Η ESA αναπτύσσει μια νέα οικογένεια δορυφόρων, που ονομάζονται Sentinels, ειδικά για τις επιχειρησιακές ανάγκες του προγράμματος Copernicus. Οι Sentinels θα παρέχουν ένα μοναδικό σύνολο παρατηρήσεων, αρχής γενομένης με τις εικόνες ραντάρ παντός καιρού, μέρα και νύχτα από τον Sentinel-1A, που εκτοξεύτηκε τον Απρίλη του 2014. Ο Sentinel-2, που εκτοξεύτηκε στις 23 Ιουνίου 2015, είναι σχεδιασμένος για να προσφέρει υψηλής ανάλυσης οπτικές εικόνες για τις υπηρεσίες εδάφους και ο Sentinel-3 θα παρέχει στοιχεία για τις υπηρεσίες που σχετίζονται με τη θάλασσα και τη Γη. Ο Sentinel-4 και 5 θα παρέχουν στοιχεία για την παρακολούθηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας από γεωστατική και πολική τροχιά αντίστοιχα. Ο Sentinel-6 θα φέρει ένα υψομετρικό ραντάρ για να μετρήσει παγκόσμια το ύψος της επιφάνειας της θάλασσας, κυρίως για επιχειρησιακή ωκεανογραφία και για κλιματικές μελέτες.[65]

Το πρόγραμμα Copernicus παρέχει ένα ενοποιημένο σύστημα μέσω του οποίου οι τεράστιες ποσότητες δεδομένων τροφοδοτούνται σε ένα φάσμα θεματικών υπηρεσιών πληροφοριών που έχουν σχεδιαστεί για να ωφελήσουν το περιβάλλον, τον τρόπο ζωής, τις ανθρωπιστικές ανάγκες και να στηρίξει την αποτελεσματική χάραξη πολιτικής για ένα πιο βιώσιμο και ασφαλές μέλλον. Οι υπηρεσίες αυτές χωρίζονται σε έξι κύριες κατηγορίες: τη διαχείριση της Γης, το θαλάσσιο περιβάλλον, την ατμόσφαιρα, την αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, την ασφάλεια και την κλιματική αλλαγή. Στην ουσία, το Copernicus θα συμβάλει στη διαμόρφωση του μέλλοντος του πλανήτη μας προς όφελος όλων. Η ESA συνεισφέρει, παρέχοντας ένα αποδεδειγμένο πλαίσιο για την ανάπτυξη των λειτουργικών συστημάτων για λογαριασμό της κοινότητας των χρηστών, ανοίγοντας το δρόμο για την επένδυση στα μελλοντικά συστήματα παραγωγής. Η ESA αξιοποιεί 30 χρόνια εμπειρίας στο χώρο της ανάπτυξης και διαχείρισης του προγράμματος ώστε να διασφαλίσει την επιτυχία του Copernicus.[65]

5.4.3 GPS

Το GPS (Global Positioning System), Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης, ή Θεσιθεσίας είναι παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού γεωγραφικής θέσης, (στίγματος), ακίνητου ή κινητού χρήστη, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" 24 δορυφόρων της Γης, εφοδιασμένων με ειδικές συσκευές εντοπισμού, οι οποίες ονομάζονται "πομποδέκτες GPS". Οι πομποδέκτες αυτοί παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρό του, την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησης του. Επίσης, σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης μπορούν να απεικονίσουν γραφικά τις πληροφορίες αυτές. Το σύστημα ξεκίνησε από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ και ονομάστηκε NAVSTAR GPS (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System). Το δορυφορικό αυτό σύστημα ρυθμίζεται καθημερινά από τη Βάση Πολεμικής Αεροπορίας Σρίβερ (Schriever) με κόστος 400 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο.[33]

Το σύστημα εντοπισμού θέσης GPS σχηματίζει ένα παγκόσμιο δίκτυο, με εμβέλεια που καλύπτει ξηρά, θάλασσα και αέρα. Εξαιτίας αυτής της έκτασής του, είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός του σε επιμέρους τμήματα όπου πραγματοποιούνται όλες οι λειτουργίες του αλλά και ο συντονισμός του. Αναλυτικά, τα τμήματα αυτά είναι:

Διαστημικό τμήμα: Αποτελείται από το δίκτυο των 24 δορυφόρων που «σκεπάζουν» ομοιόμορφα με το σήμα τους ολόκληρο τον πλανήτη, γεγονός που αποδεικνύει τη φιλοσοφία που κρύβεται πίσω από τη λειτουργία του συστήματος GPS, δηλαδή τη διαθεσιμότητά του σε κάθε σημείο της Γης, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να αποπροσανατολιστεί κανείς ποτέ και πουθενά. Όλοι οι δορυφόροι βρίσκονται σε ύψος 12.552 μιλίων (20.200 χιλιομέτρων) πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και εκτελούν δύο περιστροφές γύρω από τη Γη κάθε 24ωρο. Η κατασκευάστρια εταιρεία είναι η Rockwell International, η εκτόξευσή τους πραγματοποιήθηκε από το ακρωτήριο Canaveral, ενώ η τροφοδοσία τους με ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων που διαθέτουν. [33]

Επίγειο τμήμα ελέγχου: Οι δορυφόροι, όπως είναι αναμενόμενο, είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίσουν ανά πάσα στιγμή προβλήματα στη σωστή λειτουργία τους. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται σε αυτούς αφορούν στη σωστή τους ταχύτητα και υψόμετρο και στην κατάσταση της επάρκειάς τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράλληλα, εφαρμόζονται όλες οι διορθωτικές ενέργειες που αφορούν στο σύστημα χρονομέτρησης των δορυφόρων, ώστε να αποτρέπεται η παροχή λανθασμένων πληροφοριών στους χρήστες του συστήματος. Το τμήμα επίγειου ελέγχου αποτελείται από ένα επανδρωμένο και τέσσερα μη επανδρωμένα κέντρα, εγκατεστημένα σε ισάριθμες περιοχές του πλανήτη. Οι περιοχές αυτές είναι οι εξής[33]:

- α) Κολοράντο (ΗΠΑ)
- β) Χαβάη (Ανατολικός Ειρηνικός Ωκεανός)
- γ) Ascension Island (Ατλαντικός Ωκεανός)
- δ) Diego Garcia (Ινδικός Ωκεανός)
- ε) Kwajalein (Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός)

Ο κυριότερος σταθμός βάσης είναι αυτός του Κολοράντο, ο οποίος είναι μάλιστα και ο μοναδικός που βρίσκεται στην ξηρά. Αναλαμβάνει τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των εναπομεινάντων τεσσάρων σταθμών, καθώς και το συντονισμό τους. Σημειώνοντας τη θέση των σταθμών αυτών πάνω σε έναν παγκόσμιο χάρτη, παρατηρεί κανείς ότι η διάταξή τους δεν είναι τυχαία, αλλά ακολουθούν μια γραμμή παράλληλη με τα γεωγραφικά μήκη της Γης.[33]

Τμήμα τελικού χρήστη: Απαρτίζεται από τους χιλιάδες χρήστες δεκτών GPS ανά την υφήλιο. Οι δέκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο κατά τη διάρκεια μιας απλής πεζοπορίας, όσο και σε οχήματα ή θαλάσσια σκάφη και κατά κανόνα διαθέτουν αρκετά μικρές διαστάσεις. Για να προσφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες, οι δέκτες συνδυάζονται με ειδικό λογισμικό, που προβάλλει ένα χάρτη στην οθόνη της συσκευής GPS. Πρόκειται, δηλαδή, για λογισμικό που λαμβάνει από τους δορυφόρους τις πληροφορίες για το στίγμα του σημείου στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης και τις μετατρέπει σε κατανοητή «ανθρώπινη» μορφή, πληροφορώντας το χρήστη για την ακριβή γεωγραφική του θέση.[33]

5.4.4 Glonass

Το GLONASS είναι ακρωνύμιο των λέξεων: GLobal NAvigation Satellite System και πρόκειται για ένα δορυφορικό σύστημα πλοήγησης, αντίστοιχο του GPS που δημιουργήθηκε από τη Ρωσική κυβέρνηση. Συγκριτικά με το GPS, το GLONASS προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια, έστω και με ελάχιστη διαφορά. Χρησιμοποιώντας όμως ταυτοχρόνως και τα δύο σε κάποια συσκευή, δίνουν απόλυτη ακρίβεια, τόσο σε εξωτερικούς όσο και εσωτερικούς χώρους. Αποτελούμενο από 24 δορυφόρους η τροχιά τους καθιστά τα GLONASS ιδιαίτερα αποτελεσματικό για χρήση σε υψηλά γεωγραφικά πλάτη (βόρεια ή νότια) , όπου η λήψη του GPS μπορεί να είναι προβληματική.[33]

6 Το Μέλλον στις Μεταφορές στο Διάστημα

6.1 Μελλοντικά Οχήματα

6.1.1 Orion

Το διαστημόπλοιο Orion της NASA είναι φτιαγμένο για να πάει τους ανθρώπους μακρύτερα από ότι έχουν πάει ποτέ πριν. Το Orion θα χρησιμεύσει ως όχημα εξερεύνησης που θα μεταφέρει το πλήρωμα στο διάστημα, παρέχοντας τη δυνατότητα ματαίωσης έκτακτης ανάγκης, θα στηρίξει το πλήρωμα κατά τη διάρκεια του διαστημικού ταξιδιού, και θα παρέχει ασφαλή επανείσοδο από τις διαστημικές ταχύτητες επιστροφής. Το Orion θα εκτοξευτεί σε νέο πύραυλο βαρέως φορτίου της NASA, το Σύστημα Διαστημικής Εκτόξευσης (Space Launch System).[67]

Για πρώτη φορά μέσα σε μία γενιά, η NASA κατασκευάζει ένα νέο ανθρώπινο διαστημικό σκάφος που θα εγκαινιάσει μια νέα εποχή εξερεύνησης του διαστήματος. Μια σειρά όλο και πιο δύσκολων αποστολών περιμένει, και αυτό το νέο διαστημόπλοιο θα μας πάει μακρύτερα από ό, τι έχουμε πάει πριν, συμπεριλαμβανομένου του Άρη. Πήρε το όνομά του από έναν από τους μεγαλύτερους αστερισμούς στον νυχτερινό ουρανό και αντλώντας περισσότερα από 50 χρόνια έρευνας και ανάπτυξης διαστημικών πτήσεων, το διαστημικό σκάφος Orion έχει σχεδιαστεί για να καλύψει τις εξελισσόμενες ανάγκες του προγράμματος εξερεύνησης του διαστήματος για τις επόμενες δεκαετίες. Θα είναι το ασφαλέστερο, πιο προηγμένο διαστημικό σκάφος που κατασκευάστηκε ποτέ, και θα είναι ευέλικτο και αρκετά ικανό για να μας οδηγήσει σε διάφορους προορισμούς. [67]

Στις 5 Δεκεμβρίου 2014 το Orion εκτοξεύτηκε με έναν πύραυλο Delta IV Heavy από το διαστημικό σταθμό της πολεμικής αεροπορίας στο Cape Canaveral για δοκιμή πτήσης κάνοντας δύο τροχιές, τέσσερις ώρες πτήσης με σκοπό να ελεγχθούν πολλά από τα συστήματα που είναι πιο κρίσιμα για την ασφάλεια. Η δοκιμαστική πτήση του Orion αξιολόγησε τη διαδικασία εκτόξευσης και τα συστήματα υψηλής ταχύτητας επανείσοδου, όπως ηλεκτρονικά συστήματα, συστήματα ελέγχου στάσης, αλεξίπτωτα και θερμικές ασπίδες. [67]

Σο μέλλον το Orion θα εκτοξευτεί στο νέο σύστημα πυραύλων για βαρέα οχήματα, το Space Launch System. Ο πιο ισχυρός από οποιαδήποτε οικογένεια πυραύλων που κατασκευάστηκε ποτέ, ο SLS θα είναι σε θέση να στείλει ανθρώπους στο βαθύ διάστημα, σε προορισμούς όπως έναν αστεροειδή και στον Άρη. Η αποστολή εξερεύνησης

Exploration Mission-1 θα είναι η πρώτη αποστολή για την ενσωμάτωση του Orion και του Space Launch System.[67]



Εικόνα 6.1 Αναπαράσταση του διαστημόπλοιου Orion με την Υπηρεσιακή Μονάδα της ESA [67]



Εικόνα 6.2 Αναπαράσταση της πρώτης δοκιμαστικής πτήσης του διαστημόπλοιου Orion που αποτελούταν από δύο τροχιές[67]

6.1.2 Space Launch System

Το Διαστημικό Σύστημα Εκτόξευσης της NASA (Space Launch System ή SLS), είναι ένα προηγμένο όχημα εκτόξευσης για τη νέα εποχή της εξερεύνησης πέρα από την τροχιά της Γης στο βαθύ διάστημα. Ο SLS, ο πιο ισχυρός πύραυλος στον κόσμο, θα εκτοξεύσει αστροναύτες στο διαστημικό σκάφος Orion της NASA σε αποστολές σε έναν αστεροειδή και τελικά στον Άρη, ενώ ανοίγει νέες δυνατότητες για άλλα ωφέλιμα φορτία συμπεριλαμβανομένων ρομποτικών επιστημονικών αποστολών σε μέρη όπως ο Άρης, ο Δίας και ο Κρόνος. [68]

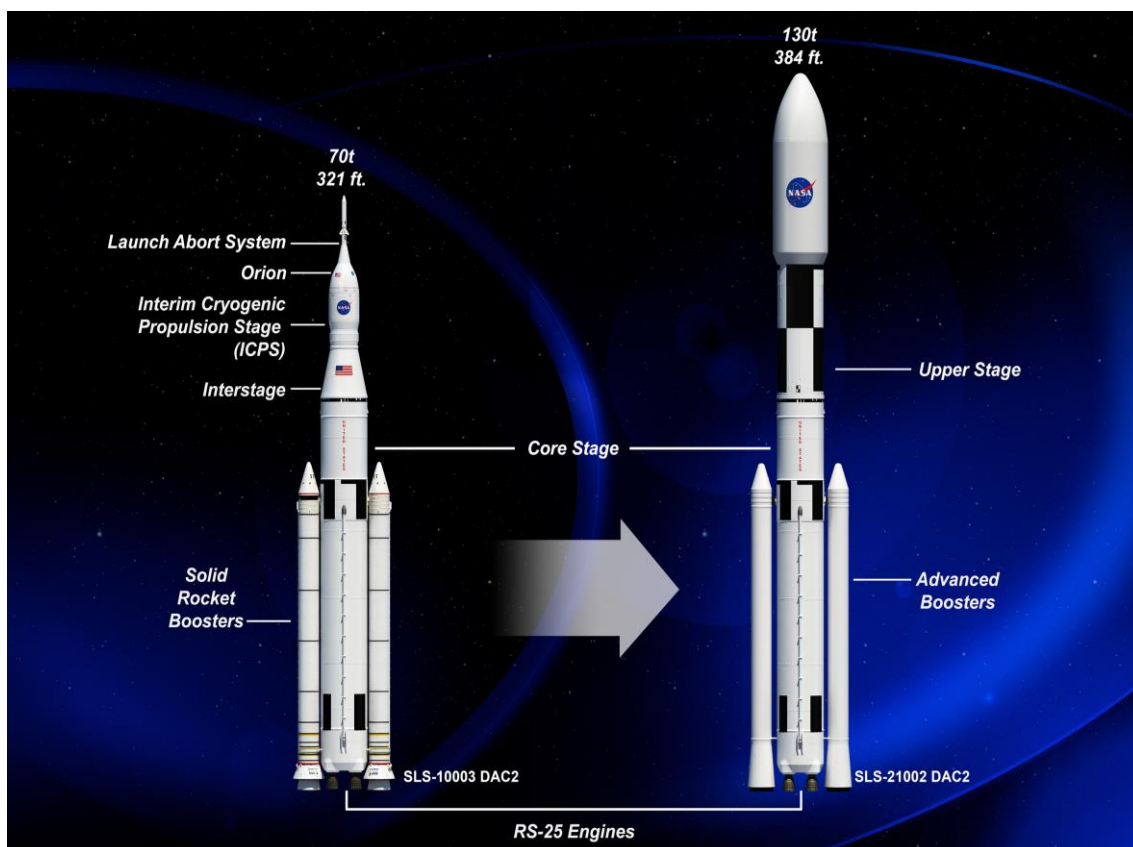
Προσφέροντας την ικανότητα ανύψωσης ωφέλιμου φορτίου με τη μεγαλύτερη μάζα και όγκο με ενέργεια αρκετή για να επιταχύνει τις αποστολές στο διάστημα, ο SLS θα είναι ο πιο ισχυρός πύραυλος στην ιστορία και έχει σχεδιαστεί για να είναι ευέλικτος και εξελίξιμος, για την αντιμετώπιση μιας ποικιλίας αναγκών του πληρώματος και την αποστολή του φορτίου. Το 2013 η NASA ολοκλήρωσε την προμελέτη του SLS και προχώρησε στην παραγωγή του οχήματος εκτόξευσης. Οι μηχανικοί συνεχίζουν να σημειώνουν ταχεία πρόοδο προς την επίτευξη του στόχου για την παράδοση του πρώτου πυραύλου SLS στο Kennedy Space Center της NASA στη Φλόριντα για την πρώτη εκτόξευσή του.[68]

Ο SLS θα είναι το πρώτο όχημα εξερεύνησης της NASA, δεδομένου ότι ο Saturn V μετέφερε Αμερικάνους αστροναύτες στο φεγγάρι πριν από 40 χρόνια και θα επεκτείνει την πρόσβασή μας στο ηλιακό σύστημα, εκτοξεύοντας πληρώματα έως και τεσσάρων αστροναυτών πάνω στο νέο διαστημικό σκάφος Orion για να εξερευνηθούν πολλαπλοί διαστημικοί προορισμοί. Εκτός από τις πιθανές αποστολές ανθρώπινης εξερεύνησης, ο SLS προσφέρει οφέλη για πιθανές αποστολές ρομποτικής επιστήμης και άλλων ωφέλιμων φορτίων.[68]

Η ικανότητα ανύψωσης του επιτρέπει την εκτόξευση μεγαλύτερων ωφέλιμων φορτίων από οποιοδήποτε άλλο πύραυλο και η υψηλή απόδοσή του μειώνει το χρόνο που χρειάζονται τα ρομποτικά διαστημικά σκάφη να ταξιδέψουν μέσα στο ηλιακό σύστημα, και κατ'επέκταση, το κόστος και τους κινδύνους. Επιπλέον, η ικανότητά του να μεταφέρει ωφέλιμο φορτίο μεγαλύτερο από άλλους πυραύλους παρέχει όγκο για μοναδικές επιστημονικές αποστολές που είναι πάρα πολύ μεγάλες για να εκτοξευτούν στους υπάρχοντες εμπορικούς πυραύλους. Για να ικανοποιηθούν οι μελλοντικές ανάγκες της NASA για τις αποστολές στο διάστημα, θα υπάρξουν αρκετές εκδοχές του πυραύλου, ξεκινώντας με 70-μετρικούς τόνους(77 τόνους) ικανότητα ανύψωσης κα φτάνοντας τους 130 μετρικούς τόνους (143 τόνους). Μια αναβαθμίσιμη αρχιτεκτονική επιτρέπει στη NASA να σχεδιάζει το σενάριο για την αποστολή Exploration Mission-1. Το επόμενο κύμα της ανθρώπινης εξερεύνησης θα μεταφέρει τους εξερευνητές μακρύτερα στο ηλιακό μας σύστημα, αναπτύσσοντας νέες τεχνολογίες, εμπνέοντας τις μελλοντικές γενιές και διευρύνοντας τις γνώσεις μας για τη θέση μας στο σύμπαν. [68]

Αρχική διαμόρφωση : Η αρχική διαμόρφωση των 70-μετρικών τόνων του SLS θα έχει ύψος 321 πόδια, δηλαδή ψηλότερο από το Άγαλμα της Ελευθερίας. Θα παράγει 8.400.000 pounds ώσης στην απογείωσή του, ισοδύναμο με 13.400 κινητήρες ατμομηχανής και θα είναι ικανό να μεταφέρει 70 τόνους ωφέλιμου φορτίου, περίπου το ίδιο με 12 μεγάλους ελέφαντες.[68]

Στάδιο πυρήνα και κινητήρες RS-25 : Η εταιρεία Boeing του St. Louis αναπτύσσει το στάδιο πυρήνα του SLS, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονικών συστημάτων που θα ελέγχουν το όχημα κατά τη διάρκεια της πτήσης. Το στάδιο πυρήνα έχει ύψος πάνω από 200 πόδια, διάμετρο 27,6 πόδια, και θα αποθηκεύσει υγρό υδρογόνο και υγρό οξυγόνο σε κατάσταση υπερ-ψύξης για την τροφοδότηση των κινητήρων RS-25 του SLS. Το στάδιο πυρήνα αναπτύσσεται σε εγκαταστάσεις της NASA στη Νέα Ορλεάνη με τη χρήση του πιο εξελιγμένου εξοπλισμού παραγωγής στον κόσμο. Την ίδια στιγμή, το λογισμικό των ηλεκτρονικών υπολογιστικών συστημάτων του πυραύλου αναπτύσσεται στο Κέντρο Διαστημικών Πτήσεων Marshall της NASA στο Huntsville, της Alabama. Η πρόωση για το στάδιο πυρήνα του SLS θα παρέχεται από τέσσερις RS-25 κινητήρες.[68]



Εικόνα 6.3 Αρχιτεκτονική και στάδια των δύο διαφορετικών μοντέλων του SLS[68]

Εξελιγμένο μοντέλο : Η εξελιγμένη διαμόρφωση των 130 μετρικών τόνων θα είναι το πιο ικανό και ισχυρό όχημα εκτόξευσης στην ιστορία. Με εντυπωσιακό ύψος στα 384 πόδια, ψηλότερο από τον πύραυλο Saturn V, θα προσφέρει 9.200.000 rounds ώσης στην απογείωση και θα έχει την υψηλή ικανότητα να μεταφέρει ωφέλιμο φορτίο μάζας 130 τόνων σε τροχιά. Αυτή η ρύθμιση θα χρησιμοποιήσει το ίδιο στάδιο πυρήνα, με τέσσερις RS-25 κινητήρες, όπως και το προηγούμενο μοντέλο.[68]

Ανώτερο στάδιο : Η μελλοντική διαμόρφωση του SLS θα περιλαμβάνει ένα ανώτερο στάδιο, για να παράσχει την πρόσθετη ισχύ που απαιτείται για να μεταβεί στο βαθύ διάστημα. Το ανώτερο στάδιο θα μοιράζεται κοινά χαρακτηριστικά με το στάδιο πυρήνα, όπως η εξωτερική διάμετρος του, το υλικό σύνθεσης, τα συστατικά του υποσυστήματος, καθώς και εργαλεία για την εξοικονόμηση κόστους και χρόνου σχεδίασης. Η NASA πραγματοποίησε προηγμένη έρευνα για τον κινητήρα του ανώτερου σταδίου και συνεργάζεται με τη βιομηχανία, το Υπουργείο Άμυνας και άλλους εταίρους για να διερευνήσει εναλλακτικές λύσεις που όχι μόνο θα μεγιστοποιήσουν τις δυνατότητες εξερεύνησης του SLS, αλλά υποστηρίζουν προηγμένες, οικονομικά προσιτές λύσεις για τη μεγαλύτερη βιομηχανία εκτόξευσης.[68]

6.1.3 Crew Space Transportation (CST) -100

Το Crew Space Transportation (CST) -100 system (σύστημα διαστημικής μεταφοράς πληρώματος) της Boeing θα παρέχει στη NASA τη δυνατότητα μεταφοράς από και προς το Διεθνές Διαστημικό Σταθμό. Το διαστημόπλοιο CST -αναπτύχθηκε ως μέρος του εμπορικού προγράμματος της NASA. Το CST-100 μπορεί να φιλοξενήσει μέχρι επτά επιβάτες, ή ένα μείγμα από πλήρωμα και φορτίο χαμηλής γήινης τροχιάς με προορισμούς όπως ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός ή ο σταθμός Bigelow που σχεδιάζεται. Η κάψουλα CST-100 διαθέτει ένα καινοτόμο, σχεδιασμό και διαθέτει ασύρματη σύνδεση στο internet και τεχνολογία tablet για τις διεπαφές του πληρώματος.[69]

Είναι παρόμοιο με το διαστημικό σκάφος Orion και η κάψουλα έχει διάμετρο 4,56 μέτρα (15.0 ft), η οποία είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από τη μονάδα εντολών του Apollo μικρότερη από αυτή του Orion. Το CST-100 μπορεί να υποστηρίξει μεγαλύτερα πληρώματα έως και επτά άτομα. Το CST-100 έχει σχεδιαστεί για να είναι σε θέση να παραμείνει σε τροχιά για επτά μήνες και να επαναχρησιμοποιηθεί για έως και δέκα αποστολές. Είναι συμβατό με πολλά οχήματα εκτόξευσης, συμπεριλαμβανομένων του Atlas V, του Delta IV, και Falcon 9, καθώς και το αναμενόμενο Vulcan.[33]

Το αρχικό όχημα εκτόξευσης θα είναι το Atlas V. Στην πρώτη φάση του προγράμματος της NASA δώθηκαν στην Boeing US 18 εκατομμύρια δολάρια για την προκαταρκτική ανάπτυξη του διαστημικού οχήματος. Στη δεύτερη φάση η Boeing έλαβε 93 εκατομμύρια δολάρια για την περαιτέρω ανάπτυξη. Στις 3 Αυγούστου 2012, η NASA ανακοίνωσε τη χορήγηση 460 εκατομμυρίων δολαρίων στην Boeing για να συνεχίσει τις εργασίες σχετικά με το CST-100, υπό το πρόγραμμα CCoCap (Commercial Crew Integrated Capability). Στις 16 Σεπτεμβρίου 2014, η NASA επέλεξε το CST-100, μαζί με το Dragon V2 της SpaceX για το πρόγραμμα CCtCap (Commercial Crew Transportation Capability), με επιδότηση 4.2 δισεκατομμύρια δολάρια. Το διαστημικό σκάφος αναμένεται να πετάξει προς το Διεθνές Διαστημικό Σταθμό με έναν αστροναύτη στο διαστημοπλοίο μέχρι το Δεκέμβριο του 2017.[33]



Εικόνα 6.4 Το όχημα CST-100 για μελλοντικές μεταφορές στο διάστημα που σχεδιάζει η Boeing[69]

6.1.4 LM-7

Το πρωτότυπο LM-7 συναρμολογείται στο Κέντρο Δορυφορικών Εκτοξεύσεων Wenchang (ισοδύναμο της Κίνας για το Ακρωτήριο Κανάβεραλ) για τον έλεγχο εκτός πτήσης. Η τοποθέτηση όλων των τμημάτων του πυραύλου και των ενισχυτών επιτρέπει τη δοκιμή δόνησης και τον έλεγχο των μοντέλων για τις ροές καυσίμου και τα φορτία πίεσης. Στο τροπικό νησί Hainan, το Κέντρο Δορυφορικών Εκτοξεύσεων Wenchang ανέλαβε τον πρώτο βαρύ πύραυλο. Ο Long March 7 (LM-7), που κατασκευάστηκε από την Εταιρεία Αεροδιαστημικής Επιστήμης και Τεχνολογίας της Κίνας, είναι πιθανό να μην εκτοξευτεί μέχρι το 2016, αλλά οι Κινέζοι μηχανικοί τον έχουν συναρμολογήσει στην κινητή εξέδρα εκτόξευσης, προκειμένου να δοκιμάσουν τα συστήματα του για τον προκαταρκτικό έλεγχο και τη διασφάλιση της ποιότητας ολοκλήρωσης.[70]



Εικόνα 6.5 Συναρμολόγηση του πυραύλου LM-7 [70]

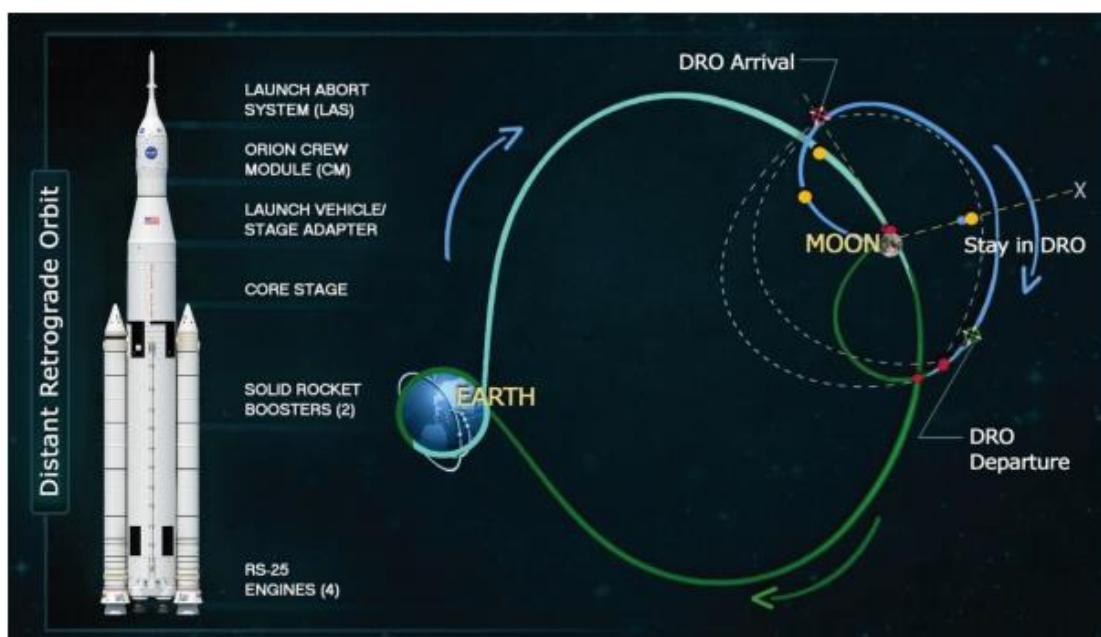
Ο πύραυλος LM-7 είναι συνδεδεμένος με έναν ανορθωτή για να κρατιέται όρθιος καθώς μεταβαίνει από τις εγκαταστάσεις προετοιμασίας στην εξέδρα εκτόξευσης. Ο LM-7 είναι ένας μεσαίου προς μεγάλου βάρους πύραυλος εκτόξευσης και ζυγίζει 600 τόνους, παρόμοιος με τους πυραύλους Falcon 9 της SpaceX. Είναι πιθανό να αντικαταστήσει τον

πύραυλο Long March 2, που χρησιμοποιείται σήμερα για να εκτοξεύει επανδρωμένες διαστημικές αποστολές Shenzhou της Κίνας. Ωστόσο, ο LM-7 εκτιμάται ότι θα μεταφέρει 13,5 τόνους φορτίου (ανάλογα με τη διαμόρφωση του πυραύλου) σε χαμηλή γήινη τροχιά, η οποία είναι μια αύξηση 50% σε σχέση με τον LM-2. Με διάμετρο πυρήνα 3,35 μέτρα θα μπορέσει να μεταφέρει πιο εμπορικά ωφέλιμα φορτία, καθώς και μεγαλύτερα επιστημονικά ωφέλιμα φορτία σε ηλιοσύγχρονες τροχιές για την παρατήρηση της δραστηριότητας των καιρικών συνθηκών στο διάστημα, όπως οι ηλιακές εκρήξεις. Ο πύραυλος LM-7 μπορεί να συνδεθεί με τέσσερις συμπαγείς προωθητικούς πυραύλους καυσίμων, προκειμένου να μεταφέρει το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο των 13,5 τόνων σε χαμηλή γήινη τροχιά. Ο LM-7, μαζί με τον ελεφρύτερο Long March 6 και τον βαρύτερο Long March 5, θα ενεργούν ως η επόμενη γενιά των οχημάτων εκτόξευσης της Κίνας.[70]

6.2 Μελλοντικές Αποστολές

6.2.1 Exploration Mission 1 και Exploration Mission 2

Η πρώτη αποστολή του SLS, η Exploration Mission 1, θα εκτοξεύσει το μη επανδρωμένο διαστημικό σκάφος Orion σε μια σταθερή τροχιά πέρα από το φεγγάρι και θα το φέρει πίσω στη Γη για να αποδείξει την ολοκληρωμένη απόδοση του συστήματος του πυραύλου SLS και την επανείσοδο του διαστημικού σκάφους Orion και την προσγείωσή του πριν από μια επανδρωμένη πτήση. Η δεύτερη αποστολή του SLS, Exploration Mission 2, θα εκτοξεύσει το Orion με πλήρωμα μέχρι τέσσερις αστροναύτες στο διάστημα πιο μακριά απ'ότι οι άνθρωποι έχουν τολμήσει ποτέ έως τώρα.[68]



Εικόνα 6.6 Αναπαράσταση της πρώτης αποστολής του SLS-Exploration Mission 1[68]

Το SLS επίσης θα στείλει αστροναύτες στην πρώτη επανδρωμένη αποστολή της NASA για τη μελέτη ενός αστεροειδή που μπήκε σε μια σταθερή τροχιά γύρω από το φεγγάρι. Η αποστολή παρέχει εμπειρία σε επανδρωμένες διαστημικές αποστολές πέρα από τη χαμηλή γήινη τροχιά, για τη δοκιμή νέων συστημάτων και τις ικανότητες που απαιτούνται για μια επανδρωμένη αποστολή στον Άρη στο έδαφος γύρω από το φεγγάρι. Ο πύραυλος βασίζεται σε δοκιμασμένο υλικό από την εποχή των διαστημικών λεωφορείων και άλλα προγράμματα εξερεύνησης και εξελιγμένα εργαλεία και τεχνολογία κατασκευής, μειώνοντας σημαντικά το χρόνο ανάπτυξης, το κόστος και καθιστώντας το όχημα πιο προσιτό για να λειτουργήσει.[68]

6.2.2 Μελλοντικές Αποστολές ESA

Η ESA αναπτύσσει μια σειρά αποστολών επόμενης γενιάς γεωσκόπησης για το Copernicus. Ο στόχος του προγράμματος Sentinel είναι να αντικαταστήσει τις τρέχουσες αποστολές παρατήρησης της Γης που είναι έτοιμες να αποσυρθούν καθώς πλησιάζει το τέλος του λειτουργικού χρόνου ζωής τους, όπως η αποστολή του δορυφόρου Envisat. Αυτό θα εξασφαλίσει τη συνέχεια των δεδομένων, έτσι ώστε να μην υπάρχουν κενά στις μελέτες που βρίσκονται σε εξέλιξη. Κάθε αποστολή θα επικεντρωθεί σε μια διαφορετική πτυχή της παρατήρησης της Γης - Ατμόσφαιρας, Ωκεανών και Εδάφους- και τα δεδομένα θα είναι χρήσιμα σε πολλές εφαρμογές.[71]

ADM-Aeolus : Η αποστολή Earth Explorer Atmospheric Dynamics Mission (ADM-Aeolus) θα παρέχει παγκόσμιες παρατηρήσεις των ανέμων από το διάστημα για τη βελτίωση της ποιότητας των προβλέψεων του καιρού, και τη διεύρυνση της κατανόησης της ατμοσφαιρικής δυναμικής και τις διεργασίες του κλίματος. Αν και υπάρχουν διάφοροι τρόποι μέτρησης του ανέμου από ένα δορυφόρο, η ADM-Aeolus θα χρησιμοποιήσει τη μέθοδο Doppler Wind Lidars (DWL). Αυτή είναι η μόνη μέθοδος που έχει τη δυνατότητα να παράσχει τα απαιτούμενα στοιχεία σε παγκόσμιο επίπεδο, από άμεσες παρατηρήσεις του ανέμου. Επιπλέον, η DWL θα παρέχει πληροφορίες σχετικά με το μέγιστο ύψος των συννέφων, την κατακόρυφη κατανομή τους, τις ιδιότητες των αερολυμάτων και τη μεταβλητότητα του ανέμου. Η πληροφορία αυτή είναι ένα χρήσιμο πόρισμα της μεθόδου DWL.[71]

Ένα βελτιωμένο μοντέλο του κλίματος και της ατμόσφαιρας της Γης, θα οδηγήσει σε πρόοδο όσον αφορά την αριθμητική πρόγνωση, ιδίως όσον αφορά τις μακροπρόθεσμες προβλέψεις. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι ένα νέο παγκόσμιο σύστημα ατμοσφαιρικής

παρατήρησης, όπως το ADM-Aeolus, θα έχει μεγάλη επίδραση στην επιχειρησιακή πρόγνωση του καιρού. Η παροχή πληροφοριών για τους ανέμους θα ωφελήσει επίσης τους επιστήμονες που ασχολούνται με την έρευνα του κλίματος, επιτρέποντας μεγαλύτερη ακρίβεια στην αριθμητική μοντελοποίηση των τροπικών περιοχών.[71]

Προγραμματισμένη Εκτόξευση: 2016

Διάρκεια: 4 χρόνια σε Χαμηλή Γήινη Τροχιά

Στόχοι Αποστολής [71]:

- Παροχή ακριβούς προφίλ των ανέμων σε όλη την τροπόσφαιρα και κατώτερη στρατόσφαιρα εξαλείφοντας μια σημαντική ελλειψη στο Παγκόσμιο Σύστημα Παρατήρησης
- Άμεση συμβολή στη μελέτη του συνολικού προϋπολογισμού της ενέργειας της Γης
- Παροχή στοιχείων για τη μελέτη της παγκόσμιας ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας και των σχετικών χαρακτηριστικών, όπως τα συστήματα καθίζησης, τα φαινόμενα El Nino και Southern Oscillation και την στρατοσφαιρική/τροποσφαιρική ανταλλαγή
- Επικύρωση των κλιματικών μοντέλων με τη χρήση του υψηλής ποιότητας προφίλ των ανέμων από ένα παγκόσμιο σύστημα μέτρησης
- Βελτίωση της κατανόησης της δυναμικής της ατμόσφαιρας και της παγκόσμιας ατμοσφαιρικής μεταφοράς και την ανακύκλωση της ενέργειας, του νερού, των αερολυμάτων, των χημικών και άλλων αερομεταφερόμενων υλικών
- Δημιουργία μιας σειράς από παράγωγα προϊόντα, όπως υψόμετρο συννέφων, ιδιότητες αερολυμάτων και τροποσφαιρικό ύψος

EarthCARE : Η αποστολή Earthcare θα διευρύνει την κατανόηση του ρόλου που παίζουν τα σύννεφα και τα αερολύματα στην αντανάκλαση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας πίσω στο διάστημα και την παγίδευση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης. Η αποστολή θα χρησιμοποιεί την πιο υψηλής αποδόσης τεχνική lidar(Light Detection And Ranging) και τεχνολογία ραντάρ, που έχει πετάξει στο διάστημα ως τώρα. Η αποστολή Earthcare θα παρέχει πρωτοφανή σύνολα δεδομένων για να επιτρέψει στους επιστήμονες να μελετήσουν τη σχέση των νεφών, των αερολυμάτων και της ακτινοβολίας σε επίπεδα ακρίβειας που θα βελτιώσει σημαντικά την κατανόηση αυτών των άκρως μεταβλητών παραμέτρων.[71]

Προγραμματισμένη Εκτόξευση: 2015

Διάρκεια: Έχει σχεδιασμό διάρκειας ζωής τριών ετών, συμπεριλαμβανομένης μιας φάσης ανάθεσης των έξι μηνών.

Στόχοι Αποστολής [71]:

- Παρατήρηση κατακόρυφα των προφίλ των φυσικών και ανθρωπογενών αερολυμάτων σε παγκόσμια κλίμακα, τις ιδιότητες της ακτινοβολίας και την αλληλεπίδρασή τους με τα σύννεφα
- Παρατήρηση κατανομής των συννέφων, τις αλληλεπιδράσεις της καθίζησης των συννέφων και τα χαρακτηριστικά των κάθετων κινήσεών τους
- Ανάκτηση του προφίλ της ατμοσφαιρικής θέρμανσης και ψύξης μέσω του συνδυασμού των ιδιοτήτων των αεροζόλ και συννέφων

6.2.3 Μελλοντικές Επιστημονικές Αποστολές NASA

Ψυχρό Ατομικό Εργαστήριο: Μια εγκατάσταση που έχει σχεδιαστεί για να πάει στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό, το Ψυχρό Διαστημικό Εργαστήριο-Cold Atom Laboratory(CAL)-θα κάνει χρήση του μοναδικού περιβάλλοντος μικροβαρύτητας του διαστημικού σταθμού για να παρατηρεί κβαντικά φαινόμενα που διαφορετικά θα ήταν μη ανιχνεύσιμα από τη Γη. Το εργαστήριο θα είναι διαθέσιμο για χρήση από πολλούς επιστημονικούς ερευνητές και έχει σχεδιαστεί για να διατηρείται σε τροχιά. Έχει προγραμματιστεί για εκτόξευση από το Cape Canaveral και εγκατάσταση στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό, τον Απρίλιο του 2016 και θα χρησιμεύσει επίσης ως ένα πείραμα στη χρήση των λέιζερ ατομικής ψύξης για τους μελλοντικούς κβαντικούς αισθητήρες.[72]

Ατομικό Διαστημικό Ρολόι: Το Ατομικό Διαστημικό Ρολόι -Deep Space Atomic Clock (DSAC)- είναι μια τεχνολογία επίδειξης ενός μικρού, εξαιρετικά ακριβούς, ατομικού ρολογιού ιόντων υδραργύρου, το οποίο θα εκτοξευτεί στην τροχιά της Γης για να δοκιμάσει τις δυνατότητές του ως εργαλείο επόμενης γενιάς για το διαστημικό σκάφος πλοήγησης, τη ραδιοεπιστήμη και τα παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης. Η τεχνολογία, η οποία έχει σχεδιαστεί για να βελτιώσει την πλοήγηση των διαστημοπλοίων σε μακρινούς προορισμούς ώστε να καταστεί δυνατή η συλλογή περισσότερων δεδομένων με μεγαλύτερη ακρίβεια, είναι 50 φορές πιο ακριβές από ό,τι τα καλύτερα ρολόγια πλοήγησης που υπάρχουν σήμερα. Το έργο έχει προγραμματιστεί για εκτόξευση το 2016 πάνω σε ένα ωφέλιμο φορτίο που έχει κατασκευαστεί σε συνεργασία με το Πρόγραμμα Διαστημικών Τηλεπικοινωνιών και Πλοήγησης της NASA και το Υπουργείο Άμυνας.[72]

Σύστημα Μείωσης Διαταραχών: Το Σύστημα Μείωσης Διαταραχών-Disturbance Reduction System (DRS)- σχεδιάστηκε ως μέρος του προγράμματος Space Technology 7 και είναι ένα πειραματικό σύστημα για τη μέτρηση των κυμάτων βαρύτητας στο διάστημα, τα οποία πιστεύεται ότι περιέχουν σημαντικά στοιχεία για την ιστορία του σύμπαντος. Το σύστημα θα ενσωματωθεί στο διαστημόπλοιο LISA Pathfinder της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Υπηρεσίας και θα εκτοξευτεί τον Νοέμβριο του 2015 για να δοκιμάσει βασικές τεχνολογίες για το μελλοντική αποστολή Laser Interferometer Space Antenna της ESA και NASA.[72]

Europa: Η αποστολή Europa θα διενεργήσει λεπτομερή αναγνώριση του δορυφόρου Europa του Δία και θα ερευνήσει εάν το παγωμένο φεγγάρι θα μπορούσε να φιλοξενήσει συνθήκες κατάλληλες για ζωή. Η αποστολή θα τοποθετήσει ένα διαστημικό σκάφος σε τροχιά γύρω από τον Δία, προκειμένου να εκτελέσει μια λεπτομερή διερεύνηση του δορυφόρου Europa του γιγαντιαίου πλανήτη - έναν κόσμο που δείχνει ισχυρή ένδειξη για ύπαρξη ωκεανού από υγρό νερό κάτω από την παγωμένη κρούστα του και το οποίο θα μπορούσε να φιλοξενήσει συνθήκες ευνοϊκές για τη ζωή.[72]

Η αποστολή θα στείλει ένα πολύ ικανό διαστημόπλοιο, ανθεκτικό στην ακτινοβολία σε μια μακρά, επαναλαμβανόμενη τροχιά γύρω από τον Δία για την πραγματοποίηση πτήσεων κοντά στον δορυφόρο Europa. Η NASA έχει επιλέξει εννέα επιστημονικά όργανα για μια μελλοντική αποστολή στο δορυφόρο Europa γύρω στο 2020. Το επιλεγμένο ωφέλιμο φορτίο περιλαμβάνει κάμερες και φασματόμετρα που παράγουν εικόνες υψηλής ανάλυσης της επιφάνειας και της σύνθεσής του. Ένα ραντάρ πάγου θα καθορίσει το πάχος του κελύφους του πάγου και θα αναζητήσει κάτω από την επιφάνεια των λιμνών συνθήκες παρόμοιες με εκείνες κάτω από στρώμα πάγου της Ανταρκτικής. Η αποστολή θα μεταφέρει επίσης ένα μαγνητόμετρο για να μετρήσει τη δύναμη και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου του δορυφόρου, η οποία θα επιτρέψει στους επιστήμονες να καθορίσουν το βάθος και τη αλατότητα των ωκεανών του.[72]

Ένα όργανο θερμότητας θα ερευνήσει την παγωμένη επιφάνεια του Europa σε αναζήτηση πρόσφατων εκρήξεων θερμού νερού πάνω ή κοντά στην επιφάνεια, ενώ πρόσθετα μέσα θα αναζητήσουν αποδείξεις ύπαρξης του νερού και μικροσκοπικών σωματιδίων στη λεπτή ατμόσφαιρα του δορυφόρου. Το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble της NASA παρατήρησε υδρατμούς πάνω από τη νότια πολική περιοχή του Europa το 2012, παρέχοντας ενδείξεις αναβλύζοντος νερού. Αν η ύπαρξη του επιβεβαιώνεται, τότε η μελέτη της σύνθεσής θα βοηθήσει τους επιστήμονες να ερευνήσουν τη χημική σύνθεση του δυνητικά κατοικήσιμου περιβάλλοντος του Europa, ελαχιστοποιώντας παράλληλα την ανάγκη για τη διάνοιξη των στρωμάτων του πάγου.[72]

Ανάκτηση Βαρύτητας και Συνέχιση Κλιματικού Πειράματος: Η αποστολή αυτή - Gravity Recovery and Climate Experiment Follow-on (GRACE-FO)- είναι μια συνεργασία της NASA και του Γερμανικού Κέντρου Ερευνών για τη Γεωεπιστήμη, προγραμματισμένη για το 2017. Η αποστολή GRACE-FO είναι ο διάδοχος της αρχικής αποστολής GRACE, η οποία εκτοξεύτηκε σε τροχιά γύρω από τη Γη στις 17 Μαρτίου, 2002. Η GRACE-FO θα συνεχίσει την εξαιρετικά επιτυχημένο έργο του προκατόχου του, ενώ η δοκιμή μιας νέας τεχνολογίας θα βελτιώσει δραματικά την ήδη αξιοσημείωτη ακρίβεια του συστήματος μέτρησης. Οι αποστολές GRACE μετρούν τις μεταβολές της βαρύτητας πάνω από την επιφάνεια της Γης, παράγουν ένα νέο χάρτη του πεδίου βαρύτητας κάθε 30 ημέρες. Έτσι, η GRACE δείχνει πώς η βαρύτητα του πλανήτη, όχι μόνο διαφέρει από το ένα σημείο στο άλλο, αλλά και από τη μία χρονική περίοδο στην άλλη.[72]

InSight: Η αποστολή InSight (επίσημα καλείται GEMS) θα τοποθετήσει ένα όχημα προσεδάφησης στον Άρη σχεδιασμένο για τη διάνοιξη της επιφάνειάς του με σκοπό να διερευνήσει το βαθύ εσωτερικό του πλανήτη για την καλύτερη κατανόηση της εξέλιξης του Άρη σε έναν βραχώδη πλανήτη. Στο πλαίσιο της έρευνας, η αποστολή InSight θα χρησιμοποιήσει ένα σεισμόμετρο και έναν ανιχνευτή ροής θερμότητας για να μελετήσει την εσωτερική δομή του Κόκκινου Πλανήτη. Επιλέχθηκε προσωρινά να χρηματοδοτηθεί μέσω του προγράμματος Discovery της NASA για εκτόξευση το 2016 και ο σχεδιασμός του διαστημόπλοιου βασίζεται στην επιτυχημένη αποστολή προσεδάφησης Phoenix Mars της NASA.[72]

Mars 2020: Η αποστολή στον Άρη το 2020 (Mars 2020), είναι μια μελλοντική αποστολή rover που σχεδιάστηκε για να διερευνήσει βασικά ερωτήματα σχετικά με την κατοικησιμότητα του Άρη, και να αξιολογήσει τους φυσικούς πόρους και τους κινδύνους στο πλαίσιο της προετοιμασίας για τις μελλοντικές ανθρώπινες αποστολές στον Κόκκινο Πλανήτη. Τα επιστημονικά όργανα πάνω στο rover θα επιτρέψει στους επιστήμονες να εντοπίσουν και να επιλέξουν μια συλλογή από πέτρες και δείγματα από χώμα που θα αποθηκευτούν για πιθανή επιστροφή στη Γη στο μέλλον. Η ανάλυση των δειγμάτων αυτών σε εργαστήρια εδώ στη Γη θα βοηθήσει να προσδιοριστεί αν υπάρχει ζωή στον Άρη και θα συμβάλλει στον σχεδιασμό για την ανθρώπινη εξερεύνηση εκεί. Η αποστολή είναι μέρος του προγράμματος εξερεύνησης του Άρη της NASA (Mars Exploration Program), μια μακροπρόθεσμη προσπάθεια ρομποτικής εξερεύνησης του Κόκκινου Πλανήτη.[72]

NISAR: Χρησιμοποιώντας προηγμένη απεικόνιση ραντάρ, που θα παρέχει μια άνευ προηγουμένου, λεπτομερή άποψη της Γης, η αποστολή ραδιοεντοπιστή συνθετικού διαφράγματος της NASA-ISRO (NASA-ISRO Synthetic Aperture Radar) έχει σχεδιαστεί για

να παρατηρήσουν και να προβούν σε μετρήσεις για μερικές από τις πιο πολύπλοκες διεργασίες του πλανήτη, συμπεριλαμβανομένων των διαταραχών του οικοσυστήματος, το λιώσιμο των πάγων, και τους φυσικούς κινδύνους όπως σεισμοί, τσουνάμι, ηφαίστεια και κατολισθήσεις. Τα δεδομένα που θα συλλέγονται από την αποστολή Nisar θα αποκαλύψουν πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη και την κατάσταση του φλοιού της Γης, για να βοηθήσουν τους επιστήμονες να κατανοήσουν καλύτερα τις διαδικασίες του πλανήτη μας και την αλλαγή του κλίματος, και να βοηθήσουν στη διαχείριση των πόρων και των κινδύνων στο μέλλον. Η αποστολή είναι μια συνεργασία μεταξύ της NASA και τον Ινδικό Οργανισμό Διαστημικής Έρευνας(ISRO) που αναμένεται να ξεκινήσει το 2020. [72]

Τροχιακό Παρατηρητήριο Άνθρακα: Το Τροχιακό Παρατηρητήριο Άνθρακα - Orbiting Carbon Observatory 3 (OCO-3)- είναι ένα μελλοντικό διαστημικό όργανο που σχεδιάστηκε για να διερευνήσει σημαντικά ερωτήματα σχετικά με την κατανομή του διοξειδίου του άνθρακα στη Γη, το οποίο σχετίζεται με τον αυξανόμενο αστικό πληθυσμό και τις μεταβαλλόμενες μεθόδους της καύσης των ορυκτών καυσίμων. Η NASA σχεδιάζει να αναπτύξει και να λειτουργήσει το όργανο χρησιμοποιώντας υλικά από την επιτυχή ανάπτυξη και την εκτόξευση του OCO-2 το 2014 και να φιλοξενήσει το όργανο στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό ή άλλη διαστημική πλατφόρμα.[72]

Τοπογράφηση Επιφάνειας Νερού και Ωκεανών: Σχεδιασμένος για να κάνει την πρώτη παγκόσμια έρευνα των επιφανειακών υδάτων της Γης, ο δορυφόρος SWOT (Surface Water and Ocean Topography) θα συλλέξει λεπτομερείς μετρήσεις του πώς οι μάζες του νερού της Γης μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου. Ο δορυφόρος θα ερευνήσει τουλάχιστον το 90 τοις εκατό του πλανήτη, μελετώντας λίμνες, ποτάμια, δεξαμενές και τους ωκεανούς της Γης, τουλάχιστον δύο φορές κάθε 21 ημέρες για να βελτιώσει τα μοντέλα ωκεάνιων ρευμάτων, και τις προβλέψεις καιρικών συνθηκών και του κλίματος και να ενισχύσει τη σωστή διαχείριση του γλυκού νερού σε όλο τον κόσμο. Αναμένεται να εφαρμοστεί μέσα την επόμενη δεκαετία και θα αναπτυχθεί από τη NASA, τη Γαλλική Υπηρεσία Διαστήματος (CNES) και την Καναδικής Υπηρεσίας Διαστήματος.[72]

6.2.4 Κατάλογος Μελλοντικών Αποστολών [73]

Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι αποστολές που αναμένεται να υλοποιηθούν στο μέλλον με τη μορφή : Αποστολή -Χώρα- Στόχος- Είδος αποστολής (οι επιβεβαιωμένες αποστολές αναπαριστώνται με έντονο μάυρο χρώμα)[73]

2016

- **ISRO Venus Mission** - Ινδία - Αφροδίτη – Τροχιακό όχημα
- **ExoMars Trace Gas Orbiter** – Ευρώπη/Ρωσία - Άρης - Τροχιακό όχημα, Όχημα προσεδάφισης
- **OSIRIS-REx** - ΗΠΑ – Αστεροειδής Bennu 101955 – Επιστροφή δειγμάτων
- Mars Exploration with a Lander-Orbiter Synergy (MELOS) - Ιαπωνία - Άρης - Τροχιακό όχημα, Όχημα προσεδάφισης
- **InSight** - ΗΠΑ - Άρης - Όχημα προσεδάφισης
- MarCO cubesats - ΗΠΑ - Άρης - Τροχιακό όχημα

2017

- **Mercury Planetary Orbiter (BepiColombo)** - Ευρώπη - Ερμής - Τροχιακό όχημα
- **Mercury Magnetospheric Orbiter (BepiColombo)** - Ιαπωνία - Ερμής - Τροχιακό όχημα
- **Chandrayaan-2** - Ινδία - Φεγγάρι - Τροχιακό όχημα, Όχημα προσεδάφισης
- **SELENE-2** - Ιαπωνία – Φεγγάρι - Τροχιακό όχημα, Όχημα προσεδάφισης, Rover
- **Solar Orbiter** - Ευρώπη - Ήλιος - Τροχιακό όχημα
- **Spektr-RG** – Ρωσία/Ευρώπη – Γη/Ήλιος - Αστρονομία
- Selena - Ουκρανία - Φεγγάρι - Τροχιακό όχημα

2018

- **Chang'e 5** - Κίνα - Φεγγάρι – Επιστροφή δειγμάτων
- **Luna-26 (Luna Glob-2)** - Ρωσία - Φεγγάρι - Τροχιακό όχημα
- **Solar Probe Plus** - ΗΠΑ - Ήλιος - Τροχιακό όχημα
- **ExoMars Rover** – Ευρώπη/Ρωσία - Άρης - Rover
- Lunar Lander - Ευρώπη - Φεγγάρι - Όχημα προσεδάφισης
- **International Lunar Network Node 1** - Διεθνές - Φεγγάρι - Όχημα προσεδάφισης
- **James Webb Space Telescope (JWST)** - ΗΠΑ / Ευρώπη – Γη/Ήλιος - Αστρονομία
- **LISA Pathfinder** - Ευρώπη - Γη/Ήλιος - Αστρονομία
- Inspiration Mars - ΗΠΑ - Άρης – Επανδρωμένη πτήση
- **RESOLVE** - ΗΠΑ / Καναδάς - Φεγγάρι - rover
- Mars One Lander - Ολλανδία - Άρης - Όχημα προσεδάφισης
- **Orion EM-1** - ΗΠΑ / Ευρώπη - Φεγγάρι - Πτήση
- **LunaH-Map** cubesat - ΗΠΑ - Φεγγάρι - Τροχιακό όχημα
- **Lunar Flashlight** cubesat - ΗΠΑ - Φεγγάρι - Τροχιακό όχημα
- **ISRO's second Mars Mission** - Ινδία - Άρης - Τροχιακό όχημα, Όχημα προσεδάφισης, Rover
- **Smart Lander for Investigating Moon** - Ιαπωνία - Φεγγάρι - Όχημα προσεδάφισης

2019

- **Luna-27 (Luna Resurs)** - Ρωσία - Φεγγάρι - Όχημα προσεδάφισης
- **Asteroid Impact and Deflection Assessment mission (AIDA)** - Ευρώπη/ΗΠΑ – Δίδυμος αστεροειδής - Τροχιακό όχημα
- Asteroid Retrieval Spacecraft (ARS) - ΗΠΑ - Αστεροειδής- Δέσμευση αστεροειδούς

- ALCEK - Βουλγαρία - Φεγγάρι - Τροχιακό όχημα

2020

- **Euclid** - Ευρώπη - Γη/Ήλιος - Αστρονομία
- **2020 Mars Rover** - ΗΠΑ - Άρης - Rover
- **Chinese Mars Rover** - Κίνα - Άρης - Rover
- **Korean Lunar Mission** – Νότια Κορέα - Φεγγάρι - Τροχιακό όχημα, Όχημα προσεδάφισης, Rover
- **Chang'e 4** - Κίνα - Φεγγάρι - Όχημα προσεδάφισης, Rover

Αρχές 2020

- Chang'e 6 - Κίνα - Φεγγάρι – Επιστροφή δειγμάτων
- **Europa Multiple-Flyby Mission** - ΗΠΑ - Jupiter - Τροχιακό όχημα

2021

- Orion EM-2 - ΗΠΑ / Ευρώπη - Φεγγάρι – Επανδρωμένη πτήση
- **Luna-28 (Polar Sample Return)** - Ρωσία - Φεγγάρι – Επιστροφή δειγμάτων
- **U.A.E. Mars probe** – Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα - Άρης - Τροχιακό όχημα
- **13th Discovery mission** - ΗΠΑ

2022

- **Jupiter Icy Moon Explorer (JUICE)** - Ευρώπη - Γανυμήδης - Τροχιακό όχημα
- Mars Telecommunication Orbiter - ΗΠΑ - Mars - Τροχιακό όχημα
- **Fobos-Grunt 2 (Boomerang)** - Ρωσία - Άρης /Φόβος – Επιστροφή δειγμάτων
- **Interheliozond** - Ρωσία - Ήλιος - Τροχιακό όχημα
- **SPICA** - Ιαπωνία / Ευρώπη - Γη/Ήλιος - Αστρονομία

2023

- Luna-29 - Ρωσία - Φεγγάρι - Rover

2024

- **Luna-25 (Luna Glob-1)** - Ρωσία - Φεγγάρι - Όχημα προσεδάφισης
- **Venera-D** - Ρωσία - Αφροδίτη - Τροχιακό όχημα, Όχημα προσεδάφισης
- **PLATO** - Ευρώπη - Γη/Ήλιος – Αστρονομία

Mid-2020's

- Mars-Grunt - Ρωσία - Άρης – Επιστροφή δειγμάτων
- Solar Probe Orbit Telescope - Κίνα - Ήλιος - Τροχιακό όχημα

2028

- **Athena+** - Ευρώπη - Γη/Ηλιος – Αστρονομία

End of 2020's

- **Mercury-P** - Ρωσία –Ερμής - Τροχιακό όχημα, Όχημα προσεδάφισης
- PTK NP mission - Ρωσία - Φεγγάρι – Επανδρωμένο τροχιακό όχημα

2030

- **Chinese Mars Sample Return Mission** - Κίνα - Άρης – Επιστροφή δειγμάτων

2034

- **eLISA** - Ευρώπη – Τροχιά Ήλιου – Βαρυτικά Κύματα

Τέλη 2030

- US Manned Mars Mission - ΗΠΑ - Άρης - Επανδρωμένη αποστολή

Μετά το 2040

- Chinese Manned Mars Mission - Κίνα - Άρης – Επανδρωμένη αποστολή

6.3 Νέα Διαστημοδρόμια και Διαστημικός Τουρισμός

6.3.1 Διαστημοδρόμιο Κολοράντο



Εικόνα 6.7 Διαστημοδρόμιο Κολοράντο[57]

Ένα νέο διαστημοδρόμιο είναι στα σκαριά στην πολιτεία του Κολοράντο. Τον Δεκέμβριο του 2011 έγινε το πρώτο βήμα με επιστολή, προς το Γραφείο Εμπορικών Διαστημικών Μεταφορών (Office of Commercial Space Transportation, AST) της Federal Aviation Administration (FAA), όπου ανακοινώνονταν τα σχέδια της πολιτείας για κάτι τέτοιο. Μέχρι τώρα η Αλάσκα, η Καλιφόρνια, η Φλόριντα, το Νέο Μεξικό, η Οκλαχόμα, το Τέξας και η Βιρτζίνια έχουν διαστημοδρόμια. Η προτεινόμενη τοποθεσία είναι το αεροδρόμιο Front Range, με έκταση 4.000 στρέμματα, στην πόλη Aurora. Το Front Range βρίσκεται 9,6 χιλιόμετρα από το Διεθνές Αεροδρόμιο του Ντένβερ. Τον Φεβρουάριο του 2012, η κυβερνητική επιτροπή του Κολοράντο έστειλε στο AST επιστολή όπου ομόφωνα υποστήριξαν την επιλογή του Front Range για την κατασκευή του διαστημοδρόμιου. [57]



Εικόνα 6.8 Προτεινόμενη τοποθεσία για το διαστημοδρόμιο του Κολοράντο[57]

Το Front Range και η Rocket Crafters Inc έχουν υπογράψει μια επιστολή όπου αναφέρεται η πρόθεση της τελευταίας για οριζόντιες εκτοξεύσεις των διαστημικών οχημάτων που αναπτύσσει για υποτροχιακές πτήσεις. Η επιστολή αναφέρει επίσης το αμοιβαίο σχέδιο για ανάπτυξη του διαστημοδρόμιου του Κολοράντο στο Front Range. Μόλις δοθεί η άδεια από την FAA, θα ξεκινήσουν οι εργασίες αναβάθμισης του αεροδρόμιου για να υποστηρίξει τις απαιτήσεις των υποτροχιακών πτήσεων. Η Rocket Crafters σκοπεύει να εγκαταστήσει γραφεία στο διαστημοδρόμιο του Κολοράντο για 80 θέσεις εργασίας πλήρους απασχόλησης και θα κάνει τις δοκιμαστικές πτήσεις των διαστημικών οχημάτων Sidereus και Cosmos Mariner, που αναπτύσσει. Επιπλέον, θα δημιουργήσει την πρώτη ακαδημία εμπορικών διαστημικών πτήσεων, για την εκπαίδευση πιλότων υποτροχιακών πτήσεων.[57]

6.3.2 Διαστημοδρόμιο Σουηδίας



Εικόνα 6.9 Διαστημοδρόμιο Σουηδίας[57]

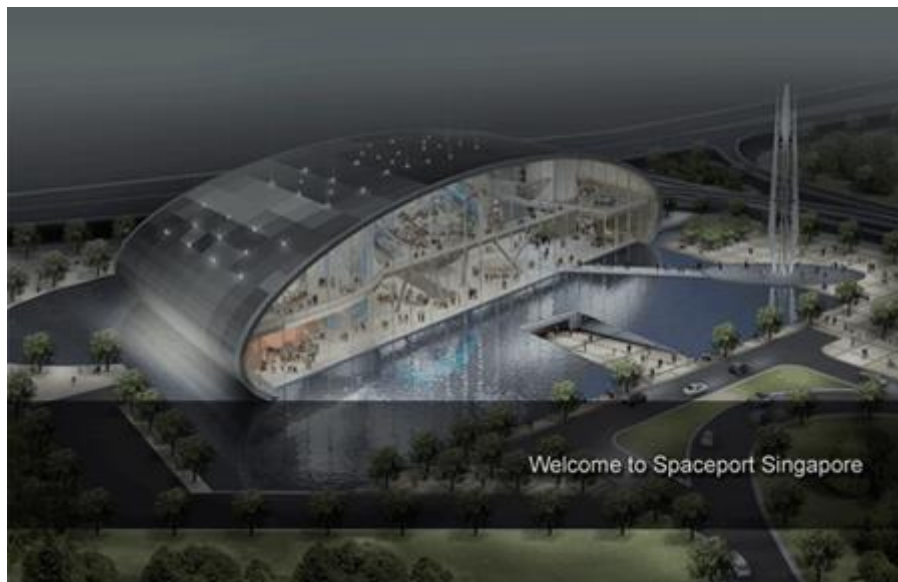
Το Spaceport Sweden υπέγραψε συμφωνία συνεργασίας με την QinetiQ στον τομέα των εμπορικών διαστημικών επανδρωμένων ταξιδιών. Στα πλαίσια της συμφωνίας αυτής, θα χρησιμοποιήσουν τις εγκαταστάσεις του Flight Physiological Centre (FPC) στο Linköping της Σουηδίας για να αναπτύξουν ένα πρόγραμμα προετοιμασίας για τους μελλοντικούς διαστημικούς τουρίστες. Το FPC περιλαμβάνει ένα από τους πιο εξελιγμένους Dynamic Flight Simulators (DFS), συνδυάζοντας φυγοκεντρική με εξομοιωτή πτήσης. Ο εκπαιδευόμενος βιώνει συνθήκες παρόμοιες με μια διαστημική πτήση. Μεγάλες επιταχύνσεις για αρκετό χρονικό διάστημα καθώς και τα πλευρικά G που δημιουργούνται από τους ελιγμούς των διαστημικών οχημάτων. Από το Spaceport Sweden θα γίνονται υποτροχιακές πτήσεις διαστημικού τουρισμού από την Virgin Galactic, η οποία έχει ήδη περίπου 500 κρατήσεις απ' όλο τον κόσμο. Η Renata Chlumska που βρίσκεται στο συμβούλιο του Spaceport Sweden, έχει αγοράσει εισιτήριο και θα γίνει η πρώτη γυναίκα από τη Σουηδία που θα επισκεφτεί το διάστημα.[57,66]

6.3.3 Διαστημοδρόμιο Σιγκαπούρης

Στις 29 Φεβρουαρίου 2006 η Space Adventures σε συνεργασία με μια κοινοπραξία από τη Σιγκαπούρη, ανακοίνωσε τον προγραμματισμό για την κατασκευή ενός διαστημοδρόμιου στη Σιγκαπούρη του Spaceport Singapore επικεντρωμένο κυρίως στις διαστημικές πτήσεις χαμηλής τροχιάς (suborbital space flights).[57]

Η επιλογή της Σιγκαπούρης έγινε με βάση την ιδανική γεωγραφική της θέση, αφού φιλοξενεί ένα από τα μεγαλύτερα αεροδρόμια και λιμάνια. Το Spaceport Singapore θα χρησιμεύσει

σαν παγκόσμιο κέντρο στην εμπορευματοποίηση του διαστήματος και της διαστημικής εκπαίδευσης. Με την κατασκευή του πρώτου παγκοσμίως τουριστικού διαστημοδρόμιου η Σιγκαπούρη φιλοδοξεί να καταξιωθεί σαν ο ηγέτης σ' αυτή την καινοτόμο και απαιτητική βιομηχανία, βελτιώνοντας τη δυναμική ανάπτυξη της χώρας, προσφέροντας μια πραγματικά διαφορετική ταξιδιωτική εμπειρία βασισμένη στην υπέρ-υψηλή τεχνολογία.[57]



Εικόνα 6.10 Διαστημοδρόμιο Σιγκαπούρης[57]

Το διαστημοδρόμιο της Σιγκαπούρης, εκτός από τις διαστημικές πτήσεις χαμηλής τροχιάς, θα προσφέρει ένα ευρύ φάσμα της διαστημικής και υψηλού υψόμετρου εμπειρίας για εκείνους που επιθυμούν να δοκιμάσουν τα διάφορα στάδια εκπαίδευσης των αστροναυτών. Αυτό περιλαμβάνει τις παραβολικές πτήσεις που θα επιτρέψουν στους επιβάτες να δοκιμάσουν τη συγκίνηση της έλλειψης βαρύτητας, εκπαίδευση πολλών G (G-force training) σε φυγοκεντρωτή, και εξομοίωση διαστημικών περιπάτων σε μια δεξαμενή ουδέτερης πλευστότητας.[57]

Οι επισκέπτες θα μπορούν να πετάξουν με διάφορους τύπους αεριωθούμενων αεροσκαφών, να απολαύσουν τους εξομοιωτές πτήσης ή να μάθουν απλά για την ιστορία και την τεχνολογία του διαστημικού ταξιδιού. Το συνολικό σύστημα έχει σχεδιαστεί από την Myasishchev Design, μια κορυφαία ρωσική αεροδιαστημική οργάνωση που έχει αναπτύξει μεγάλη γκάμα αεροσκαφών υψηλής απόδοσης και διαστημικών συστημάτων. Ονομάστηκε Explorer και θα έχει την ικανότητα να μεταφέρει μέχρι πέντε ανθρώπους στο διάστημα με σκοπό τη βελτιστοποίηση της εμπειρίας του διαστημικού ταξιδιού, διατηρώντας παράλληλα τον υψηλότερο βαθμό ασφάλειας. Το σύστημα αποτελείται από ένα αεροσκάφος μεταφοράς το M-55X, και ένα διαστημικό όχημα πυραύλων.[57]

Το εκτιμώμενο κόστος για το Spaceport Singapore είναι 115 εκατομμύρια δολάρια και θα χρηματοδοτηθεί μερικώς από ιδιωτικά κονδύλια, την κυβέρνηση της Σιγκαπούρης καθώς και από τον συνεταιίρο της Space Adventures τον πρίγκιπα Σαούντ Μπιν Σακρ Αλ Κουασίμι του Ρας Αλ Χαμα των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων. Τέλος, η KPMG Corporate Finance έχει ήδη αρχίσει να βρίσκει τα απαιτούμενα κονδύλια. Οι εγκαταστάσεις του Spaceport Singapore θα βρίσκονται στην περιοχή του αεροδρομίου Changi.[57]

6.3.4 Διαστημικός Τουρισμός

Ο διαστημικός τουρισμός είναι τα διαστημικά ταξίδια για αναψυχή ή για επαγγελματικούς λόγους. Μια σειρά από νεοσύστατες εταιρείες έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια, όπως η Virgin Galactic και XCOR Aerospace, ελπίζοντας να δημιουργήσουν μια υπο-τροχιακή διαστημική τουριστική βιομηχανία. Οι ευκαιρίες τροχιακού διαστημικού τουρισμού είναι περιορισμένες και ακριβές και μόνο η Ρωσική Διαστημική Υπηρεσία παρέχει υπηρεσίες μεταφοράς έως τώρα. [33]

Οι δημοσιευμένες τιμές για τις πτήσεις με την Space Adventures στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό πάνω σε ένα ρωσικό διαστημόπλοιο Soyuz είναι 20 με 40 εκατομμύρια δολάρια, κατά τη διάρκεια της περιόδου 2001-2009, όταν 7 διαστημικοί τουρίστες έκαναν 8 διαστημικές πτήσεις. Μερικοί διαστημικοί τουρίστες έχουν υπογράψει συμβάσεις με τρίτους για τη διεξαγωγή ορισμένων ερευνητικών δραστηριοτήτων, ενώ βρίσκονται σε τροχιά. Η Ρωσία διέκοψε τον τροχιακό διαστημικό τουρισμό το 2010, λόγω της αύξησης του μεγέθους του πληρώματος του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού. [33]

Οι τροχιακές τουριστικές πτήσεις σχεδιάζονται να συνεχιστούν. Ως εναλλακτικό όρο για τον «τουρισμό», κάποιοι οργανισμοί όπως η Ομοσπονδία Εμπορικών Διαστημικών Πτήσεων χρησιμοποιούν τον όρο «προσωπική διαστημική πτήση». Από το Σεπτέμβριο του 2012, πολλές εταιρείες προσφέρουν τροχιακές και υποτροχιακές πτήσεις, με διαφορετικές διάρκειες και ανέσεις.[33]

❖ Τροχιακός Διαστημικός Τουρισμός

Στα τέλη της δεκαετίας του 1990, η MirCorp, μια ιδιωτική επιχείρηση που ήταν τότε επικεφαλής του διαστημικού σταθμού, άρχισε να αναζητεί πιθανούς τουρίστες του διαστήματος για να επισκεφθούν τον Mir, προκειμένου να αντισταθμίσει μέρος του κόστους συντήρησής του. Δεν έγινε όμως κάποιο ταξίδι μιας και ο Mir βγήκε από τροχιά, ωστόσο ο πρώτος τουρίστας στο διάστημα ήταν ο Dennis Tito που επισκέφθηκε τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό στις 28 Απριλίου 2001 και έμεινε για επτά μέρες. Ακολούθησε το 2002 ο νοτιοαφρικανός εκατομμυριούχος Mark Shuttleworth. Ο τρίτος ήταν ο Gregory Olsen το

2005, ο οποίος είχε εκπαιδευτεί ως επιστήμονας και του οποίου η εταιρεία παρήγαγε εξειδικευμένες φωτογραφικές μηχανές υψηλής ευαισθησίας. Ο Olsen σχεδίαζε να χρησιμοποιήσει το χρόνο του στο Διεθνές Διαστημικό Σταθμό για να διεξάγει μια σειρά από πειράματα, εν μέρει για να δοκιμάσει τα προϊόντα της εταιρείας του. [33]

Μέχρι το 2007, ο διαστημικός τουρισμός πιστεύεται ότι ήταν μία από τις πρώτες αγορές από τις οποίες θα προκύψουν οι εμπορικές διαστημικές πτήσεις. Ωστόσο, έως το 2014 αυτή η ιδιωτική αγορά δεν είχε αναδειχθεί σε σημαντικό βαθμό. Η Space Adventures παραμένει η μόνη εταιρεία που έχει στείλει επιβάτες στο διάστημα επί πληρωμή. Σε συνεργασία με την Ομοσπονδιακή Διαστημική Υπηρεσία της Ρωσικής Ομοσπονδίας και την Rocket and Space Corporation Energia, η Space Adventures διεξήγαγε τις πτήσεις για όλους τους πρώτους ιδιωτικούς εξερευνητές του διαστήματος στον κόσμο.[33]

❖ Τροχιακές Επιχειρήσεις

SpaceX : είναι μια ιδιωτική διαστημική εταιρεία η οποία αναπτύσσει τη δική της οικογένεια πυραύλων που ονομάζεται Falcon και μια κάψουλα που ονομάζεται Dragon, ικανή να στείλει μέχρι επτά άτομα σε διαστημικό σταθμό. Στις 25 Μαΐου του 2012, μια μη επανδρωμένη εκδοχή του Dragon έγινε το πρώτο εμπορικό διαστημικό σκάφος που προσδέθηκε επιτυχώς με το Διεθνές Διαστημικό Σταθμό.[33]

Boeing : αναπτύσσει το CST-100, στο πλαίσιο του προγράμματος CDev και σκοπεύει να μεταφέρει τουρίστες. Το CST-100 έχει προγραμματιστεί να εκτοξευτεί από έναν πύραυλο Atlas V.[33]

Space Adventures Ltd : έχουν ανακοινώσει ότι εργάζονται πάνω στην DSE-Alpha, μια αποστολή γύρω από το φεγγάρι, με τιμή ανά επιβάτη 100 εκατομμύρια δολάρια.[33]

Excalibur Almaz : μια ιδιωτική εταιρεία με έδρα το Isle of Man, σχεδιάζει να χρησιμοποιήσει εκσυγχρονισμένες διαστημικές κάψουλες TKS για την μεταφορά ερευνητικών πληρωμάτων σε χαμηλή γήινη τροχιά και πέρα. Τον Ιούνιο του 2012, ανακοίνωσε ότι ήταν έτοιμη να πουλήσει εισιτήρια για ιδιωτικές αποστολές στο φεγγάρι και αναμένει να αναλάβει τα πρώτα ταξίδια μετά το 2015. [33]

Bigelow Aerospace : ιδιωτική εταιρεία έχει ήδη εκτοξεύσει τις δύο πρώτες κατοικήσιμες μονάδες. Η πρώτη, που ονομάζεται Genesis I, εκτοξεύτηκε στις 12 Ιουλίου 2006. Η δεύτερη δοκιμαστική μονάδα, Genesis II, εκτοξεύτηκε 28 Ιουνίου 2007. Και οι δύο παραμένουν σε τροχιά από το Μάρτιο του 2012. Η BA 330, μια επεκτάσιμη κατοικήσιμη μονάδα με 330 κυβικά μέτρα εσωτερικού χώρου, αναμένεται να είναι έτοιμη για εκτόξευση έως το 2017.[33]

❖ Υποτροχιακές Πτήσεις

Προς το παρόν δεν υφίσταται ο υποτροχιακός διαστημικός τουρισμός, αλλά επειδή προβλέπεται να είναι πιο προσιτός, πολλές εταιρείες τον βλέπουν ως κερδοφόρα πρόταση. Οι περισσότερες προτείνουν οχήματα που κάνουν υποτροχιακές πτήσεις σε υψόμετρο 100-160 χιλιομέτρων. Οι επιβάτες θα βιώσουν τρία με έξι λεπτά μηδενικής βαρύτητας και μια όψη της καμπυλότητας της Γης. Το προβλεπόμενο κόστος αναμένεται να είναι περίπου 200.000 δολάρια ανά επιβάτη.[33]

Στις 4 Οκτωβρίου του 2004, το SpaceShipOne, που σχεδιάστηκε από τον Burt Rutan της Scaled Composites, κέρδισε το X Prize των 10.000.000 δολαρίων, το οποίο θα μπορούσε να φτάσει και να ξεπεράσει σε ύψος τα 62 μίλια (100 χιλιόμετρα) δύο φορές μέσα σε δύο εβδομάδες. Το υψόμετρο είναι πέρα από τη γραμμή Κάρμάν, το αυθαίρετα καθορισμένο όριο του διαστήματος. Η πρώτη πτήση πραγματοποιήθηκε από τον Michael Melvill στις 21 Ιουνίου του 2004 σε ύψος 62 μιλίων, καθιστώντας τον τον πρώτο εμπορικό αστροναύτη.[33]

Η Virgin Galactic, με επικεφαλής τον Richard Branson της Virgin Group, ελπίζει να είναι η πρώτη που θα προσφέρει τακτικές υποτροχιακές διαστημικές πτήσεις σε διαστημικούς τουρίστες, με ένα στόλο από πέντε SpaceShipTwo διαστημόπλοια. Το πρώτο από αυτά, το VSS Enterprise, επρόκειτο να αρχίσει τις πρώτες εμπορικές πτήσεις την άνοιξη του 2015, με εισιτήρια που πωλούνταν στην τιμή των 200.000 δολαρίων. Ωστόσο, η εταιρεία είχε μια σημαντική οπισθοδρόμηση όταν το Enterprise υπέστη βλάβη πάνω από την έρημο Mojave κατά τη διάρκεια δοκιμαστικής πτήσης τον Οκτώβριο του 2014. Πάνω από 700 εισιτήρια είχαν πωληθεί πριν από το ατύχημα. Ένα δεύτερο διαστημικό λεωφορείο, το VSS Voyager, είναι υπό κατασκευή.[33]

Η XCOR Aerospace αναπτύσσει ένα υποτροχιακό όχημα που ονομάζεται Lynx. Το Lynx θα απογειωθεί από ένα διάδρομο με τη βοήθεια ενός πυραύλου. Σε αντίθεση με το SpaceShipOne και το SpaceShipTwo, το Lynx δεν θα απαιτήσει μητρικό σκάφος. Το Lynx έχει σχεδιαστεί για ταχεία ανάκαμψη, που θα του επιτρέψει να πετάξει μέχρι και τέσσερις φορές την ημέρα. Λόγω αυτού του γρήγορου ρυθμού των πτήσεων, το Lynx έχει λιγότερες θέσεις από ότι το SpaceShipTwo, μεταφέροντας μόνο έναν πιλότο και έναν επιβάτη σε κάθε πτήση. Η XCOR προγραμματίζει τη λειτουργία του Lynx πριν από το τέλος του 2016 για μεταφορά διαστημικών τουριστών.[33]

Το «Citizens in Space» (Πολίτες στο Διάστημα), είναι ένα πρόγραμμα της Ακαδημίας Πυραύλων των Ηνωμένων Πολιτειών. Συνδυάζει την πολιτική επιστήμη με την εξερεύνηση του διαστήματος από τους πολίτες. Ο στόχος είναι να διεξάγει πειράματα πολιτών-επιστήμης με πτήσεις πολιτών (που ταξιδεύουν δωρεάν), που θα λειτουργήσουν ως φορείς ωφέλιμου φορτίου στις υποτροχιακές διαστημικές αποστολές. Μέχρι το 2012, το

πρόγραμμα είχε ένα συμβόλαιο για 10 υποτροχιακές πτήσεις με την XCOR Aerospace και αναμένεται να αποκτήσει επιπλέον πτήσεις από την XCOR και άλλους παρόχους υποτροχιακών διαστημικών πτήσεων στο μέλλον.[33]

Η Armadillo Aerospace αναπτύσσει ένα διθέσιο πύραυλο κάθετης απογείωσης και προσγείωσης που ονομάζεται Hyperion, ο οποίος θα διατεθεί στην αγορά από την Space Adventures. Το όχημα θα χρησιμοποιήσει ένα αλεξίπτωτο για την κάθοδο, αλλά θα χρησιμοποιήσει κατά πάσα πιθανότητα ειδικούς πυραύλους για την τελική προσγείωση.[33]

6.4 Ερευνητικά Προγράμματα και Εξέλιξη

6.4.1 Εξελιγμένο Πρόγραμμα Διαστημικών Μεταφορών

Το Εξελιγμένο Πρόγραμμα Διαστημικών Μεταφορών (Advanced Space Transportation Program -ASTP) είναι ένα πρόγραμμα της NASA που αναπτύσσει μελλοντικά συστήματα μεταφοράς στο διάστημα. Το έργο του ASTP ή ο σκοπός, είναι να προωθήσει σκόπιμα τις σημερινές τεχνολογίες, την καινοτομία και τις νέες τεχνολογίες, μέσα από έντονες ερευνητικές προσπάθειες για την ευκολότερη πρόσβαση στο εξώτερο διαστημικό περιβάλλον σε μερικές δεκαετίες από τώρα. Αυτές οι έντονες προσπάθειες έχουν σκοπό να επιταχύνουν επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα. Η ευκολότερη πρόσβαση στο διάστημα περιλαμβάνει σχεδιασμό συστημάτων διαστημικών μεταφορών σε προσιτές τιμές, με την ασφάλεια και αξιοπιστία που έχουν τα σημερινά συστήματα των αεροπορικών εταιρειών. Περιλαμβάνει επίσης τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος στα όρια Γης και διαστήματος στο οποίο θα μπορούν απλοί άνθρωποι να ζουν και να εργάζονται. [33]

Ως βασικό τεχνολογικό πρόγραμμα της NASA για όλες τις διαστημικές μεταφορές, το ASTP στο Κέντρο Διαστημικών Πτήσεων Marshall προωθεί τις τεχνολογίες που αυξάνουν σημαντικά την ασφάλεια και την αξιοπιστία των διαστημικών μεταφορών, καθώς και τη μείωση του κόστους. Προς το παρόν, κοστίζει 10.000 δολάρια ανά κιλό ωφέλιμου φορτίου στην τροχιά της Γης. Στόχος της NASA είναι να μειωθεί το κόστος μετάβασης στο διάστημα σε εκατοντάδες δολάρια ανά κιλό μέσα σε 25 χρόνια και δεκάδες δολάρια ανά κιλό μέσα σε 40 χρόνια. Το υψηλό κόστος των διαστημικών μεταφορών σε συνδυασμό με την αναξιπιστία, αποθαρρύνει την πρόσβαση στο διάστημα στα πλαίσια της καθημερινότητας. Όταν οι διαστημικές μεταφορές γίνουν ασφαλείς και οικονομικά προσιτές για τους απλούς ανθρώπους, τότε πολλές δυνατότητες και ευκαιρίες μπορούν να οραματιστούν. Το όραμα αυτό καθοδηγείται από δυνατότητες, ζωής και εργασίας στο διάστημα, εξερευνώντας νέους

κόσμους, και διακοπές μακριά από τη Γη. Σε παρόμοιο πλαίσιο οι ευκαιρίες για τις επιχειρήσεις και τη διασκέδαση προστίθενται επιπλέον.[33]

Νέα γενιά οχημάτων εκτόξευσης : Κύρια έμφαση του προγράμματος δίνεται στις τεχνολογίες για τα επαναχρησιμοποιήσιμα οχήματα εκτόξευσης τρίτης γενιάς (RLVs) σε επιχειρησιακό πλαίσιο κατά την περίοδο του έτους 2025, μειώνοντας το κόστος σε 100 δολάρια ανά κιλό έως το 2025 και αναπτύσσοντας συστήματα μεταφοράς στο διάστημα που να είναι ασφαλέστερα κατά 10.000 φορές σε σύγκριση με τα σημερινά οχήματα εκτόξευσης. Ως επόμενο βήμα της NASA είναι τα οχήματα X-33, X-34 με προηγμένες τεχνολογίες που θα φέρουν τις διαστημικές μεταφορές πιο κοντά σε στυλ αεροπορικών εταιρειών με οριζόντιες απογειώσεις και προσγειώσεις, γρήγορες διαδικασίες και μικρά επίγεια κέντρα ελέγχου. [33]

Τα οχήματα εκτόξευσης τρίτης γενιάς - πέρα από το Διαστημικό Λεωφορείο και τα "X" αεροπλάνα - βασίζονται σε διάφορες τεχνολογίες αιχμής, όπως τα προηγμένα προωθητικά που δίνουν περισσότερη ενέργεια με μικρότερες δεξαμενές και αυτό οδηγεί σε μικρότερα οχήματα εκτόξευσης. Τα προηγμένα συστήματα θερμικής προστασίας θα είναι επίσης απαραίτητα για τα μελλοντικά οχήματα εκτόξευσης επειδή θα πετούν πιο γρήγορα μέσα από την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται υψηλότερες θερμοκρασίες από ό, τι στα σημερινά οχήματα.[33]

Μια άλλη αναδυόμενη τεχνολογία - τα ευφυή συστήματα διαχείρισης της κατάστασης των οχημάτων - θα μπορούσε να επιτρέψει στο όχημα εκτόξευσης για να καθορίσει την κατάστασή του χωρίς ανθρώπινο έλεγχο. Ενσωματωμένοι αισθητήρες στο όχημα θα μπορούσαν να στείλουν σήματα για να προσδιορίσουν τυχόν ζημιά που θα παρουσιαστεί κατά τη διάρκεια της πτήσης. Μετά την προσγείωση, ο ενσωματωμένος υπολογιστής του οχήματος θα μπορούσε να μεταφέρει τα δεδομένα της κατάστασης του οχήματος σε έναν φορητό υπολογιστή ενός ελεγκτή εδάφους, προτείνοντας συγκεκριμένα σημεία συντήρησης ή την τοποθεσία εκτόξευσης που είναι διαθέσιμη για την επόμενη εκτόξευση.[33]

Πρόωση οξυγόνου : Το ASTP αναπτύσει τεχνολογίες για κινητήρες πυραύλων που χρησιμοποιούν τον αέρα και το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και θα μπορούσαν να κάνουν τις μελλοντικές διαστημικές μεταφορές σαν τα αεροπορικά ταξίδια σήμερα. Στα τέλη του 1996, στο Κέντρο Μάρσαλ άρχισαν να δοκιμάζουν αυτούς τους ριζοσπαστικούς κινητήρες πυραύλων. Με κινητήρες που «αναπνέουν» οξυγόνο από τον αέρα, το διαστημικό σκάφος θα είναι πλήρως επαναχρησιμοποιήσιμο, θα απογειώνεται και θα προσγειώνεται σε διαδρόμους αεροδρομίων και θα είναι έτοιμο να πετάξει και πάλι μέσα σε λίγες μέρες.[33]

Ένας τέτοιος κινητήρας παίρνει την αρχική ισχύ απογείωσής του από ειδικά σχεδιασμένες ρουκέτες με επιδόσεις ώσης περίπου 15 τοις εκατό παραπάνω σε σχέση με τα συμβατικά βλήματα. Όταν η ταχύτητα του οχήματος φθάσει δύο φορές την ταχύτητα του ήχου, οι ρουκέτες απενεργοποιούνται και ο κινητήρας βασίζεται εξ ολοκλήρου στο οξυγόνο της

ατμόσφαιρας και στην καύση του καυσίμου. Όταν η ταχύτητα του οχήματος αυξάνεται περίπου 10 φορές την ταχύτητα του ήχου, ο κινητήρας μετατρέπεται σε έναν συμβατικό πυραυλικό σύστημα για την οδήγηση του οχήματος σε τροχιά. Η δοκιμή του κινητήρα συνεχίζεται στο Γενικό Εργαστήριο Εφαρμοσμένων Επιστημών που έχει εγκαταστάσεις στο Long Island, της Νέας Υόρκης.[33]

Άλλες βελτιώσεις : Παράλληλα με το παραπάνω σύστημα πρόωσης, υπάρχει επίσης η μαγνητική αιώρηση, οι ολοκληρωμένες δομές αεροσκαφών που μεταμορφώνονται κατά την πτήση και τα ευφυή συστήματα διαχείρισης της κατάστασης των οχημάτων, τεχνολογίες που εξετάζονται για το ένα RLV τρίτης γενιάς. Το ASTP εξετάζει επίσης τις τεχνολογίες για την τέταρτη γενιά επαναχρησιμοποιήσιμων οχημάτων εκτόξευσης που θα μπορούσαν να τεθούν σε λειτουργία το 2040. Ο στόχος είναι να καταστούν ασφαλέστερα τα διαστημικά ταξίδια κατά ένα συντελεστή 20,000 και πιο προσιτά κατά έναν παράγοντα 1000, σε σύγκριση με τα σημερινά συστήματα. Ταξίδια ρουτίνας στο διάστημα για απλούς επιβάτες οραματίζονται για αυτήν την τέταρτη γενιά RLV. [33]

Πρόσβαση στο εξώτερο διάστημα : Καθώς η πρόσβαση στο διάστημα βελτιώνεται και γίνεται καθημερινότητα, αυτό θα επιτρέψει να ανοίξουν νέες αγορές. Αυτό περιλαμβάνει διαστημικό τουρισμό περιπέτειας και ταξιδιών, μαζί με διαστημικά επιχειρηματικά πάρκα. Άλλα οφέλη για το εμπόριο και τον παγκόσμιο πληθυσμό περιλαμβάνουν την ηλιακή ηλεκτρική ενέργεια από το διάστημα στη Γη, νοσοκομεία στο διάστημα για τη θεραπεία του χρόνιου πόνου και αναπηριών, ορυχεία αστεροειδών για μέταλλα υψηλής αξίας, καθώς και σε παγκόσμιο επίπεδο, άμεση μεταφορά δεμάτων εντός δύο ωρών. [33]

Πέρα από την τροχιά της Γης : Το ASTP αναπτύσσει τεχνολογίες για τη μείωση των χρόνων ταξιδιού και του βάρους των συστημάτων πρόωσης που απαιτούνται για πλανητικές αποστολές - συμπεριλαμβανομένων των πιο ριψοκίνδυνων αποστολών στην άκρη του ηλιακού συστήματος και πέρα από μας. Μερικές από τις τεχνολογίες υπό ανάπτυξη για την επίτευξη των στόχων αυτών όπως τα ηλεκτροδυναμικά σχοινιά, τα ηλιακά ιστία και η υψηλής ισχύος ηλεκτρική πρόωση (ion thruster) είναι μόνο μερικές από τις τεχνολογίες που αναπτύσσονται για την επίτευξη των στόχων. Το ASTP διεξάγει βασική έρευνα στην αιχμή της σύγχρονης επιστήμης και της τεχνολογίας, συμπεριλαμβανομένης της σχάσης, της σύντηξης και της πρόωσης αντιύλης καθώς και καινοτόμες θεωρίες φυσικής που θα μπορέσουν να δώσουν ώθηση εναντίον του χρόνου για πιο γρήγορα από το φως διαστημικά ταξίδια. [33]

6.4.2 Πρόγραμμα Ανάπτυξης Τεχνολογιών Εξερεύνησης

Το Πρόγραμμα Ανάπτυξης Τεχνολογιών Εξερεύνησης (Exploration Technology Development Program - ETDP) αναπτύσσει τεχνολογίες μεγάλης εμβέλειας για να ενεργοποιήσει την ανθρώπινη εξερεύνηση πέρα από την τροχιά της Γης. Το ETDP ενσωματώνει επίσης και τις δοκιμές προηγμένων συστημάτων εξερεύνησης για να μειωθούν οι κίνδυνοι και να βελτιωθεί η οικονομική προσιτότητα των μελλοντικών αποστολών. Τα πρότζεκτ στο Πρόγραμμα Ανάπτυξης Τεχνολογιών Εξερεύνησης έχουν σχεδιαστεί για την ικανοποίηση των υψηλής προτεραιότητας τεχνολογικών αναγκών για επανδρωμένες διαστημικές αποστολές και διαχειρίζονται στα κέντρα της NASA.[74]

Εξελιγμένη Διαστημική Πρόωση: Το πρόγραμμα αυτό αναπτύσσει τις έννοιες, τις τεχνολογίες και τις μεθόδους δοκιμών για υψηλής ισχύος ηλεκτρική πρόωση και την πυρηνικά θερμικά συστήματα πρόωσης για την ενεργοποίηση χαμηλού κόστους και ταχείας μεταφοράς φορτίου και πληρωμάτων πέρα από τη χαμηλή γήινη τροχιά.[74]

Αυτόνομα Συστήματα: Το πρόγραμμα αυτό αναπτύσσει και παρουσιάζει ολοκληρωμένα αυτόνομα συστήματα ικανά να διαχειρίζονται πολύπλοκες εργασίες στο διάστημα για να μειωθεί ο φόρτος εργασίας του πληρώματος και η εξάρτηση από την υποστήριξη από τη Γη. Οι τεχνολογίες αφορούν διαδικασίες σε ακραία περιβάλλοντα, αποδοτικά συστήματα και τις λειτουργίες εδάφους και ηλεκτρονικά συστήματα διαστημόπλοιου και οικονομικά αποδοτική ανάπτυξη λογισμικού.[74]

Κρυογενική Αποθήκευση Πρόωσης και Μεταφορά: Το πρόγραμμα αυτό αναπτύσσει τεχνολογίες για να επιτρέψει την αποθήκευση μακράς διάρκειας και διαστημικής μεταφοράς κρυογονικών προωθητικών. Η τεχνολογική ανάπτυξη περιλαμβάνει ενεργή ψύξη των δεξαμενών προωθητικού, προηγμένη θερμομόνωση, μέτρηση της μάζας προωθητικού, συσκευές λήψης υγρών, και αυτοματοποιημένους συνδέσμους υγρών προωθητικών για τη μεταφορά μεταξύ των οχημάτων.[74]

Τεχνολογία Εισόδου, Καθόδου και Προσεδάφησης: Το πρόγραμμα αυτό αναπτύσσει προηγμένα υλικά συστήματος θερμικής προστασίας, εργαλεία μοντελοποίησης αεροθερμοδυναμικής και την ανάλυση για τα συστήματα αεροπέδησης και ατμοσφαιρικής εισόδου για την προσγείωση μεγάλων ωφέλιμων φορτίων με ασφάλεια και ακρίβεια για τις εξωγήινες επιφάνειες και την επιστροφή στη Γη.[74]

Τεχνολογία Εξοχηματικής Δραστηριότητας: Το πρόγραμμα αυτό αναπτύσσει τεχνολογίες εξαρτημάτων για τις προηγμένες διαστημικές στολές για να μπορέσουν οι άνθρωποι να διεξάγουν την εξερεύνηση της επιφάνειας και διαστημικές διεργασίες έξω από τα οχήματα. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας περιλαμβάνει φορητά συστήματα υποστήριξης της ζωής, θερμικό έλεγχο, συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, επικοινωνιών, ηλεκτρονικά συστήματα, συστήματα πληροφοριών και τα υλικά της διαστημικής στολής.[74]

Διαστημικά Ενεργειακά Συστήματα Υψηλής Απόδοσης: Το πρόγραμμα αυτό αναπτύσσει τεχνολογίες για την παροχή χαμηλού κόστους και άφθονης ισχύς για τις αποστολές στο εξώτερο διάστημα, συμπεριλαμβανομένων των προηγμένων συσσωρευτών και κυττάρων καυσίμου για την αποθήκευση της ενέργειας, της διαχείρισης και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, ηλιακής ενέργειας και πυρηνικών ενεργειακών συστημάτων. Μια σημαντική εστίαση θα είναι στην επίδειξη των τεχνολογιών διπλής χρήσης για καθαρές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με επίγειες εφαρμογές.[74]

Ρομποτικά Συστήματα: Το πρόγραμμα αυτό αναπτύσσει προηγμένη ρομποτική τεχνολογία για την αύξηση της ανθρώπινης παραγωγικότητας και τη μείωση του κινδύνου της αποστολής μέσω της βελτίωσης της αποτελεσματικότητας των ομάδων ανθρώπων-ρομπότ. Οι βασικές τεχνολογίες περιλαμβάνουν τηλεχειρισμό, αλληλεπίδραση ανθρώπου-ρομπότ, ρομποτική βοήθεια και συστήματα επιφανειακής κινητικότητας για περιβάλλοντα χαμηλής βαρύτητας. Μια αρχική επίδειξη θα αφορά ομάδες ανθρώπων που αλληλεπιδρούν με πολλαπλά ρομποτικά συστήματα. Σε μετέπειτα στάδιο θα αφορά δραστηριότητες που επιτρέπουν διαδικασίες σε απομακρυσμένα, εχθρικά περιβάλλοντα με περιορισμένη υποστήριξη από τη Γη.[74]

In-Situ Αξιοποίηση Πόρων: Το έργο αυτό θα επιτρέψει τη βιώσιμη ανθρώπινη εξερεύνηση με τη χρήση τοπικών πόρων. Οι ερευνητικές δραστηριότητες αποσκοπούν στη χρήση σεληνιακών, αστεροειδών και υλικών του Άρη για την παραγωγή οξυγόνου και την εξαγωγή του νερού από τις δεξαμενές πάγου. Ένα πείραμα πτήσης για να αποδείξει την σεληνιακή αναζήτηση πόρων, το χαρακτηρισμό και την εξόρυξη θα ληφθεί υπόψη για τη δοκιμή σε μια μελλοντική ρομποτική εξερεύνηση αποστολή. Θα διερευνηθούν επίσης οι τρόποι για την παραγωγή καυσίμου, οξυγόνου και νερού από την ατμόσφαιρα του Άρη και κάτω από την επιφάνεια του πάγου.[74]

Υποστήριξη Ζωής και Συστήματα Κατοίκησης: Αυτό το πρόγραμμα αναπτύσσει τεχνολογίες για υψηλής αξιοπιστίας, κλειστά συστήματα υποστήριξης της ζωής, τεχνολογία προστασίας από την ακτινοβολία, περιβαλλοντικές τεχνολογίες παρακολούθησης και ελέγχου, καθώς και τεχνολογίες για πυρασφάλεια, η οποία επιτρέπει στους ανθρώπους να ζουν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε διαστημικά περιβάλλοντα.[74]

Υλικά και Δομές: Το πρόγραμμα αυτό αναπτύσσει προηγμένα υλικά και δομές για να ελαφρύτερα συστήματα και για τη μείωση του κόστους αποστολής. Οι δραστηριότητες τεχνολογικής ανάπτυξης επικεντρώνονται στις διαρθρωτικές έννοιες και διαδικασίες παραγωγής για μεγάλες σύνθετες δομές και κρυογενικές δεξαμενές πρόωσης για οχήματα εκτόξευσης βαρέων φορτίων, και υλικά και υφάσματα για τις δομές των οικοτόπων.[74]

6.4.3 Προηγμένα Συστήματα Εξερεύνησης

Τα προηγμένα συστήματα εξερεύνησης ενσωματώνουν τις νέες τεχνολογίες για μελλοντικές δυνατότητες εξερεύνησης του διαστήματος. Τα πρωτότυπα συστήματα επιδεικνύονται σε δοκιμές εδάφους και πειράματα πτήσης.

Όχημα Διαστημικής Εξερεύνησης Πολλαπλών Αποστολών: Το έργο αυτό αναπτύσσει ένα πρωτότυπο όχημα μεταφοράς πληρώματος για να επιτρέψει την εξερεύνηση αστεροειδών κοντά στη Γη και πλανητικές επιφάνειες. Η έκδοση του οχήματος για εξερεύνηση επιφανειών έχει την καμπίνα τοποθετημένη σε ένα πλαίσιο, με τροχούς που μπορούν να περιστραφούν 360 μοίρες και κινείται με περίπου 10 χιλιόμετρα ανά ώρα σε κάθε κατεύθυνση. Είναι περίπου στο μέγεθος ενός φορτηγού (με 12 ρόδες) και μπορεί να φιλοξενήσει δύο αστροναύτες για 14 ημέρες με ύπνο και εγκαταστάσεις υγιεινής. Ομοίως, η έκδοση του οχήματος στο διάστημα θα έχει την ίδια πίεση καμπίνας σε μια ιπτάμενη πλατφόρμα και θα επιτρέψει σε δύο αστροναύτες να παραμείνουν στο διάστημα για 14 ημέρες.[75]



Εικόνα 6.11 Το Όχημα Διαστημικής Εξερεύνησης κατά τη διάρκεια δοκιμών στην Αριζόνα το 2008 πάνω σε λάβα [75]

Κατοίκηση στο Βαθύ Διάστημα: Το έργο αυτό αναπτύσσει ιδέες και πρωτότυπα υποσυστήματα για ένα βιότοπο που θα επιτρέψει στο πλήρωμα να ζει και να εργάζεται με ασφάλεια στο βαθύ διάστημα. Το πρόγραμμα θα επιτρέψει την ανθρώπινη εξερεύνηση σε πολλαπλούς προορισμούς. Είναι ένα μοναδικό έργο από μια ομάδα πολλαπλών κέντρων της NASA με αρχιτέκτονες, επιστήμονες και μηχανικούς, που εργάζονται από κοινού για

την ανάπτυξη βιώσιμων κατοικήσιμων χώρων, χώρων εργασίας και εργαστήρια για τις διαστημικές αποστολές της επόμενης γενιάς. Η γνώση που αποκτήθηκε από πρότζεκτ σε χαμηλή γήινη τροχιά, όπως ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός, χρησιμοποιείται σε αυτό το έργο και αυξάνεται για την επέκταση της ανθρώπινης παρουσίας στην πιο τρομερά περιβάλλοντα, όπως έναν αστεροειδή, τα σημεία Lagrange, το φεγγάρι ή τον Άρη.[76]



Εικόνα 6.12 Επίδειξη σύνδεσης ενός πρωτότυπου κατοικήσιμου οχήματος με ένα όχημα εξερεύνησης[76]

Αυτόνομα Συστήματα Προσγείωσης Ακριβείας: Το έργο αυτό αναπτύσσει οπτικούς αισθητήρες και αλγόριθμους πλοήγησης και ελέγχου για να ενεργοποιήσει τη δυνατότητα για αυτόνομη προσγείωση ακριβείας στη Σελήνη ή τον Άρη. Το αυτόνομο σύστημα προσγείωσης ακριβείας θα εξεταστεί σε δοκιμές πτήσης ενός μικρού σκάφους. Η NASA αναπτύσσει τεχνολογίες που θα επιτρέψουν σεληνιακά οχήματα να εντοπίζουν αυτόματα και πλοηγούνται στην τοποθεσία ενός ασφαλούς χώρου προσγείωσης ενώ ανιχνεύουν τους κινδύνους προσγείωσης κατά τη διάρκεια της τελικής καθόδου στην επιφάνεια. Αυτό είναι σημαντικό επειδή το μέλλον σεληνιακές αποστολές θα πρέπει να έχουν αυτή τη δυνατότητα και να είναι σε θέση να προσγειωθούν με ασφάλεια κοντά σε συγκεκριμένους πόρους που βρίσκονται σε δυνητικά επικίνδυνο έδαφος. Δύο κρίσιμες τεχνολογίες αισθητήρων που αναπτύσσονται από το Κέντρο Ερευνών Langley της NASA θα επιτρέψουν αυτή τη δυνατότητα. Ο ένας είναι μια τρισδιάστατη ενεργή συσκευή απεικόνισης για τη μέτρηση της τοπογραφίας της περιοχής προσγείωσης και ο δεύτερος είναι μια συσκευή μέτρησης της ταχύτητας για να βοηθήσει την ακριβή προσγείωση στην επιλεγμένη περιοχή. [77]

Analogs: Το έργο αυτό παρουσιάζει πρωτότυπα συστήματα και λειτουργικές έννοιες για την εξερεύνηση των αστεροειδών κοντά στη Γη και τον Άρη σε προσομοιώσεις, δοκιμές στο πεδίο της ερήμου, υποβρύχια περιβάλλοντα και πειράματα πτήσης στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό. Η NASA σχεδιάζει ενεργά να επεκτείνει τις επανδρωμένες διαστημικές πτήσεις και τη ρομποτική εξερεύνηση πέρα από την χαμηλή γήινη τροχιά. Για να ανταποκριθεί σε αυτή την πρόκληση, είναι απαραίτητη η δυνατότητα μεταφοράς εξερευνητών σε πολλούς προορισμούς που ο καθένας έχει το δικό του μοναδικό περιβάλλοντα χώρο. Μελλοντικοί προορισμοί μπορεί να περιλαμβάνουν το φεγγάρι, αστεροειδείς κοντά στη Γη, καθώς και τον Άρη και τους δορυφόρους του.[78]

Η NASA ετοιμάζεται να εξερευνήσει αυτούς τους προορισμούς διεξάγοντας πρώτα αναλογικές αποστολές εδώ στη Γη. Οι αναλογικές αποστολές είναι απομακρυσμένες δοκιμές πεδίου σε περιοχές, οι οποίες προσδιορίζονται με βάση τις φυσικές ομοιότητες τους με τα ακραία διαστημικά περιβάλλοντα μιας αποστολής στόχου. Μηχανικοί και επιστήμονες της NASA συνεργάζονται με εκπροσώπους από άλλες κυβερνητικές υπηρεσίες, πανεπιστήμια και τη βιομηχανία ώστε να συγκεντρωθούν οι προϋποθέσεις και να αναπτύξουν τις απαραίτητες τεχνολογίες για να εξασφαλιστεί ένα αποδοτικό, αποτελεσματικό και βιώσιμο μέλλον για την ανθρώπινη εξερεύνηση του διαστήματος.[78]

Οι ομάδες εξετάζουν ρομποτικό εξοπλισμό, οχήματα, οικότοπους, επικοινωνίες, καθώς και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και την αποθήκευσή της. Αξιολογούν την κινητικότητα, τις υποδομές και την αποτελεσματικότητα στα αντίξοα περιβάλλοντα. Επίσης παρέχουν τη NASA με δεδομένα σχετικά με τα πλεονεκτήματα, τους περιορισμούς και την εγκυρότητα των προγραμματισμένων εργασιών εξερεύνησης του ανθρώπου-ρομπότ, και βοηθούν να καθορίσει τρόπους ώστε να συνδυάσει ανθρώπινη και ρομποτική προσπάθεια για την ενίσχυση της επιστημονικής έρευνας. Κέντρα δοκιμών περιλαμβάνουν την Ανταρκτική, τους ωκεανούς, τις ερήμους και ηφαιστειακά περιβάλλοντα.[78]

Συμπεράσματα – Μελλοντική Έρευνα

Η χρήση των διαστημικών υπηρεσιών παγκόσμιας κοινής ωφέλειας έχει αυξηθεί σημαντικά κατά την τελευταία δεκαετία. Εκατομμύρια άτομα βασίζονται σε διαστημικές εφαρμογές σε καθημερινή βάση για λειτουργίες όπως η πρόγνωση του καιρού, η πλοήγηση, οι επικοινωνίες και λειτουργίες αναζήτησης και διάσωσης.

Η τεχνολογία, η οποία έχει σχεδιαστεί για να βελτιώσει την πλοήγηση των διαστημοπλοίων σε μακρινούς προορισμούς, καθιστά δυνατή τη συλλογή περισσότερων δεδομένων με μεγαλύτερη ακρίβεια. Για παράδειγμα, οι μετεωρολογικοί δορυφόροι αναπτύχθηκαν αρχικά από στρατιωτικούς φορείς και έχουν εξελιχθεί σε διαστημικές εφαρμογές, που είναι απαραίτητες για τους αστικούς και εμπορικούς τομείς. Χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη του καιρού, της επιτήρησης των συνόρων και των παράκτιων υδάτων, της παρακολούθησης των καλλιεργειών, της αλιείας, και των δασών και της παρακολούθησης των φυσικών καταστροφών όπως οι τυφώνες, ξηρασίες, πλημμύρες, εκρήξεις ηφαιστειών, σεισμούς, τσουνάμι, και χιονοστιβάδες.

Οι κυβερνήσεις διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στις εμπορικές διαστημικές δραστηριότητες με την υποστήριξη της έρευνας και της ανάπτυξης, την επιδότηση ορισμένων διαστημικών βιομηχανιών, και την υιοθέτηση πολιτικών και κανονισμών. Το Διάστημα, αποτελεί στη σημερινή εποχή, ουσιώδη παράγοντα ισχύος, ενώ οι πρόσφατες πολεμικές συγκρούσεις αλλά και οι επιχειρήσεις διαχείρισης κρίσεων έδειξαν ότι οι δορυφόροι είναι πλέον η καρδιά όλων των αμυντικών συστημάτων και γενικότερα εκείνων που συνδέονται με την ασφάλεια, παρέχοντας τις απαραίτητες τηλεπικοινωνίες, αναγνώριση, πλοήγηση, τηλεκατεύθυνση οπλικών συστημάτων, ακρόαση εχθρικών επικοινωνιών καθώς και μετεωρολογικές υπηρεσίες.

Οι διαστημικές εφαρμογές, δίνουν τη δυνατότητα επαλήθευσης συνθηκών, ελέγχου διακίνησης ή εγκατάστασης όπλων μαζικής καταστροφής, μετακίνησης προσφύγων, μόλυνσης φυσικών πόρων, κ.ο.κ. Γι' αυτό απαιτείται παγκόσμια συνεργασία για την προστασία αυτών των διαστημικών υποδομών που παίζουν σημαντικό ρόλο στην οικονομία αλλά κινδυνεύουν από εχθρικά φαινόμενα στο Διάστημα.

Σχετικά με Μελλοντικές Αποστολές, στη νέα εποχή εξερευνήσεων, έχουν ξεκινήσει να σχεδιάζουν και να κατασκευάζουν οχήματα διαστημικών ταξιδιών, με γνώμονα τον άνθρωπο και την καλύτερη ευρύτερου περιβάλλοντός του. Το επόμενο κύμα της ανθρώπινης εξερεύνησης θα μεταφέρει τους εξερευνητές μακρύτερα στο ηλιακό μας σύστημα, αναπτύσσοντας νέες τεχνολογίες, εμπνέοντας τις μελλοντικές γενιές και διευρύνοντας τις γνώσεις μας για τη θέση μας στο σύμπαν.

Ελπίζουμε ότι κάποτε η εξερεύνηση του διαστήματος και τα συστήματα μεταφορών στο διάστημα θα οδηγηθούν σε τέτοια πρόοδο, ούτως ώστε τα διαστημικά ερευνητικά προγράμματα να αυτο-υποστηρίζονται χωρίς να χρειάζεται πια οικονομική υποστήριξη από τα δημόσια προγράμματα των χωρών της Γης. Η εξαγωγή υλικών και ορυκτών από τη Σελήνη και τους αστεροειδείς, η χρησιμοποίηση ακόμα πιο αποτελεσματικά από ό,τι σήμερα της ηλιακής ενέργειας, η αποτελεσματική χρήση αντιύλης σαν προωθητικής ενέργειας, είναι μόνο μερικές από τις ιδέες που υπάρχουν στο τραπέζι. Το επόμενο βήμα θα είναι η δημιουργία διαστημικών βιομηχανιών που θα μπορούν να υποστηρίξουν και τις ανάγκες της ζωής στη Γη, ούτως ώστε το διάστημα να μετατραπεί από «έξοδο» σε «έσοδο» για τον γήινο πληθυσμό. Για να φτάσουμε σε αυτό το σημείο πολλά πρέπει ακόμα να αλλάξουν. Αλλά το κυριότερο είναι ότι πρέπει να γίνει κοινή γνώση στο ανθρώπινο είδος η μοναδική αξία του διαστήματος. Η χωρίς περιορισμούς συνεχής και ουσιαστική παρουσία του ανθρώπου στο διάστημα, δίνει τη δυνατότητα να δοκιμαστούν νέες τεχνολογίες και να κατανοηθούν πολλά φαινόμενα που σχετίζονται με την ανθρώπινη ζωή. Τα συστήματα μεταφορών στο διάστημα είναι ένα παράθυρο στο Σύμπαν, που για πρώτη φορά, ανοίγεται.

Βιβλιογραφία

- [1] Claude LaFleur's Spacecraft Encyclopedia
- [2] Trends in Space Transportation Systems in Various Countries - Changes Arising from Retirement of the Space Shuttle, 2005, Teruhisa Tsujino
- [3] Technology for Small Spacecraft, Panel on Small Spacecraft Technology Committee on Advanced Space Technology, Aeronautics and Space Engineering Board, Commission on Engineering and Technical Systems, National Research Council, 1994
- [4] P. Sforza, Theory of Aerospace Propulsion, 1st Edition, Butterworth-Heinemann, London 2011
- [5] T. A. Ward, Aerospace propulsion Systems, 1st Edition, John Wiley & Sons Inc., New York 2010
- [6] Κινητήρες πυραύλων και προωθητικά πυραυλικών συστημάτων, Κωνσταντίνος Γ. Κολοβός, Ελληνικό Κέντρο Ελέγχου Όπλων. «ΑΘΗΝΑ», 2014
- [7] Τρ. Παπαευαγγέλου, Καύσιμα-Λιπαντικά, 3η Έκδοση, Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα 1995
- [8] T. Edwards, Liquid Fuels and Propellants for Aerospace Propulsion: 1903-2003, Journal of Propulsion and Power 19 (6) (2003) 1089-1107
- [9] D. Cecere, E. Giacomazzi, A. Ingenito, A review on hydrogen industrial aerospace applications, International Journal of Hydrogen Energy 39 (2014)
- [10] Γ. Καραγκιόζογλου, Βλητική, 2η Έκδοση, Εκδόσεις Ζαμπάρα, Αθήνα 1989
- [11] G. P. Sutton, O. Biblarz, Rocket Propulsion Elements, 8th Edition, John Wiley & Sons Inc., New York 2010
- [12] AEROSPACE AND SPACE MATERIALS, M. Peters, C. Leyens, Institute of Materials Research, DLR, German Aerospace Center, Cologne, Germany
- [13] National Space Policy of the United States of America, 2010
- [14] Basic Plan on Space Policy, Strategic Headquarters for Space Policy, Government of Japan, 2013
- [15] Strategic Technology Directions, NASA, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, 2009
- [16] Law of the Russian Federation "About Space Activity", Decree No. 5663-1 of the Russian House of Soviets
- [17] Space Security Index 2014, Featuring a global assesment of space security, James Clay Moltz, spacesecurityindex.org
- [18] Άρθρο «Διάστημα και Ευρωπαϊκή Ασφάλεια», Δρ. Ιωάννης Παρίσης, Άμυνα και Διπλωματία, Ιούνιος 2014

- [19] «Space and Security - Διάστημα και Ασφάλεια» - Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, Ιούνιος 2014
- [20] «Εφαρμογές Ευρωπαϊκού Δορυφορικού Συστήματος Πλοήγησης Galileo», Αικατερίνη Δ. Κοτσιφάκη, Μάρτιος 2008
- [21] IXV factsheet, European Space Agency, 2015
- [22] Δικτυακός τόπος Japan Aerospace Exploration Agency
<http://global.jaxa.jp/projects/rockets/>
- [23] Δικτυακός τόπος NASA
<http://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/index.html>
- [24] Δικτυακός τόπος <http://www.orionas.gr/>
- [25] Δικτυακός τόπος <http://www.globalsecurity.org/space/world/europe/launch.htm>
- [26] Δικτυακός τόπος ArianeSpace για τους Ariane 1-3
<http://www.arianespace.com/launch-services-ariane-heritage/ariane-1-3.asp>
- [27] Δικτυακός τόπος ArianeSpace για τον Ariane 4
<http://www.arianespace.com/launch-services-ariane-heritage/Ariane-4.asp>
- [28] Δικτυακός τόπος ArianeSpace για τον Ariane 5
<http://www.arianespace.com/launch-services-ariane5/ariane-5-intro.asp>
- [29] Δικτυακός τόπος ESA για τον Ariane 6
http://www.esa.int/Our_Activities/Launchers/Launch_vehicles/Ariane_6
- [30] Δικτυακός τόπος ESA
http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEMAPY4PVFG_0.html
- [31] Δικτυακός τόπος <http://www.spacetravels.gr/>
- [32] Δικτυακός τόπος Arianespace για τον Vega
http://www.arianespace.com/launch-services-vega/vega_overview.asp
- [33] Δικτυακός τόπος Wikipedia <https://el.wikipedia.org>
- [34] Δικτυακός τόπος ESA για το ATV http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/ATV/Mission_concept_and_the_role_of_ATV
- [35] Δικτυακός τόπος NASA για το Space Shuttle
http://science.ksc.nasa.gov/shuttle/technology/sts-newsref/sts_overview.html
- [36] Δικτυακός τόπος NASA <http://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/index.html>
- [37] Δικτυακός τόπος OrbiteWiki
[http://www.orbiterwiki.org/wiki/Space_Transportation_System_\(STS\)](http://www.orbiterwiki.org/wiki/Space_Transportation_System_(STS))
- [38] Δικτυακός τόπος NASA για τις αποστολές Apollo
http://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/index.html
- [39] Δικτυακός τόπος NASA για τον Skylab
<https://www.nasa.gov/centers/marshall/history/skylab.html>

- [40] Δικτυακός τόπος NASA για το Juno
http://www.nasa.gov/mission_pages/juno/spacecraft/index.html
- [41] Δικτυακός τόπος United Launch Alliance για το Delta II
http://www.ulalaunch.com/Products_DeltaII.aspx
- [42] Δικτυακός τόπος United Launch Alliance για το Atlas V
http://www.ulalaunch.com/Products_AtlasV.aspx
- [43] Δικτυακός τόπος NASA για το Voyager
<http://voyager.jpl.nasa.gov/mission/index.html>
- [44] Δικτυακός τόπος NASA για το Curiosity
https://www.nasa.gov/mission_pages/msl/overview/index.html
- [45] Δικτυακός τόπος JAXA http://global.jaxa.jp/projects/past_project/index.html
- [46] Δικτυακός τόπος NASA για το Soyuz http://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/soyuz/spacecraft_detail.html
- [47] Δικτυακός τόπος SpaceLaunchReport
<http://www.spacelaunchreport.com/proton.html>
- [48] Δικτυακός τόπος NASA για τον Sputnik <http://history.nasa.gov/sputnik/>
- [49] Δικτυακός τόπος RussianSpaceWeb για το πρόγραμμα Buran
<http://www.russianspaceweb.com/buran.html>
- [50] Δικτυακός τόπος NASA για τον Mir <http://history.nasa.gov/SP-4225/mir/mir.htm>
- [51] Δικτυακός τόπος Russian Federal Space Agency
<http://en.federalspace.ru/174/>
- [52] Δικτυακός τόπος CNSA <http://www.cnsa.gov.cn/n615709/cindex.html>
- [53] Δικτυακός τόπος CNSA
<http://www.cnsa.gov.cn/n615709/n620681/n771918/index.html>
- [54] Δικτυακός τόπος ISRO <http://www.isro.gov.in/spacecraft>
- [55] Δικτυακός τόπος της Boeing
<http://www.boeing.com/space/international-space-station/index.page>
- [56] Δικτυακός τόπος Roscosmos <http://en.federalspace.ru/202/>
- [57] Δικτυακός τόπος SpaceTravels
http://www.spacetravels.gr/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=294
- [58] Δικτυακός τόπος της NASA <http://scienceandtechnology.jpl.nasa.gov/research/ResearchTopics/topicdetails/?ID=67>
- [59] Δικτυακός τόπος της ESA
http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology

- [60] Δικτυακός τόπος Ευρωπαϊκής Ένωσης
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=URISERV:i23020>
- [61] Δικτυακός τόπος Ευρωπαϊκής Ένωσης
http://ec.europa.eu/enterprise/policies/space/index_el.htm
- [62] Δικτυακός τόπος China National Space Administration <http://www.cnsa.gov.cn/n615709/n620681/n771967/69198.html>
- [63] Δικτυακός τόπος Ευρωπαϊκής Ένωσης <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=URISERV:l24205>
- [64] Δικτυακός τόπος Ευρωπαϊκής Ένωσης http://europa.eu/pol/space/index_el.htm
- [65] Δικτυακός τόπος ESA http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus
- [66] Δικτυακός τόπος <http://www.spaceportsweden.com/mission/>
- [67] Δικτυακός τόπος NASA για το Orion
<http://www.nasa.gov/exploration/systems/orion/index.html>
- [68] Δικτυακός τόπος NASA για το Space Launch System
http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/SLS-Fact-Sheet_aug2014-finalv3.pdf
- [69] Δικτυακός τόπος Boeing <http://www.boeing.com/space/crew-space-transportation-100-vehicle/>
- [70] Δικτυακός τόπος Popular Science <http://www.popsci.com/next-generation-chinese-space-vehicles-begins-its-long-march-standing>
- [71] Δικτυακός τόπος ESA <https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-future-missions>
- [72] Δικτυακός τόπος NASA <http://www.jpl.nasa.gov/missions/?type=future>
- [73] Δικτυακός τόπος Exploring Space <http://spaceexp.tumblr.com/future-missions>
- [74] Δικτυακός τόπος NASA <http://www.nasa.gov/exploration/technology/>
- [75] Δικτυακός τόπος NASA για το Space Exploration Vehicle
http://www.nasa.gov/exploration/technology/space_exploration_vehicle/index.html
- [76] Δικτυακός τόπος NASA για Deep Space Habitat
http://www.nasa.gov/exploration/technology/deep_space_habitat
- [77] Δικτυακός τόπος NASA <http://www.nasa.gov/exploration/home/alhat-project.html>
- [78] Δικτυακός τόπος NASA <http://www.nasa.gov/exploration/analog/index.html>