

अवकाश, संरक्षण आणि सागर संशोधनातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

३.० उद्दिष्टे

३.१ प्रास्ताविक

३.२ विषय विवेचन

३.२.१ जगातील उपग्रह युगाचा प्रारंभ

३.२.२ अग्निबाण तंत्रज्ञान

३.२.३ कृत्रिम उपग्रह — प्रकार आणि वापर

३.२.४ भारताचा उपग्रह कार्यक्रम

३.२.५ परिचय: अ) भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस)

ब) जागतिक दिकचालन उपग्रह प्रणाली (जीएनएसएस)

३.२.६ राष्ट्रीय संरक्षणातील विज्ञान व तंत्रज्ञान

३.२.७ संरक्षण संशोधन आणि विकास संस्था (डीआरडीओ)

३.२.८ महासागरी अभ्यासाचे महत्व

३.२.९ राष्ट्रीय सागरी संस्था

३.३ सारांश

३.४ पारिभाषिक शब्द

३.५ स्वयंअध्ययन प्रश्न

३.६ स्वयंअध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

३.७ सरावासाठी स्वाध्याय

३.८ क्षेत्रीय कार्य

.....

३.० उद्दिष्टे:

- १) जगातील उपग्रह युगाचा प्रारंभ समजून घेण्यास मदत होईल.
- २) अग्निबाण तंत्रज्ञान प्रगतीच्या वाटचालीचा आढावा घेता येईल.
- ३) कृत्रिम उपग्रह — प्रकार आणि प्रयोगांचा परामर्श घेता येईल.
- ४) भारताच्या उपग्रह कार्यक्रमाची वाटचाल जाणून घेण्यास मदत होईल.
- ५) भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस) व जागतिक दिकचालन उपग्रह प्रणाली (जीएनएसएस) बाबतचा परिचय होईल.
- ६) राष्ट्रीय संरक्षणातील विज्ञान व तंत्रज्ञान समजून घेण्यास मदत होईल.
- ७) संरक्षण संशोधन आणि विकास संस्था (डीआरडीओ) भूमिका व कार्य समजून येईल.
- ८) महासागरी अभ्यासाचे महत्व समरण्यास मदत होईल.
- ९) राष्ट्रीय सागरी संस्था किंवा भारतीय सागर संस्था जाणून घेण्यास मदत होईल.

३.१ प्रास्ताविक

विज्ञान तंत्रज्ञान आणि प्रगती विषयांतर्गत या अगोदर आपण विज्ञान तंत्रज्ञानाबाबतीत अनेक मुद्द्यांचा अभ्यास केला आहे. या घटकात अवकाश संशोधनातील विज्ञान व तंत्रज्ञान जाणून घेण्याचा प्रयत्न करणार आहोत. अवकाशा बाबत मानवी मनाला नेहमीच कुतूहल राहिले आहे. या कुतूहलतेतूनच अवकाश संशोधनाला चालना मिळाली. असे जरी असले तरी दुसऱ्या बाजूस जगाची लोकसंख्या वाढत असताना वाढणाऱ्या लोकसंख्येच्या वाढत्या गरजा पूर्ण करण्यायोगे मानवाने विविध क्षेत्रात जे प्रयत्न केले आहेत त्यापैकी अवकाश हे एक महत्वाचे क्षेत्र ठरले आहे. अवकाश संशोधनातील विज्ञान व तंत्रज्ञानाच्या मदतीने प्रदेशाच्या सर्वांगीण विकासा बरोबरच वाहतूक, दळणवळण, अपत्ती व्यवस्थापन, देशाचे संरक्षण, राजकीय डावपेच, खनिजे, मृदा, वनस्पती, जलाशये, हवेची स्थिती व अंदाज इत्यादींचा प्रदेशनिहाय अचूक अभ्यास, इतर गृहावरील प्राकृतिक व जैव घटकांची माहिती उपलब्ध करण्याच्या हेतूने नेहमीच यशस्वी प्रयत्न राहिले आहेत व ते भविष्यात ही राहतील.

मानवाने आजची जी काही प्रगती साधली आहे त्याचा पाया विज्ञान व तंत्रज्ञान असल्याचे आपणास जिवनाच्या प्रत्येक टप्प्यावरती अनुभवयास मिळते. मानवी जीवनपध्दती त्यांचे सामाजिक, सांस्कृतिक, आर्थिक व राजकीय जीवन इतकेच काय पण त्याच्या जीवनविषयक दृष्टिकोनावर विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा नेहमीच प्रभाव असल्याचे दिसून येते. म्हणूनच या घटकात आपण जगातील उपग्रह युगाचा प्रारंभ, अग्निबाण तंत्रज्ञान प्रगतीची वाटचाल, कृत्रिम उपग्रह — प्रकार आणि प्रयोग, भारताच्या उपग्रह कार्यक्रमाची वाटचाल आणि भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस) व जागतिक स्थाननिश्चिती प्रणाली (जीपीएस) अभ्यासणार आहोत.

३.२ विषय विवेचन

३.२.१ जगातील उपग्रह युगाचा प्रारंभ

अवकाशात असंख्य सुर्यमालिका असून त्या मध्ये अनेक ग्रह आहेत. या पैकी कांही ग्रहाना उपग्रह लाभले आहेत. उदा. पृथ्वी व तिचा उपग्रह चंद्र होय. पृथ्वीचे परिभ्रमण व परिवलन हे जसे नैसर्गिक आहे अगदी तसेच चंद्राचे पृथ्वी भोवतीचे परिभ्रमण ही नैसर्गिक आहे. मानवाने या घटनेचा आधार घेऊन आपल्या बुद्धी व कौशल्याच्या जोरावर पृथ्वी भोवती फिरणाऱ्या कृत्रिम उपग्रहाची निर्मिती करून अवकाश तंत्रज्ञानात गरूड भारारी घेतली. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण कक्षेत राहून पृथ्वीला प्रदक्षिणा घालणारा रशियन बनावटीचा स्पुटनिक — १ पहिला कृत्रिम उपग्रह ४ ऑक्टोबर १९५७ रोजी अवकाशात प्रक्षेपित केला. अवकाशात झेपावणारा हा जगातील पहिला उपग्रह 'उपग्रह युगाची' नांदी बनून पुढील काळात उपग्रह व अवकाश संशोधनाच्या दृष्टिने अत्यंत महत्वाचा ठरतो. पाठीमागील कांही वर्षांपर्यंत जगभरातल्या ४० देशांनी जवळजवळ ६६०० उपग्रह अवकाशात प्रक्षेपित केले आहेत.

तद्नंतर जगातील अनेक देशांनी आपआपले उपग्रह अवकाशात सोडण्याची मालिकाच सुरू केली. उपग्रहाच्या माध्यमातून अवकाश व भूपृष्ठभागाची माहिती व नोंदी ठेवण्यासाठी आवश्यक असणारी यंत्रसामुग्री पाठवण्या बरोबरच मानवाने चंद्रभूमीवर आपले पहिले पाऊल ठेवले. पृथ्वी भोवती फिरणारा स्पुटनिक — १ पहिला कृत्रिम उपग्रह व चंद्रावरती उतरणारा पहिला मानव या दोन घटने मध्ये फक्त १२

वर्षाचे अंतर असल्याचे आढळून येते. या सारख्या घटनांवरून मानवाने उपग्रह युगाच्या प्रारंभी काळात केलेल्या प्रगतीचा अंदाज आपणास बांधता येतो.

उपग्रहाच्या माध्यमातून अवकाशात विशिष्ट उद्देश किंवा हेतू ठेवून प्रवास करणाऱ्या मानवास अंतराळवीर म्हणून संबोधले जाते. देश परत्वे अंतराळवीरांना वेगवेगळ्या नावांनी ओळखले जाते उदा. अमेरिकेत अँस्ट्रोनॉट तर रशियात कॉस्मोनॉट. रशिया पाठोपाठ अगदी दुसऱ्याच वर्षी अमेरिकेने ३१ जानेवारी १९५८ ला 'एक्स्प्लोरर-१' उपग्रह प्रक्षेपित करून अवकाश संशोधनास सुरवात केली. या नंतर रशियाच्या युरी गागारीने 'व्होस्टोक-१' व्दारे पृथ्वीला प्रदक्षिणा घालून जगातील पहिला अंतराळवीर होण्याचा मान मिळवला. 'फ्रिडम - ७' या अवकाशयानातून प्रवास करणारा अँलन शेफर्ड अमेरिकेचा पहिला अंतराळवीर बनला. व्हॅलंटिना तेरेश्कोवा या रशियन महिलेने १९६३ ला अवकाशयानातून पृथ्वीप्रदक्षिणा घालून जगातील पहिली स्त्री अवकाशयात्री म्हणून बहुमान मिळवला. नील आर्मस्ट्रॉंग, एडविन व मायकेल कॉलिन्स यांनी 'अपोलो - १' यानातून २० जुलै १९६९ ला चंद्रावरती पहिले पाऊल ठेवले. पुढे चंद्राचा अभ्यास करण्यासाठी काही मोहीमा राबवण्यात आल्या.

भारताच्या अनुषंगाने उपग्रहाचा इतिहास अभ्यासता, राकेश शर्मा यांनी रशियन बनावटीच्या अवकाशयानातून पृथ्वीप्रदक्षिणा घालून भारतीय पहिला अंतराळवीर होण्याचा मान मिळवला. 'आर्यभट' च्या रूपाने पहिला उपग्रह १९ एप्रिल १९७५ अंतराळात प्रवेशित करून अवकाश संशोधनाची दिशा निश्चित केली. एस.आय.टी.इ. (Satellite Instructional Television Experiment) च्या माध्यमातून आर्यभटची मोहिमा राबवण्यात आली असून या अंतर्गत दूरसंदेश व दळणवळणांच्या बाबतीत विविध महत्वपूर्ण प्रयोग करण्यात आले. १९७५ ते १९८० च्या दरम्यान भारतीय अवकाश संशोधकांनी उपग्रह तंत्रज्ञानातील निरनिराळ्या विभागात मजबूत पायाभरणी करून पुढील काळात भारताला जगातील एक प्रभावी देश म्हणून ओळख निर्माण करून दिली.

३.२.१ स्वयं अध्ययन प्रश्न

- १) खालिल पैकी कोणता पृथ्वीचा नैसर्गिक उपग्रह आहे?
अ) मंगळ ब) स्पुटनिक क) चंद्र ड) बुध
- २) खालिल पैकी कोणत्या नावाने मानव निर्मित उपग्रहस ओळखले जाते?
अ) नैसर्गिक ब) हायब्रीड क) एस.आय.टी.इ. ड) कृत्रिम
- ३) अमेरिकेने प्रक्षेपित केलेल्या पहिल्या उपग्रहाचे नाव काय आहे?
अ) स्पुटनिक - १ ब) व्होस्टोक - १ क) एक्स्प्लोरर - १ ड) अपोलो - १
- ४) भारताने अवकाशात प्रक्षेपित केलेल्या पहिल्या कृत्रिम उपग्रहाचे नाव काय आहे?
अ) इन्सॅट ब) आर्यभट क) एक्स्प्लोरर ड) व्हीसॅट
- ५) खालिल पैकी कोणत्या देशाने अवकाशात प्रथम अंतराळवीर पाठवला?
अ) अमेरिका ब) रशिया क) भारत ड) जपान

३.२.२ अग्निबाण तंत्रज्ञान

अवकाश प्रवासातून अवकाश संशोधनास प्रारंभ होतो. प्रवासासाठी वापरण्यात येणाऱ्या साधनास उर्जेची गरज असते. कृत्रिम उपग्रहास अवकाशात प्रक्षेपित करण्यासाठी जी उर्जा व तंत्र वापरले जाते ते

म्हणजे अग्निबाण होय. अर्थातच अवकाशातील कोणतेही उड्डाण अग्निबाणापासून सुरू होते याचे कारण म्हणजे अग्निबाणाचे मुख्य कार्य वाहकाचे असते. अवकाशातील अंतर, उपग्रह व त्यातील यंत्रसामुग्रीचे वजन, मानव असल्यास त्यांचे वजन, गुरुत्वाकर्षण इत्यादींचा शास्त्रशुद्ध अभ्यास करून अग्निबाणाची रचना व तंत्र निश्चित केले जाते.

अगदी पूर्वीपासून बंदूकीच्या दारूचा वापर करून छोटे छोटे अग्निबाण तयार केले जात असत. त्यातील दारूचे प्रमाण कमी असल्याने दारू लवकर जळाल्याने ते कमी अंतर पार करित असत. पुढे अधिक अंतर पार करण्याच्या उद्देशाने संशोधन होऊन विसाव्या शतकाच्या सुरवातीस उच्च दर्जाच्या इंधनांचा वापर करण्यात येऊ लागला व यातूनच अग्निबाणाच्या अंतरविषय कक्षा रूदावण्या बरोबरच नवनवीन संकल्पना विकसित होऊ लागल्या. यातील महत्वपूर्ण योगदान जर्मनशास्त्रज्ञ हेरमान गान्सविंड्ट यांचे असून त्यांनी प्रथमच १८९१ मध्ये एक संकल्पना विकसित करून पुढे १९०३ मध्ये अग्निबाणाच्या अनुषंगाने उपग्रहाच्या उड्डाणा संबंधी गणिती आधारावरती सैध्दांतिक बाजू मांडली. रशियन शास्त्रज्ञ कॉन्स्टंटिन झोलाव्हस्की यांनी १९०३ मध्ये अग्निबाणासाठी द्रवरूप ऑक्सिजन आणि द्रवरूप हायड्रोजनचा वापर इंधनासाठी करावा असे सूचित केले. त्यांच्या या सूचनेच्या आधारे द्रवरूप रॉकेट मोटारीचे आराखडे तयार केले गेले व विसाव्या शतकात अग्निबाण तंत्रज्ञानाचा उदय झाला.

अमेरिकेने 'बॅक कार्पोरल' नावाचे पहिले साऊंडिंग रॉकेट १९४५ मध्ये यशस्वी पणे प्रक्षेपित केले. तदनंतरच्या काळात अग्निबाण तंत्रज्ञानात खूपच प्रगती झाल्याचे दिसून येते. उदा. अर्कास या छोट्या ५ किग्रॅ वजनाच्या ६१ किमी उंचीपर्यंत पल्ला पार करू शकणाऱ्या अग्निबाणा पासून ते नाईक कजून २७ किग्रॅ वजनाच्या आणि १५८ किमी उंचीचा टप्पा पूर्ण करू शकणाऱ्या अनेक अग्निबाणाचा समावेश यामध्ये होतो. दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात अग्निबाणाचे उच्च तंत्र विकसित करण्याच्या हेतूने दोन स्वतंत्र ठिकाणी संशोधन होऊ घातले. या मध्ये जर्मनी व अमेरिकासारख्या देशात १९३० ते १९४५ च्या दरम्यान अग्निबाण सामुग्री व इतर तंत्रज्ञानाची खूपच प्रगती झाली. या दोन देशाचे याच काळातील अग्निबाण क्षेत्रातील योगदान पाहता अमेरिकेन रॉबर्ट गोडार्ड, वॉल्टर डॉर्नबर्ग व वर्नेर फॉन ब्राऊन जर्मन शास्त्रज्ञानी लष्करी कार्यासाठी 'व्ही - २' अग्निबाणाचे स्थान महत्वपूर्ण ठरते. या सोबतच अमेरिकेने 'प्रायव्हेट' सारख्या पहिल्या अग्निबाणाचे यशस्वी प्रक्षेपणही केले.

भारत: अग्निबाण तंत्रज्ञान

भारत सरकार अवकाश संस्थेच्या माध्यमातून भारताने अवकाश कार्यक्रम हाती घेतल्या नंतर हीच संस्था १९६९ नंतर भारतीय अवकाश संशोधन संघटना या नावाने ओळखली जाऊ लागली. मानव जातीस अवकाश तंत्रज्ञानातील सेवा हे ब्रीद वाक्या समोर ठेऊन इझ्रोने आपल्या कार्याला सुरवात केली. छोट्या अग्निबाणाच्या निर्मितीस सुरवात करत. आज भारताच्या अवकाश संशोधनातर्गत अग्निबाण, उपग्रह संशोधन व मोहिमा यानां एक वेगळीच दिशा प्राप्त करून जगात या क्षेत्रात मक्तेदारी असल्याचे जवळजवळ सिध्दच केले आहे.

भारताने सुरवातीला ५० ते १५० किमी उंचीपर्यंत साऊंडिंग रॉकेटद्वारे हवामानाचा अभ्यास करणारी उपकरणे पोहचवण्याचा यशस्वी प्रयत्न केला. १९७० ते १९८० च्या दरम्यान भारताचा अवकाश संशोधन कार्यक्रमातर्गत उपग्रह प्रक्षेपक बनवण्यावरती भर होता. या दृष्टीने अग्निबाणाची रचना, इंधन व मार्गदर्शक

प्रणालीविषयी संशोधन केले जात होते. अशा संशोधनामधूनच याच काळात भारताने 'रोहिणी' व 'मेनका' सारख्या सांख्यिक रॉकेटप्रणालीचा विकास केला.

भारताच्या अवकाश संशोधन कार्याच्या सुरवातीच्या काळात या बाबतचे तंत्रज्ञान अवगत नव्हते. असे तंत्रज्ञान मिळवण्यासाठी भारताने रशियाची मदत नेहमीच घेतली. रशियन तंत्रज्ञानाची मदत आणि भारतीय संशोधन यातून भारतीय संशोधन क्षेत्राला बळकटी मिळत जाऊन आत्मविश्वास निर्माण झाला व प्रक्षेपकाच्या निर्मितीत स्वयंसिद्ध होण्याची गरज भासू लागली. त्यातूनच विक्रम साराभाई सारख्या शास्त्रज्ञांच्या मार्गदर्शनाखाली डॉ. अब्दूल कलाम व त्यांच्या सहकाऱ्यांनी मेहनत व चिकाटीच्या जोरावर एसएलव्ही-३ (SLV-3) नावाने स्वदेशी बनावटीचे प्रक्षेपक बनवून भारतीय अवकाश संशोधनातील जगाचे लक्ष वेधून घेणारा महत्त्वपूर्ण टप्पा पार तर केलाच परंतु अग्निबाणाच्या अनेक पिढ्या विकसीत केल्या. त्या पिढ्या पुढील प्रमाणे सांगता येतील:

१) पहिल्या पिढीतील अग्निबाण (SLV)

भारतीय वैज्ञानिकांच्या योगदानातून संपूर्ण भारतीय बनावटीतून विकसीत झालेल्या पहिल्या उपग्रह वाहकाची जुलै १९८० मध्ये यशस्वी चाचणी घेण्यात आली. एसएलव्ही वाहकात एकूण चार टप्पे ठेवण्यात आले होते शिवाय या मध्ये घन इंधनाचा वापर करण्यात आला होता. या वाहकामार्फत रोहिणी मालिकेतील 'आरएस-१' उपग्रह योग्य अवकाश कक्षेत पोहचवण्यात यश प्राप्त केले.

२) दुसऱ्या पिढीतील अग्निबाण (ASLV)

पहिल्या पिढीतील एसएलव्ही वाहकात सुधारणा करून पुढच्या पिढीतील एसएलव्ही प्रकारचे नवीन उपग्रह वाहक तयार करण्यात आले. याची रचनाच मुळात १०० किग्रॅ पेक्षा अधिक वजनक्षम उपग्रह वाहून नेण्याच्या उद्देशाने केली होती. परंतु या वाहकाची पहिली व दुसरी चाचणी अयशस्वी ठरली. मात्र पुढील चाचण्या यशस्वी झाल्या.

३) तिसऱ्या पिढीतील अग्निबाण (PSLV)

एसएलव्ही नंतर पीएसएलव्ही सारख्या पुढल्या पिढीतील वाहकाची निर्मिती भारतीय अवकाश संशोधन संस्थेच्या माध्यमातून करण्यात आली. ऑक्टोबर १९९३ मध्ये पीएसएलव्ही सारख्या तिसऱ्या पिढीतील वाहकाद्वारे 'आयआरएस-पी-१' उपग्रह अवकाशात योग्य कक्षेत सोडण्यासाठी प्रयत्न केला गेला परंतु उपग्रह योग्य कक्षेत पोहचू न शकल्याने हा प्रयत्न अयशस्वी झाला. ऑक्टोबर १९९४ मध्ये 'आयआरएस-डी-२' उपग्रह 'पीएसएलव्ही-डी-२' वाहकाने यशस्वीपणे पूर्वलक्षीत कक्षेत पाठवण्यात यश आले. पुढे १९९६ मध्ये 'पीएसएलव्ही-डी-३' अग्निबाणाने 'आयआरएस-पी-३' उपग्रह सुर्यस्थिर कक्षेत पाठवण्यात भारतीय वैज्ञानिकांना यश आले.

४) चौथ्या पिढीतील अग्निबाण (GSLV)

इस्रोने १९९० पासून अधिक भार वाहून नेहू शकेल अशा वाहकाच्या निर्मितीचा कार्यक्रम हाती घेतला. याच कार्यक्रमाचा भाग म्हणजेच जीएसएलव्ही किंवा वाहकाची चौथी पिढी होय. साधारणपणे २००० किग्रॅ वजन असणारे उपग्रह वाहू शकणाऱ्या अग्निबाणाची निर्मिती करणे हे या प्रकल्पाचे उद्दीष्ट होते. या आगोदर भारतास अशा प्रकारचे तंत्रज्ञान (क्रायोजेनिक इंजिन) व साधनसामुग्री रशिया कडून आयात करावी

लागत असे. परंतू भारताने या उपक्रमांतरगत देशी बनावटीचे तंत्रज्ञान व इतर साधनसामुग्री निर्माण करून १८ एप्रिल २००१ रोजी 'जीएसएलव्ही-डी-१' चे श्रीहरीकोटा मधून यशस्वी प्रक्षेपण केले. यानंतर मे २००३ मध्ये सुमारे २००० किग्रॅ भार प्रक्षेपित करू शकणाऱ्या जीएसएलव्ही अग्निबाणाची यशस्वी चाचणी घेण्यात आली.

या सर्वात इस्त्रोचे योगदान अनन्य साधरण असून अशा तंत्रज्ञानाने भारतास जागतिक पातळीवरती वरच्या उंचीवरती नेऊन स्थित केले. अलिकडील काळातील पहिले चंद्र मोहिम वाहक ज्याला चंद्रयान-१ मोहीम नावाने संबोधले जाते किंवा २३ नोव्हेंबर २००८ ला इस्त्रोने सूचीत केलेली मंगळग्रह मोहीम व त्याचे फलीत म्हणून २४ सप्टेंबर २०१४ ला भारताने पाठवलेले मंगळयान मंगळाच्या कक्षेत स्थित करण्यात आलेले यश होय. अवकाश मोहीमातील भारताचा वेगळेपणा म्हणजे जगातील इतर देशांचा विचार करता अगदी कमीत कमीत खर्चात या सर्व मोहीमा भारताने यशस्वी पूर्ण केल्या. १५ फेब्रुवारी २०१७ मध्ये भारताने १०४ उपग्रह एकत्रीतपणे पीएसएलव्ही-सी ३७ एकाच वाहकाने नियोजित कक्षेत पाठवून जागतिक विक्रम नोंदविला.

इस्त्रोकडून, ५ जूनला ६४० टन वजनाच्या 'जीएसएलव्ही-एमके-३' वहकाने 'जीएसएटी-१९' संदेश व दळणवळण उपग्रह अवकाशात पाठविण्यात आला. १५ ऑगस्ट २०१८ रोजी भारताचे पंतप्रधान मा. नरेंद्र मोदी यांनी महत्वाकांक्षी 'गगनयान' मोहिमेसाठी इस्त्रो सज्ज असल्याचे जाहीर केले. या मोहिमेसाठी तीन भारतीय अंतराळवीरांचा समावेश असून या कामी 'जीएसएलव्ही-एमके-३' प्रक्षेपक वापरण्याचे निश्चित करण्यात आले आहे. अमेरिका, रशिया व चीननंतर मानवी अंतराळ मोहीम आखणारा भारत हा चौथा देश ठरणार आहे.

अग्निबाणाविषयक संकल्पना

अग्निबाणाचे कार्य न्युटनच्या तिसऱ्या नियमानुसार चालते. जेव्हा एखाद्या वस्तू दुसऱ्या वस्तूवर आदळते तेव्हा दोन्ही वस्तू त्याच गतीने एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेने कार्यरत होतात. अग्निबाणाच्या बाबतीत सुद्धा असेच घडते. अग्निबाणातील इंधन पेट घेते तेव्हा नॉझलमधून गरमवायूचे रेणू प्रचंड वेगाने बाहेर पडतात आणि याची प्रतिक्रिया म्हणून अग्निबाण अवकाशाच्या दिशेने ढकलला जाऊन आपले मार्गाक्रमण करू लागतो.

● रेटा किंवा दाब

इंधनाची ज्वलनक्षमता आणि त्या मधून निर्माण होणारी शक्ती जमिनीवरती किती रेटा किंवा दाब निर्माण करू शकते या शिवाय उपग्रहासह त्यातील यंत्रसामुग्रीचे वजन आणि पार करावयाचे अंतर इत्यादींचा तांत्रिक ताळेबंद करून रेटा ठरवला जातो. त्यानुसार तेवढ्या क्षमतेचे इंधन व अग्निबाण टाकी बनवली जाते.

● इंधन प्रणाली

इंधन प्रणाली म्हणजे अग्निबाण अवकाशात पूर्व निश्चित स्थळी पोहचवण्यासाठी अवश्यक लागणारा रेटा निर्माण करण्यासाठी प्रत्यक्ष लागणारे इंधन, इंधन ज्वलनास पुरक ठरणारा ऑक्सिजनचा पुरवठा करणारा ऑक्सिडायझर. इंधन व ऑक्सिडायझर साठविण्याच्या टाक्या या सर्वास एकत्रीत मिळून बनणारी प्रणाली म्हणजे इंधन प्रणाली होय.

- **अग्निबाणाचे प्रकार**

इंधन व ऑक्सिडायझरच्या आधारवर अग्निबाणाचे तीन प्रकार पडतात ते खालील प्रमाणे:

अ) घन इंधनी अग्निबाण

अशा प्रकारच्या अग्निबाणाची रचना वैशिष्टपूर्ण असून या मध्ये इंधन व ऑक्सिडायझर यांचे मिश्रण एकजीव करून कठिण पदार्थाच्या स्वरूपात अग्निबाणाच्या नलिकेत भरले जाते. अधिक उर्जा निर्माण करणारे इंधन लहान जागेत बसवले जाते. अशा प्रकारच्या अग्निबाणात इंधन पूर्वं निर्मित असल्याने क्षेपणास्त्रांसाठी (मिसाईल) ही व्यवस्था आदर्शवत ठरते.

ब) द्रवरूप इंधनी अग्निबाण

अशा प्रकारच्या अग्निबाणाची रचना अत्यंत किचकट व गुंतागुंतीची असून इंधन व ऑक्सिडायझर साठी स्वतंत्र टाक्यामध्ये साठवण करण्याची व्यवस्था असते. गरजेनुसार इंजीनामध्ये इंधन व ऑक्सिडायझरचा वापर केला जातो.

क) मिश्र इंधनी अग्निबाण

मिश्र इंधनी अग्निबाणास संकरीत अग्निबाण म्हणून ही ओळखले जाते. या प्रकारच्या अग्निबाणात द्रवरूप आणि घनरूप अशा दोन्ही प्रकारची रसायने वापरली जातात. घनरूप इंधनावरती द्रवरूप ऑक्सिडायझरचा फवारा मारून ज्वलनास प्रारंभ करणे या तत्वावर अग्निबाण तंत्रज्ञान आधारलेले आहे.

- **क्रायोजेनिक तंत्रज्ञान**

अत्यंत प्रगत असणारे तंत्रज्ञान म्हणून क्रायोजेनिक तंत्रज्ञान ओळखले जाते. याचे कारण म्हणजे या मध्ये ऑक्सिजन व हायड्रोजन अगदी थंड अवस्थेत साठवून ठेवले जातात. या साठी उष्णतारोधक म्हणून वैशिष्टपूर्ण कोटींगच्या वापरा बरोबरच इंधन व ऑक्सिडायझर नळ्या व इतर आवश्यक सामग्री विशिष्ट पदार्थापासूनच बनवावी लागते अर्थातच ऐवढ्या कमी तापमानाच्या स्थितीत अनेक धातू ठिसूळ बनल्याने फुटण्याची शक्यता जास्त असते. या शिवाय द्रवरूप हायड्रोजन तयार करताना योग्य ती काळजी घ्यावी लागते म्हणूनच हे तंत्रज्ञान अधिक गुंतागुंतीचे म्हणून ओळखले जाते. या तंत्रज्ञानाचे वैशिष्ट्य म्हणजे जास्त अंतराच्या पल्याबरोबर अधिक वस्तुमान वाहून नेण्याची क्षमता या मध्ये असते.

भारतातील क्रायोजेनिक तंत्रज्ञानाचा आढावा घेता, प्रथम रशियाच्या ग्लावकॉमॉस संस्थेकडून या जातीचे अग्निबाण खरेदी करण्याबरोबर त्यांचे तंत्रज्ञानही घेण्याचा करार उभय देशात झाला होता. रशिया ही यासाठी तयार होती परंतु क्रायोजेनिक तंत्रज्ञानाचा संभाव्य लष्करी वापर विचारात घेऊन अमेरिकन क्षेपणास्त्र नियंत्रण करारच्या (एम.टी.सी.आर) आधारे रशियावरती दबाव आणून सदरचा करार मोडण्यासाठी रशियाला प्रवृत्त केले व त्या नुसार रशियाने क्रायोजेनिक अग्निबाण व तंत्रज्ञान देण्यास नकार दिला. पुढे भारतीय वैज्ञानिकानी स्वबळावरती क्रायोजेनिक तंत्रज्ञानाचा विकास सुरू केला. दरम्यानच्या काळात पुन्हा रशियाशी बोलणी करून प्राप्त केलेल्या प्रतिमानावर (मॉडेल) आधारीत जीएसएलव्ही – डी १ उपग्रहवाहक अग्निबाणाचा तिसरा टप्पा क्रायोजेनिक तंत्रज्ञानावर आधारीत होता.

- **अग्रभार**

अग्निबाण तंत्रज्ञानामध्ये अग्निबाणाच्या शिरोबिंदू जवळ वस्तुचे वस्तुमान अत्यंत प्रभावी असते. अग्निबाणाचे स्वतःचे वजन वजा करता इतर किती वजन तो पूर्व लक्षित स्थळापर्यंत पोहचवू शकतो यास अग्रभार ही संज्ञा वापरली जाते. अधिक अग्रभार असणारे अग्निबाण तंत्रज्ञान इतर ग्रहावरील अंतराळ मोहीमा आणि मानवाच्या अंतराळ परीक्रमांसाठी वापरले जाते.

• दूधारी तंत्रज्ञान

अग्निबाणाचा वापर अंतराळ संशोधनासाठी उपग्रह प्रक्षेपणात केला जात असला तरी त्या पेक्षाही अधिक वापर लष्करी सामर्थ्यासाठी केला जात आहे. दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात अमेरिका व जर्मनी मध्ये क्षेपणास्त्र निर्मिती मध्ये हे तंत्रज्ञान मोठ्या प्रमाणात वापरले गेले आणि आजमितीस जगातील बहुतांश देशात हे तंत्रज्ञान याच कारणासाठी वापरले जात असण्याची शक्यता अनेकानी व्यक्त केली आहे. पाकिस्तान, उत्तर कोरिया तसेच अतिरेकी यांच्या कडेही हे तंत्रज्ञान असल्याचे पुरावे उपलब्ध झाले असल्याने यास दूधारी तंत्रज्ञान म्हंटले जाते.

३.२.२ स्वयं अध्ययन प्रश्न

- १) खालिल पैकी कोणी प्रथम अग्निबाणासाठी शक्तीशाली इंधनाची सैध्दांतिक संकल्पना मांडली?
 - अ) कान्स्टटिन झोलोव्हस्की
 - ब) हेरमान गान्सविंड्ट
 - क) एडविन
 - ड) या पैकी नाही
- २) अग्निबाणाचे कार्य कोणाच्या गतीज नियमावर आधारलेले आहे?
 - अ) कान्स्टटिन झोलोव्हस्की
 - ब) हेरमान गान्सविंड्ट
 - क) न्युटन
 - ड) आर्यभट
- ३) क्रायोजेनिक तंत्रज्ञानात कोणते घटक अत्यंत थंड अवस्थेत साठवून ठेवावे लागतात?
 - अ) ऑक्सिजन व हायड्रोजन
 - ब) ऑक्सिजन व नायट्रोजन
 - क) हायड्रोजन व नायट्रोजन
 - ड) हायड्रोजन व क्रिप्टॉन
- ४) अग्निबाणाचे स्वतःचे वस्तुमान सोडून उपग्रह व इतर यंत्रसामुग्रीचे वस्तुमान वाहून नेण्याच्या क्षमते विषयी कोणती संज्ञा वापरली जाते?
 - अ) अग्रभार
 - ब) ऑक्सिडायझर
 - क) क्रायोजेनिक
 - ड) व्हीसॅट
- ५) खालिल पैकी कोणता अग्निबाणाचा प्रकार नाही?
 - अ) घन इंधनी
 - ब) द्रवरूप इंधनी
 - क) मिश्र इंधनी
 - ड) वायूरूप इंधनी
- ६) अमेरिकेच्या पहिल्या साऊंडिंग रॉकेटचे नाव काय होते?
 - अ) जीएसएलव्ही
 - ब) वॅक कार्पोरल
 - क) अर्कास
 - ड) व्ही-२
- ७) भारताने सुरवातीस खालिल पैकी कोणत्या साऊंडिंग रॉकेट प्रणाली विकसित केल्या?
 - अ) रोहिणी व मेनका
 - ब) व्ही-२ व व्ही-३
 - क) एसएलव्ही - १ व २
 - ड) जीएसएलव्ही-एमके-३ व ४

३.२.३ कृत्रिम उपग्रह — प्रकार आणि प्रयोग

पृथ्वीभोवती अवकाशात हजारो किमी उंचीवरून कृत्रिम उपग्रह फिरत असतात. उपग्रहांची रचना व अंतर्गत यंत्रणा अत्यंत गुंतागुंतीची व अतिशय संवेदनशील असते. उपग्रह अवकाशातून तसेच संबंधीत ग्रहावरून विविध प्रकारची माहिती पृथ्वीवरील नियंत्रित केंद्राकडे पाठवीत असतात. साहजिकच उपग्रहांकडून माहिती मिळवणे व ती पृथ्वीवरती पाठवणे हा उपग्रह तंत्रज्ञानातील महत्वाचा भाग आहे. उपग्रहांकडून

अपेक्षित कामे करून घेण्यासाठी आवश्यक ती यंत्रणा किंवा उपकरणे उपग्रहामध्ये असावी लागतात. उपग्रहामध्ये त्याच्या कार्य उद्देशानुसार उपकरणे बसवलेली असतात. सर्वसाधारणपणे उपग्रहात खालील उपकरणे असतात.

- रेडिओ लहरी प्रक्षेपण यंत्र
- सौर विद्युत घट
- तापमापक
- उल्कापातीची नोंद घेणारे उपकरण
- अतिनील किरणे मोजणारे उपकरण
- आकाशीय (एरिएल)
- दूरचित्रवाणी कॅमेरा
- दिशा नियंत्रक
- कक्षा नियंत्रक

उपग्रहात संदेश लहरीचे प्रक्षेपण करण्यासाठी रेडिओ लहरी प्रक्षेपण यंत्र बसवलेले असते. या यंत्रामार्फत हजारो किमी अंतरावरून पृथ्वीपर्यंत संदेश लहरीची आदान-प्रधान करू शकते. उपग्रहामध्ये बसवलेल्या सौर विद्युत घटाद्वारे विद्युत निर्मिती, विद्युत साठवण व इतर उपकरणाना आश्यकतेनुसार विद्युत पूरवठा या मार्फत करता येतो.

अ) उपग्रहांचे प्रकार

● उपग्रहांच्या कार्यानुसार प्रकार

उपग्रहांच्या कार्यानुसार त्यांचे प्रमुख सहा प्रकार पडतात. त्या मध्ये वैज्ञानिक संशोधन उपग्रह, हवामान उपग्रह, लष्करी उपग्रह, मार्गदर्शक उपग्रह, संदेशवहन उपग्रह व दूरसंवेदन उपग्रह इत्यादींचा समावेश होतो.

१. वैज्ञानिक संशोधन उपग्रह

वैज्ञानिक संशोधनासाठी विविध उपकरणे असणारे उपग्रह अवकाशात सोडण्यात येतात. पृथ्वीच्या बाह्य वातावरणातील फेरबदल, खगोलशास्त्रीय संशोधनाला आवश्यक माहिती व योग्यते प्रयोग इत्यादी बाबी अशा उपग्रहांकडून केल्या जातात. अमेरिकेने १९५८ मध्ये प्रक्षेपित केलेला 'एक्स्प्लोरर-१' हा अशा प्रकारचा पहिला उपग्रह होय. अशाच प्रकारची कार्यपध्दती असणारा 'टीईएस' उपग्रह भारताने २००३ मध्ये अवकाशात प्रक्षेपित केला आहे.

२. हवामान उपग्रह

अशा प्रकारचे उपग्रह पृथ्वीच्या वातावरणाचा अभ्यास करण्याचे काम करतात. हवेची अंगे, वातावरणीय बदल या सारख्या माहितीचे संकलन व पृथ्वीकडे पाठवण्याचे काम अशा उपग्रहांकडून होत असते. अमेरिकेचा 'टायरॉस' व भारताचा 'कल्पना-१' या प्रकारातील उपग्रह अवकाशात कार्यरत आहेत.

३. लष्करी उपग्रह

जगात लष्करी कार्यासाठी उपग्रहांचा वापर साधारणपणे १९६० च्या दशकापासून होत आहे. उपग्रहाद्वारे पृथ्वीवरील अगदी लहानात लहान भागावरती लक्ष ठेवणे शक्य झाल्याने हेरगीरी व देशाच्या सीमा सुरक्षिततेच्या अनुषंगाने अशा उपग्रहांचा वापर करून घेतला जातो. अमेरिका, रशिया, चीन, फ्रान्स व ब्रिटन यांचे लष्करी उपग्रह अवकाशात असून भारतही येत्या कांही महिन्यात इस्रोच्या माध्यमातून

‘जीसॅट-७ए’ भारतीय हवाईदलासाठी आणि ‘रिसॅट-२ए’ अत्याधुनिक दूरसंवेदन उपग्रह केवळ संरक्षण कार्यासाठी प्रक्षेपित करणार आहे.

४. मार्गदर्शक उपग्रह

उपग्रहांचा उपयोग जहाजे, विमाने, अवकाशयाने आणि मोटारी यांना त्यांचे पृथ्वीवरील व अवकाशातील निरपेक्ष स्थान दाखविण्यासाठी होतो. यालाच दिक्चालन (मार्गदर्शक) प्रणाली किंवा नॅव्हिगेशन सिस्टीम असे म्हणतात. नॅव्हिगेशन साठी उपग्रहांचा वापर करण्याची कल्पना प्रथम १९६० मध्ये प्रचलीत झाली. अमेरिकेचा ‘ट्रान्झिट-१बी’ हा पहिला मार्गदर्शक उपग्रह होता. सध्या प्रचलीत असलेली जागतिक स्थान निश्चिती प्रणाली अशा स्वरूपातील उपग्रहावर आधारलेली आहे. भारताचे सात उपग्रह मार्गदर्शक प्रणाली अंतर्गत कार्यरत असून. भारताचा या प्रकारातील पहिला उपग्रह १ जुलै २०१३ मध्ये प्रक्षेपित करण्यात आला. भारतीय प्रादेशिक मार्गदर्शक उपग्रह प्रणालीद्वारे भारताचे सात उपग्रह ‘आयआरएनएसएस-१आय’ च्या माध्यमातून कार्यरत आहेत.

५. संदेशवहन उपग्रह

संदेशवहनासाठी उपग्रहांचा उपयोग करण्याची सुरवात १९६२ मध्ये झाली. अमेरिका व युरोपीय राष्ट्रे यांनी संयुक्तपणे प्रायोगिक तत्वावरती ‘टेलस्टार-१’ हा पहिला संदेशवहन उपग्रह प्रक्षेपित केला. सुरवातीला या प्रकारचे उपग्रह रेडिओ दळणवळणासाठी वापरले जात असत. आज रेडिओ बरोबर विविध प्रकारचे संदेशवहनासाठी वापरले जातात. भारताने सुध्दा या प्रकारातील आपले उपग्रह प्रक्षेपित केले असून त्यांची सुरवात १९८१ प्रायोगिक तत्वारिल ‘ॲपल’ ने यशस्वी पणे केली आहे.

६. दूरसंवेदन उपग्रह

दूरसंवेदन उपग्रहाची सुरवात १९७२ मध्ये ‘लॅंडसॅट’ या अमेरिकन उपग्रह मालिकेने झाली. दूरसंवेदन उपग्रहांचे मुख्य काम पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे चित्रण करून ती माहिती पृथ्वीवरील संबंधीत केंद्राकडे पाठवणे. या माहितीचा उपयोग विविध कारणांसाठी करता येतो. उपग्रहाच्या या वैशिष्टपूर्ण कार्यपध्दती मुळे अवकाश तंत्रज्ञानातील अत्यंत महत्वाचा भाग बनला आहे. भारताने सुध्दा या प्रकारातील पहिला उपग्रह ‘आयआरएस-१’ १९८८ ला प्रक्षेपित करून यशस्वी वाटचाल सुरू केली आहे.

● उपग्रहांचे भ्रमणकक्षेनुसार प्रकार

उपग्रहांची भ्रमणकक्षा व त्यांचे पृथ्वीपासूनचे अंतराच्या आधारावर उपग्रहांचे प्रमुख चार प्रकार पडतात. त्या मध्ये कमी उंचीवरील उपग्रह, भूस्थिर उपग्रह, सूर्यस्थिर उपग्रह व मोलनिया कक्षेतील उपग्रह असे प्रकार पडतात.

१. कमी उंचीवरील उपग्रह

अशा प्रकारातील उपग्रह पृथ्वी पृष्ठभागापासून साधारणपणे २०० ते ६०० किमी कमी उंचीवरती असतात. या उपग्रहांची हवामानविषय व दळणवळणपुरक माहितीसाठी मदत होते.

२. भूस्थिर उपग्रह

या उपग्रहांची फिरण्याची कक्षा निश्चित स्वरूपाची असून ते सामान्यतः पृथ्वीपासून ३६००० किमी उंचीवर फिरत असतात. या उपग्रहांची भ्रमणकक्षा साधारणपणे वर्तुळाकार असून त्याचा वेग आणि दिशा

अशा प्रकारे असते की हे उपग्रह पृथ्वीवरील एखाद्या ठिकाणाच्या तुलनेत स्थिर असल्याप्रमाणे भासतात. इन्सॅट मालिकेतील उपग्रह भूस्थिर प्रकारचे आहेत.

३. सूर्यस्थिर उपग्रह

या उपग्रहांची कक्षा सर्वसाधारणे वर्तुळाकार असून त्यांची भ्रमणाची दिशा उत्तर—दक्षिण अशी असते. या भ्रमणकक्षेला ध्रुवीय कक्षा असे म्हणतात. आयआरएस मालिकेतील उपग्रह सूर्यस्थिर असून पृथ्वी पासून ६०० ते १००० किमी उंची वरती असतात.

४. मोलनिया कक्षेतील उपग्रह

या प्रकाराच्या उपग्रहांची भ्रमणकक्षा दीर्घ आणि लंबवर्तुळकार असते. भ्रमणकक्षेमुळे हे उपग्रह कांही वेळा पृथ्वीच्या जवळ तर कांही वेळा पृथ्वीपसून दूर अंतरावर असतात.

अवकाशस्थानक व प्रयोगशाळा

वरील उपग्रहांखेरीज पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा घालणाऱ्या अवकाशस्थानकांय प्रयोगशाळांची निर्मिती करण्यात आली आहे. प्रामुख्याने यांचा उपयोग अवकाशीय संशोधनासाठी केला जातो. या मध्ये अवकाश स्थानक, फिरती ज्योतिषीय वेधशाळा, फिरती सौर वेधशाळा व फिरती भू—भौतिकी वेधशाळांचा समावेश होतो.

१. अवकाश स्थानक

अवकाशयानासाठी साहाय्यक ठरणारा अवकाशयानाच्या प्रवासात इंधन, उपकरणाची सुट्याभागांची किंवा अन्य सामग्रीची मदत करणारा कृत्रीम उपग्रह म्हणजे अवकाश स्थानक होय. त्या अवकाश स्थानकामध्ये पुरेशे सुटे भाग असणे आवश्यक असते. रशियाने एप्रिल १९७१ मध्ये 'सॅल्युट-१' अवकाश स्थानक आणि अमेरिकेने १९७३ मध्ये 'स्कायलॅब' नावाची प्रयोगशाळा अवकाशात सोडली. तर सध्या जगातिल पंधरा देशानी एकत्र येऊन आंतरराष्ट्रीय अवकाश स्थानक प्रकल्प साकार केला आहे.

२. फिरती ज्योतिषीय वेधशाळा

पहिली वेधशाळा जंबूपार प्रारण, क्ष — किरणे आणि गॅमा प्रारण यांचा अभ्यास करण्यासाठी एप्रिल १९६६ मध्ये अवकाशात पाठविण्यात आली होती. परंतू पहिला प्रयत्न अयशस्वी ठरला. त्यामुळे दुसरी वेधशाळा ७ डिसेंबर १९६८ रोजी कक्षेत यशस्वीपणे प्रक्षेपीत करून तिचे कामकाज ही व्यवस्थित होऊ लागले. या वेधशाळेने खगोलशास्त्रीय संशोधनात मोलाची भर घातली.

३. फिरती सौर वेधशाळा

१९६२ व १९६५ मध्ये अमेरिकेकडून दोन फिरत्या सौर वेधशाळा अवकाशात पाठविण्यात आल्या. या वेधशाळांचा प्रमुख हेतू सूर्याच्या विद्युत चुंबकीय प्रारणाचा अभ्यास करणे हा होता. अशा वेधशाळेच्या हेतूनुसार प्रत्येक प्रयोगाद्वारे माहितीची उपलब्धता व नोंदी ठेवल्या जात आहेत.

४. फिरती भू — भौतिकीय वेधशाळा

अशा प्रकारच्या वेधशाळा दोन प्रकारच्या कार्याशी संबंधीत असल्यामुळे त्यांच्या कार्याला अनुसरून दोन प्रकारच्या वेधशाळांची निर्मिती करण्यात आली. त्यापैकी एक वेधशाळा आयनांबराचा वरच्या थरापासून ते चुंबकीय अस्तित्वअसणाऱ्या अवकाशीय सीमेपर्यंत (आंतरग्रहीय अवकाशापर्यंतची) माहिती पाठवण्यात

यशस्वी झाली आहे. दुसरी वेधशाळा ध्रुवीय कक्षेत कमी उंचीवर राहून पृथ्वीच्या सर्व वातावरणीय अविष्कारांचे सर्वेक्षण करते.

३.२.३ स्वयं अध्ययन प्रश्न

- १) खालील पैकी कोणता घटक जेव्हा उपग्रह पृथ्वीच्या छायेत प्रवेश करतो तेव्हा कृत्रीम उपग्रहास विद्युत पुरवठा करतो?
अ) तापमापक ब) सौर विद्युत क) सौर विद्युत घट ड) कक्ष नियंत्रक
- २) भारताने वैज्ञानिक संशोधनासाठी प्रथम कोणता उपग्रह अवकाशात प्रक्षेपित केला?
अ) टीईस ब) एक्सप्लोरर क) टायरॉस ड) कल्पना — १
- ३) लष्करी उपग्रहाचे कार्य कोणते असते?
अ) मार्गदर्शने ब) संदेशवहन क) रेडीओ प्रसारण ड) हेरगिरी
- ४) उपग्रहाच्या भ्रमणकक्षेवर आधारीत खालील पैकी कोणता उपग्रह नाही?
अ) भूस्थिर ब) सूर्यस्थिर क) दूरसंवेदन ड) मोलनिया

३.२.४ भारतीय अवकाश कार्यक्रम

भारतीयांची अवकाशीय अभ्यासाची परंपरा फार प्राचीन आहे. भारतीय वेद, उपनिषिदे, ग्रंथ, पुराणे इत्यादी मध्ये ग्रह, तारे, सूर्य व चंद्र यांच्या संबंधी अनेक सुक्ष्म वर्णने आढळून येतात. भारतीयांच्या या योगदानात विराहमीर, ब्रम्हगुप्ता, भास्कराचार्य, आर्यभट इत्यादींचे महत्व अनन्यसाधारण असे आहे. भारताच्या इतिहासात वेधशाळांच्या नोंदीही आढळून येतात. भारतीय पारतंत्र्यांच्या काळात वैज्ञानिक संशोधन कार्यास मर्यादा पडल्याच्या स्पष्ट पणे जाणवून येते.

भारताच्या स्वातंत्र्य प्राप्ती नंतर अवकाश संशोधन कार्यास चालना मिळाल्याचे दिसून येते. मुळातच अवकाश संशोधनाच्या आधारे देशा समोरील अव्हानावरती सहजपणे मात करता येईल या धारणेतून अवकाश संशोधनाची वाटचाल सुरू झाली व आजचे स्वरूप प्राप्त झाले. १९६२ मध्ये देशाच्या अणूउर्जा विभागाच्या वतीने भारताची राष्ट्रीय अवकाश संशोधन समिती स्थापन करण्यात आली. पुढे भारत सरकार अवकाश संस्था (Indian Government Space Agency) ची स्थापना होऊन हीच संस्था १९६९ मध्ये भारतीय अवकाश संशोधन संस्था किंवा इस्त्रो (Indian Space Research Organization) नावाने ओळखली जाऊ लागली. इस्त्रो अंतर्गत अवकाश विभाग म्हणुन एक स्वतंत्र विभाग निर्माण करण्यात आला.

भारतीय अवकाश संशोधन संस्था किंवा इस्त्रो

भारताच्या अवकाश संशोधना संबंधी सर्व कार्यक्रमांचे व्यवस्थापन, नियंत्रण व संचलन इस्त्रो व भारतीय अवकाश विभाग या दोहोंच्या मध्यमातून केले जाते. इस्त्रोचे मुख्यालय बंगळूर येथे असून यांच्या निर्देशनाखाली अहमदाबाद, हैद्राबाद व तिरुअनंतपुरम सारख्या उपकेंद्रातून अवकाश संशोधनाचे कामकाज चालते. इस्त्रोच्या कार्याची उद्दिष्टे निश्चित असून ती खालील प्रमाणे आहेत:

१. भारताच्या ग्रामीण व अविकसीत क्षेत्रात संदेशवहनाच्या सुविधा वाढवणे.
२. नैसर्गिक खनिज संपदेचा शोध घेणे.
३. विकास योजना राबवण्यासाठी संबंधीत प्रदेशातील आवश्यक भौगोलिक स्थितीचा अभ्यास करणे.

४. वातावरण, हवा व हवामानाचा अभ्यास करणे.
५. भारतीय सीमांचे निरीक्षण करून या बाबतची माहिती लष्कराला पुरविणे.
६. इस्त्रो अंतर्गत, देशातील केंद्रातून देश संरक्षणासाठी क्षेपणास्त्रांची निर्मिती करणे.

वरील उद्दिष्टे साध्य करण्यासाठी अवकाश तंत्रज्ञान विभाग विशिष्ट प्रकारचे नियोजन करत असते. तसेच अणूउर्जा विभाग, संरक्षण संशोधन विभाग इतर संस्थांच्या सहकायनि कांही प्रकल्प राबवीत असते. या शिवाय अवकाश संशोधनासाठी उपयुक्त मनुष्यबळाच्या विकासा सोबत इतर संबंधीत विभागांचा विकास साधणे, विविध विद्यापीठांच्या सहकायनि संयुक्त प्रकल्प हाती घेतले जात आहेत.

● इस्त्रोची संशोधन केंद्रे

इस्त्रोच्या वैशिष्टपूर्ण कार्यपध्दती मुळेच देशी बनावटीचे उपग्रह व अग्निबाण आजवरच्या कार्याचे फलीत ठरले आहे. संयुक्त पणे चालणारे कार्य खालील केंद्रातून चालते:

१. इस्त्रोचे उपग्रह केंद्र

इस्त्रोचे उपग्रह केंद्र बंगळूर येथे असून, येथून उपग्रहाचे आराखडे, त्यांची बांधणी व चाचण्या इत्यादी सारखी कामे चालतात. या शिवाय उपग्रह बांधणीचे तंत्रज्ञान व उपग्रहांची उपयोगीता यावरती येथे संशोधन चालते.

२. विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र

अवकाश संशोधनातील मुख्य भाग असणाऱ्या उपग्रह प्रक्षेपकावरील संशोधनाची जबाबदारी पेलण्याचे काम करणारी ही महत्वपूर्ण संस्था आहे. प्रख्यात वैज्ञानिक विक्रम साराभाई यांच्या सन्मानार्थ या केंद्राचे नामकरण त्यांच्या नावावरून करण्यात आले आहे. तिरूअनंतपूरम स्थित या केंद्रात वाहकांवरती संशोधन करून त्यांचा विकास केला जातो. अत्तापर्यंतच्या जवळजवळ सर्व भारतीय बनावटीच्या प्रक्षेपकांची निर्मिती या केंद्रातून करण्यात आली आहे.

३. अवकाश उपयोजन केंद्र (सॅक)

गुजरातमधील अहमदाबाद स्थित या उपकेंद्रातून उपग्रहांच्या उपयोगीतेवर अभ्यास कार्य चालते. दळणवळण व सदूरसंवेदनाच्या बाबतीत उपग्रहांच्या नियंत्रण प्रक्रियेतील सुलभतेवरती संशोधन केले जाते. अवकाशातील उपग्रहांशी संबंध प्रस्थापीत करणे, त्यांच्या नियमित संपर्कात राहणेसाठी नवीन केंद्रांची स्थापना करण्याबरोबरच त्यांची देखभाल करण्याची जबाबदारी याच केंद्राची असते.

४. सतीश धवन अवकाश केंद्र (शार)

आंध्र प्रदेशातील श्रीहरीकोटा या ठिकाणी असलेले हे केंद्र 'शार' नावाने ओळखले जाते. सन २००२ मध्ये सतीश धवन यांच्या नावाने या केंद्राचे नामकरण झाले. इस्त्रोच्या प्रक्षेपणाचे हे केंद्र आहे. येथून उपग्रह त्यांच्या पूर्व निश्चित कक्षेत पाठवले जातात.

५. भौतिक संशोधन प्रयोगशाळा

अवकाश संशोधनाशी निगडीत पदार्थविज्ञानातील प्रगत संशोधन करणारी प्रयोगशाळा अहमदाबाद येथे आहे. या प्रयोगशाळेतून इन्फ्रारेड, खगोलशास्त्रातील सुर्यासंबंधी संशोधन येथून चालते.

६. टेलिमेट्री ट्रॅकिंग व कमांड नेटवर्क

उपग्रह प्रक्षेपक, उपग्रहाचा मार्ग आणि त्यांच्या हालचालींची माहिती जमा करणे तसेच अनेक केंद्रांचे जाळे निर्माण करण्यासाठी टेलिमेट्री ट्रॅकिंग व कमांडचे नेटवर्क उभारण्यात आले आहे. या केंद्रांचे मुख्यालय बंगळूर मध्ये असून त्यांची उपकेंद्रे लखनौ, पोर्टब्लेअर, श्रीहरीकोटा, तिरुअनंतपूरम व मॉरिशस इत्यादी ठिकाणी आहेत.

७. मास्टर कंट्रोल फॅसिलिटी

कर्नाटकातील हसन हे मास्टर कंट्रोल फॅसिलिटी केंद्राचे मुख्यालय आहे. येथून उपग्रह अवकाशात प्रक्षेपित केल्यानंतर तो योग्य कक्षेत स्थापित करणे, त्याची सर्व कार्ये व्यवस्थित चालू करण्या बरोबरच उपग्रहावरती नियंत्रण ठेवण्याची जबाबदारी या केंद्राची असते.

८. राष्ट्रीय दूरसंवेदन संस्था (एनआरएस)

ही संस्था हैद्राबाद मध्ये असून तिचे काम अवकाश विभागाच्या अंतर्गत पण स्वतंत्रपणे चालते. दूरसंवेदना संबंधी संशोधन करणे आणि उपग्रह प्रतिमा व्यापारी तत्वावर उपलब्ध करून देणे हे या संस्थेचे मुख्य कार्य आहे.

९. नॉर्थ – ईस्टर्न स्पेस ॲप्लिकेशन केंद्र

अवकाश तंत्रज्ञानाच्या विकासाचा फायदा भारताच्या उत्तर-पूर्वेकडील राज्यांना करून देण्यासाठी सन २००० मध्ये शिलॉंग येथे या केंद्राची स्थापना करण्यात आली.

● भारताचे उपग्रह कार्यक्रम

१९ एप्रिल १९७५ ला अवकाशात झेपावलेला पहिल्या आर्यभट उपग्रहा पासून, भारताची चांद्रयान मोहिम, मंगळयान मोहिम, एकाच प्रक्षेपकाद्वारे एकाचवेळी १४१ उपग्रह अगदी अल्पशा किंमतीत अवकाशात स्थित करून जागतिक विक्रम करण्याच्या कामगिरी पर्यंत नव्हे तर २०२२ मधील गगनयान मोहिमेचा मनोदय निश्चितच अचिंबीत करणारा आहे. देशी बनावटीच्या आर्यभट उपग्रहाला अवकाशात पाठवले ते रशियन वाहकाने. तेव्हापासून आजपर्यंत विविध अडथळांना समर्थपणे सामोरे जात दूरसंचार, दूरसंवेदन, हवामान, हवा, सागराविषयक इत्यादी कार्यांशी निगडित देशी बनावटीचे उपग्रह आणि त्यासाठी लागणारे वाहक बनवण्यात इस्त्रोचे कार्य व यश महत्वाचे आहे. सुरुवातीस प्रायोगिक तत्वावरील उपग्रहांचे प्रक्षेपण व तदनंतर खऱ्या अर्थाने बहुउपयोगी व वैज्ञानिक क्षेत्राशी संबंधित उपग्रह मालिकेची प्रक्षेपणे. उपग्रह प्रणालीतील इन्सॅट व आयआरएस मालिकेचे यश नक्कीच कौतुकाचे आहे. या दोन्ही उपग्रह मालिकांची वैशिष्ट्ये, उपयोगिता व यशस्वीतेची माहिती पुढील प्रमाणे:

● भारतीय उपग्रह प्रणालींचे (मालिका) प्रकार

अ) इन्सॅट प्रणाली (भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली)

ब) आयआरएस प्रणाली (दूरसंवेदन उपग्रह प्रणाली)

अ) इन्सॅट प्रणाली (भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली)

भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह अर्थातच इन्सॅट (INSAT) किंवा (इंडियन नॅशनल सेटेलाइट) होय. या मालिकेतील पहिला उपग्रह १९८२ ला प्रक्षेपित करण्यात आला तेव्हा पासून आजअखेर भारताने या मालिकेतील अनेक उपग्रह अवकाशात यशस्वीपणे प्रक्षेपित केलेले आहेत. इन्सॅट-१ भारताचा बहुउद्देशी उपग्रह असून यांच्या मार्फत टेलिकम्युनिकेशन, हवामान, देशभर टीव्हीचे जाळे, रेडिओ व टीव्ही प्रसारणाचे योग्यते वितरण करणे इत्यादीं सारखी जबाबदारी इन्सॅट प्रणालीची आहे.

१. पहिल्या पिढीतील उपग्रह

इन्सॅट-१ए चे प्रक्षेपण अमेरिकेच्या मदतीने १० एप्रिल १९८२ रोजी केले मात्र १४७ दिवसांच्या कार्यानंतर तो निकामी झाला. यानंतर इन्सॅट-१बी हा उपग्रह अमेरिकेच्याच मदतीने ३० ऑगस्ट १९८३ रोजी अवकाशात प्रक्षेपित केला. पुढे इन्सॅट-१सी उपग्रह फ्रान्सच्या सहकार्याने २२ जुलै १९८८ रोजी प्रक्षेपित केला. या सर्व उपग्रहांचे नियंत्रण भारतातील हसन मधून केले जाते.

२. दुसऱ्या पिढीतील उपग्रह

इन्सॅट-२ या मालिकेतील उपग्रह इन्सॅट-१ मालिकेची सुधारीत आवृत्ती असून ते सर्वच इन्सॅट-१ मालिकेपेक्षा सरस आहेत. या मालिकेतील इन्सॅट-२ए (१० जुलै १९९२) व इन्सॅट-२बी (२३ जुलै १९९३) मध्ये फ्रेंच गियानातील प्रक्षेपण केंद्रावरून अवकाशात स्थित करण्यात आले आहेत.

या पिढीतील इन्सॅट मालिकेअंतर्गत इन्सॅट-२ हा ३ जून १९९७ ला अवकाशात पाठविण्यात आला. या उपग्रहाची वैशिष्ट्ये म्हणजे एरियन-४ अग्निबाणाच्या साहाय्याने पृथ्वीपासून २०० किमी उंचीवरती स्थिर करण्यात आला असून याचा एकूण खर्च ₹ १४० कोटी झाला. इन्सॅट-२ साठी आलेला खर्च जगातील इतर उपग्रहासाठी आलेल्या खर्चाच्या तुलनेत फक्त एक तृत्यांश एवढाच होता.

३. तिसऱ्या पिढीतील उपग्रह

तिसऱ्या पिढीतील पहिला उपग्रह इन्सॅट-३बी फ्रेंच गियानामधून मार्च २००० मध्ये केवळ दूरसंचार कार्यासाठी प्रक्षेपित करण्यात आला. या उपग्रहामुळे व्हीसॅट प्रणालीत लक्षणीय सुधारणा झाल्याचे दिसून येते.

४. चौथ्या पिढीतील उपग्रह

या पिढीतील पहिला उपग्रह इन्सॅट-४ए २२ डिसेंबर २००५ रोजी फ्रेंच गियानामधून अवकाशात सोडण्यात आला. चौथ्या पिढीतील पुढील उपग्रह इन्सॅट-४सी भारतीय बनावटीचा असून १० जुलै २००६ रोजी प्रक्षेपित करण्यात आला.

● इन्सॅट मालिकेचे उपयोग किंवा फायदे

१. दूरसंचार क्षेत्र

दूरसंचाराचे जाळे निर्माण करण्यासाठी भारत सरकारच्या दूरसंचार विभागाने या मालिकेचा मोठ्या प्रमाणात उपयोग करून घेतला आहे. प्रेस ट्रस्ट ऑफ इंडिया (पीटीआय) ने सुध्दा याचा लाभ घेतला असून या उपग्रह मालिकेमुळे बातम्यांचे प्रसारण व माहितीची देवघेव अधिक वेगाने व कार्यक्षमपणे करणे शक्य झाले आहे.

२. दूरदर्शन सुविधा

दूरदर्शन क्षेत्रात इन्सॅट उपग्रहांची भूमिका पायाभूत असून देशातील जवळजवळ ९० टक्के लोकसंख्या याचा लाभ घेत आहे. बातम्या, करमणुक, खेळ, शैक्षणिक कार्यक्रम प्रसारणामध्ये या मालिकेचे योगदान महत्वपूर्ण आहे.

३. मोबाईल संदेशवहन

संदेशवहनाच्या क्षेत्रात मोबाईल व फॅक्स यांना महत्व आहे. इन्सॅट मालिकेमुळे मोबाईल संदेशवहन कार्य शक्य झाले आहे.

४. टेलि—मेडिसीन

इन्सॅट मालिकेने टेलि—मेडिसीन सेवा उपलब्ध करून दिली आहे. भारतासारख्या खंडप्राय देशात दूर्गम व ग्रामीण भागात वैद्यकीय सेवा व रोगनिदान तज्ञांची कमतरता असताना अगदी कमी वेळेत उपग्रहांचा वापर करून शहरी किंवा प्रगत भागातील तज्ञांची मदत घेणे शक्य होऊन वैद्यकीय कमतरतेची उणीव भरून काढण्याचे काम या मालिकेने केले आहे.

५. शोध व बचाव कार्य

संकटाचे पूर्वानुमान सांगणे, संकट काळी बचाव व मदत कार्य इत्यादीसाठी उपग्रहांची भूमिका महत्वपूर्ण ठरते. या कामी विशिष्ट यंत्रणा कार्यरत असून त्यास लेऑरस्स (LEORSS) नावने संबोधले जाते. या प्रणालीचा सर्वाधिक फायदा विमान प्राधिकरणे, तटरक्षक दल व सागरी क्षेत्रातील कंपन्यांना होतो.

७. ग्रामसॅट पथदर्शक प्रकल्प

ग्रामसॅट योजनेअंतर्गत प्रादेशिक पातळीवरती त्यांच्या भाषेत खास ग्रामीण भागासाठी शैक्षणिक व सांस्कृतिक कार्यक्रमांचे प्रसारण करणे शक्य झाले आहे.

ब) आयआरएस उपग्रह प्रणाली (सदूरसंवेदन उपग्रह प्रणाली)

आयआरएस उपग्रह प्रणाली किंवा सदूरसंवेदन उपग्रह प्रणाली म्हणजेच इंडियन रिमोट सेन्सिंग सॅटेलाईट होय. या प्रणालीतील उपग्रहांचा उपयोग प्रामुख्याने भौगोलिक क्षेत्रांचा अभ्यास करण्यासाठी होतो. अशा प्रकारचे उपग्रह प्रक्षेपित करणारा भारत हा जगातील पाचवा देश ठरला आहे.

भारताच्या पहिल्या आयआरएस—१ए या उपग्रहाचे प्रक्षेपण प्रायोगिक तत्वावरती रशियाच्या मदतीने व्होस्टोक अग्निबानाच्या साह्याने १ मार्च १९८८ मध्ये केले गेले. या उपग्रहाच्या आधारे नैसर्गिक साधनसंपत्तीचे सर्वेक्षण, संबंधीत माहितीचे संकलन व वर्गीकरण करणे सहज शक्य झाले आहे. या मालिकेतील दुसरा उपग्रह आयआरएस—१बी २९ ऑगस्ट १९९१ रोजी प्रक्षेपित करण्यात आला असून या उपग्रहामुळे देशाच्या नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा शोध घेणे आणि त्याचे नियोजन करणे सोपे झाले. याचाच एक भाग म्हणून त्यासाठी नॅशनल नॅचरल रिसोर्स मॅनेजमेंट सिस्टीम (NNRMS) निर्मिती करण्यात आली. या उपग्रहाकडून प्राप्त माहितीचे संकलन, जतन, विश्लेषण व वर्गीकरण हैद्राबाद येथील नॅशनल रिमोट सेन्सिंग सेंटर मधून चालते.

- समुद्री उपग्रह: आयआरएस — पी ४ (IRS-P4)

हा भारताचा पहिला समुद्री उपग्रह असून याच्यामार्फत सागर, महासागर व त्यातील खनिज साधनसंपत्ती बाबतची माहिती उपलब्ध होत आहे. याचे वैशिष्ट्य म्हणजे या उपग्रहास सॉलिडस्टेट संवेदक व अत्याधुनिक मॉनिटर बसवलेले आहेत. समुद्री उपग्रहामुळे सागरस्थितीची (सागरी हवामान, लाटांची गती व दिशा, वाऱ्याची दिशा, सागरी सीमा इत्यादी) अचूक माहिती प्राप्त होत असते.

● मेटसॅट

भारतीय हवामानाविषयी माहिती मिळवण्याच्या उद्देशाने अवकाशात सोडलेला पहिला उपग्रह आहे. ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपक—४सी व्दारे १२ सप्टेंबर २००२ रोजी श्रीहरीकोटा मधून मेटसॅटचे प्रक्षेपण करण्यात आले. कल्पना—१ असे मॅटसॅटचे नामकरण करण्यात आले आहे.

● आयआरएस उपग्रह प्रणालीचे फायदे

१. शेतीच्या अनुषंगाने या मालिकेची भूमिका अतिशय महत्वाची असून यांच्या मार्फत दुष्काळाचे पूर्व अनुमान, दर हेक्टरी उत्पादकता, पिकांवरील कीड तसेच पूर परिस्थितीचे अंदाज बांधणे इत्यादी.
२. भूजल उपलब्धता, जलव्यवस्थापन, भूगर्भातील खनिजांचा शोध, नैसर्गिक तेल व वायू साठे इत्यादींचे अभ्यास व संशोधन कामी या प्रकारच्या उपग्रह उपयोगी ठरत आहेत.
३. ओशनसॅटव्दारे सागरी हालचालींचा मान्सूनवरती होणारा परिणाम, सागरी खनिज संपदा, सागरी किनारपट्टीची टेहळणी, सागरी जैवसंपदेचा अभ्यास इत्यादी साठी हा उपग्रह मदतीचे कार्य करतो.
४. भूमिउपयोजन, शहर नियोजन, पडिक जमिनीचा विकास, जंगल क्षेत्र इत्यादी सारख्या बाबींची अचूक माहिती मिळवण्याच्या दृष्टीने आयआरएस उपग्रह उपयोगी पडतात.
५. जागतिक तापमान वाढीचा परिणाम म्हणून हिमच्छादीत प्रदेशातील हिमाचे वितळणेसारख्या घटनांचा अभ्यास करण्यासाठी या उपग्रहाची गरज भासते.

● चांद्रयान मोहिम

भारतीय शास्त्रज्ञांसमोर पूर्ण स्वदेशी बनावटीचा उपग्रह व प्रक्षेपक निर्मिती करणे तसे एक प्रकारचे अव्हानच होते. चांद्रयान मोहिमेचा मनोदय प्रथम २००३ मध्ये व्यक्त करण्यात आला व विविध अव्हानाला समर्थपणे पेलून २००८ मध्ये चांद्रयान मोहिम भारताने यशस्वी केली. या मोहिमेच्या यशस्वीतेनंतर भारताचे स्थान जगातील अमेरिका व रशिया सारख्या देशांच्या बरोबर जोडले गेले. या देशांबरोबरच युरोपीयन राष्ट्रंकाडून जवळपास ६० चांद्रमोहिमा यशस्वी पूर्ण करण्यात आल्या आहेत. भारताच्या चांद्रयान मोहिमेची वैशिष्ट्ये खालील प्रमाणे सांगता येतील:

१. चंद्राच्या पृष्ठभागाची छायाचित्रे पृथ्वीवरती पाठवण्या बरोबरच चंद्रावरील जमिनीचे प्राकृतिक व रासायनिक गुणधर्मांचा अभ्यास करणे.
२. चंद्रावरील खनिज संपत्तीचे सर्वेक्षण करणे.
३. चंद्रावर विपूल प्रमाणात उपलब्ध असणारा हेलियम—३चा वापर भविष्यकालीन उर्जास्त्रोत म्हणून करण्याच्या दृष्टीने संशोधन पुरक कार्यास माहिती उपलब्ध करून देणे.
४. चंद्राच्या उत्पत्ती बाबतचा सखोल अभ्यास करणे.
५. सदूरसंवेदी उपग्रहासाठी उर्जास्त्रोत मिळवणे.

चांद्रयान माहिमेची तयारी अर्थातच यानाचे सुटे भाग हिंदुस्थान एरॉनॉटिक्स लिमिटेड मध्ये तयार करून ते बंगळूर मधील इस्त्रोच्या सॅटेलाईट कार्यस्थळी आणले गेले. सुटया भागाची जोडणी करून बंगळूर पासून जवळच ब्यालालू मध्ये डीप स्पेस ट्रॅकिंग नेटवर्क सारख्या केंद्राची उभारणी केली होती. इस्त्रोच्या अनेक संस्था, विद्यापीठे, वैज्ञानिक, उच्च तंत्रज्ञान प्रशिक्षित मनुष्यबळ या सर्वांच्या जोरावर ही मोहिम राबवण्यात आली आहे.

चांद्रयान मोहिमेच्या पहिल्या टप्प्यात सोमयान—१ यान सर्वप्रथम पृथ्वीपासून भूस्थिर कक्षेत प्रक्षेपित करण्यात आले. भूस्थिर कक्षेतून पृथ्वी प्रदक्षिणा पूर्ण केल्या नंतर चंद्राचे ३.८४ किमी अंतर पार करण्यासाठी ५ दिवसाचा कालावधी लागला होता. अशा सर्व प्रवासानंतर हे यान चंद्राजवळील प्राथमिक कक्षेत म्हणजेच चंद्रापासून १००० किमी अंतरावरती पोहचले. तेथील प्रदक्षिणा पूर्ण करून यान अंतिम कक्षेत पोहचेल व या कामी यानाचे दोन मोड्यूल मध्ये विभाजन केले होते. त्यापैकी मुख्य मोड्यूल चंद्राभोवती प्रदक्षिणा घालत राहून चंद्राबाबतीची महत्वपूर्ण माहिती पृथ्वीवरती सलग दोन वर्षे पाठवित राहीले.

● मंगळयान मोहिम

इस्त्रोच्या आजवरच्या अवकाश संशोधनातील अनुभव आणि अवकाश तंत्रज्ञानात केलेल्या प्रगती बरोबर अमेरिका, रशिया, युरोपीय राष्ट्रे व चीन सारख्या देशांना भारतीय अवकाश संशोधनाची ओळख दाखवून देण्याच्या उद्देशाने मंगळयान मोहिमेचा प्रकल्प राबवला. पृथ्वीप्रमाणेच मंगळावरती मानवी अधिवास विकसित करता येईल का? भविष्यात पृथ्वीला पर्याय म्हणून मंगळ ग्रहाचा उपयोग शक्य आहे का? या सारख्या प्रश्नांचा उकल करण्यासाठी अनेक देशांनी जवळजवळ ५१ मोहिमा राबवल्या परंतु त्या पैकी २१ मंगळयान मोहिमा यशस्वी झाल्या. भारताने याच उद्देशाने मंगळयान मोहिम राबवली आणि जगाचे लक्ष वेधून घेतले. पहिल्या आणि एकाच प्रयत्नात ते ही इतर देशांच्या मंगळयान मोहिमच्या तुलनेत अगदी अल्प खर्चात भारताने ही मोहिम यशस्वी केली आणि जगाला अवकाश संशोधनातील आपली ताकत दाखवून दिली.

इस्त्रोचे चेअरमन जी. महादेवन नायर यांनी २३ नोव्हेंबर २००८ रोजी मंगळयान मोहिमे बाबत प्रथमच सर्वाजनिक घोषणा केली. पुढे २०१० मध्ये मंगळयान मोहिम संकल्पनेची सुरवात इंडियन इंस्टीटुट ऑफ स्पेस सायन्स अँड टेक्नॉलॉजीच्या संशोधन, अभ्यास व चांद्रयान मोहिमेच्या अनुभवातून झाली. तथकालीन भारताचे पंतप्रधान मा. मनमोहन सिंग यांनी ३ ऑगस्ट २०१२ ला या मोहिमेस अनुमती देऊन मोहिमेच्या पुढील वाटचालीस दिशा देण्याचे कार्य केले. मंगळयान मोहिमेसाठी येणारा भांडवली खर्च साधारणतः ₹ ४५४ करोड च्या आसपास होता. यासाठी विविध कक्षांचा अभ्यास, उपग्रह सुटे भाग व बांधणी, प्रकल्प संबंधीत इतर केंद्रांच्या विकासासाठी खर्चाचे नियोजन करण्यात आले व इस्त्रोच्या योजनेनुसार या मोहिमेचे कामकाज सुरू झाले.

५ ऑगस्ट २०१३ ला पीएसएलव्ही—एक्सएल—सी२५ रॉकेटच्या जोडणीला सुरवात झाली. प्रमुख पाच शास्त्रीय उपकरणे बंगळूर मध्ये बनवून तयार होती ती एकत्र जोडून (अंतिम उपग्रह) श्रीहरीकोटा येथे २ ऑक्टोबर २०१३ रोजी रॉकेटला जोडण्यासाठी आणण्यात आला. उपग्रह निर्मितीचे काम अतिशय जलद गतीने म्हणजेच केवळ १५ महिन्यात पूर्ण करण्यात आले. दरम्यान संयुक्त संस्थानाच्या (युएसए) नासा संस्थेने ५ ऑक्टोबर २०१३ ला पुन्हा एकदा संदेशवहन व उपग्रह प्रवास मार्ग निश्चितीसाठी सहकार्य

करण्याचे अभिवचन दिले. एकुणच मंगळयान सर्वबाजूने तयार होऊन अवकाशात झोपावण्यासाठी सज्ज झाले होते.

इस्त्रोच्या पूर्व योजनेनुसार २८ ऑक्टोबर २०१३ ला मंगळयान प्रक्षेपित करण्याचे नियोजित होते परंतु खराब हवामानामुळे प्रक्षेपण पुढे ढकलण्यात आले. मोहिमेतील अडचणींचा अभ्यास करून इस्त्रोने मंगळयानाचे प्रक्षेपण २४ सप्टेंबर २०१४ रोजी यशस्वीपणे केले.

● भारताच्या मंगळयान मोहिमेचा उद्देश

मंगळयान मोहिमेचा मुख्य उद्देश आंतरग्रहीय मोहिमांच्या संबंधातून आराखडे, नियोजन, व्यवस्थापन व उपयोजनासाठी तंत्रज्ञानाचा विकास करणे.

जगातील मंगळयान मोहिमांचा उद्देश जवळजवळ एकसारखाच होता. तो म्हणजे मंगळ ग्रह मानवी वास्तव्यासाठी पर्याय ठरू शकेल काय? त्या अनुषंगाने वातावरण, पाणी, जमीन, भूरचना इत्यादी बाबतच्या माहितीचे संकलन करणे. माहितीच्या संकलनासाठी मंगळयानात पाच उपकरणांचा आधार घेण्यात आला होता व त्यांचे खालील प्रमाणे कार्य होते:

१. मिथेन सेन्सर: मिथेनची उपलब्धता ही जैव घटकांच्या अस्तीत्वाचे निदर्शक असते.
२. लेमॅन—अल्फा फोटोमिटर: जलस्रोत शोधण्याच्या कार्या बरोबर मंगळाच्या बाह्यभागात जलक्षयाचे मोजमाप करणे.
३. थर्मल इन्फ्रारेड इमेजिंग स्पेक्ट्रोमिटर: मंगळावरील तापमानाचे मापण करणे, मंगळच्या भूपृष्ठाचे घटक व खनिजांची नोंद घेणे.
४. मार्स इक्झोस्फेरिक नॅचरल कॉम्पोजिशन अॅनालायझर: मंगळाच्या बाह्यावरणातील नैसर्गिक कणांच्या संघटनाचे विश्लेषण करणे.
५. मार्स कलर कॅमेरा: मंगळ पृष्ठभागाची दृश्य किरणांच्या माध्यमातून चित्रण करणे.

३.२.४ स्वयं अध्ययन प्रश्न

- १) अमेरिकेच्या अवकाश संशोधन संस्थेचे नाव काय आहे?
अ) ISRO ब) NASA क) CNSA ड) JAXA
- २) भारताच्या अवकाश संशोधन संस्थेचे नाव काय आहे?
अ) ISRO ब) NASA क) PRL ड) SHAR
- ३) भारताच्या अवकाश संशोधन संस्थेचे (इस्त्रो) मुख्यालय कोठे आहे?
अ) अहमदाबाद ब) पुणे क) बंगळूर ड) श्रीहरीकोटा
- ४) उपग्रह प्रक्षेपक किंवा वाहकाबाबतचे संशोधन भारतात कोठे केले जाते?
अ) तिरुअनंतपुरम ब) अहमदाबाद क) बंगळूर ड) श्रीहरीकोटा
- ५) भारताने प्रक्षेपित केलेल्या उपग्रहाच्या उपयोगीते संबंधी संशोधन कार्य कोणत्या केंद्रावर चालते?
अ) अहमदाबाद ब) तिरुअनंतपुरम क) बंगळूर ड) श्रीहरीकोटा
- ६) खालील पैकी कोणता दुसऱ्या पिढीतील उपग्रह आहे?
अ) इन्सॅट—१बी ब) इन्सॅट—१ए क) इन्सॅट—२ए ड) इन्सॅट—४सी

७) खालील पैकी कोणत्या कार्यासाठी इन्सॅट मालिकेतील उपग्रहांचा उपयोग होत नाही?

अ) दूससंचार ब) बचाव कार्य क) किनारपट्टीची टेहहळणी ड) दूरदर्शन

३.२.४ भौगोलिक माहिती प्रणाली व जागतिक स्थाननिश्चिती प्रणालींचा परिचय

अ) भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस)

भौगोलिक माहिती प्रणालीस जीआयएस या संक्षेपीत नावाने ओळखले जाते. जीआयएसची विलक्षण क्षमता व दिवसेंदिवस वाढत्या उपयोजनामुळे या तंत्राला प्रचंड महत्व येऊ लागले आहे. या तंत्राच्या वापराची सुरवात १९६१ पासून जगभरात होऊ लागली. हळूहळू तंत्रज्ञानातील विकासामुळे जीआयएस मधेही मोठ्या प्रमाणावरील सांख्यिकीचे साठवण, व्यवस्थापन व विश्लेषण क्षमतेतील विकासा मुळे या प्रणालीस एक वेगळीच प्रतिष्ठा प्राप्त झाली आहे. अभिक्षेत्रीय वितरणाच्या स्वरूपातील भौगोलिक माहिती एकत्रीत करून जीआयएसद्वारे माहितीची उपयोगिता वाढविण्यासाठी संकलीत माहिती वरती योग्य ते संस्कार करण्यासाठी भिन्न क्रिया—प्रक्रियांच्या समुहामार्फत भौगोलिक माहिती प्रणालीचे कार्य चालते.

भौगोलिक माहिती प्रणाली २१व्या शतकातील संगणक व सदूरसंवेदन युगातील एक अतिप्रगत तंत्रज्ञान म्हणून ओळखले जाते. जगाला भेडसावणाऱ्या अनेक गुंतागुंतीच्या समस्या उदा. भूपृष्ठावरील पर्यावरणीय व परिस्थितिकीय क्रिया—प्रक्रिया नियमित घडत असताच परंतू यांच्याशी वातावरण, जलाशये यांचाही संबंध प्रत्यक्ष अप्रत्यक्ष येत असतो अशा घटकांचे मापन खुपच किचकट असते. शिवाय याविषयची माहिती खुपच विस्तारीत असते. अशी विस्तारीत माहिती एकत्रीत करणे, तिचे संचयन करणे, पृथकरण करणे आणि त्यावर आधारीत संबंधीत प्रदेशातील प्ररूपे अगदी सहजपणे, अल्पशा खर्चात व वेळात तयार करणे इत्यादी सर्व बाबींचा समावेश जीआयएस तंत्रात होतो.

भारतासारख्या कृषीप्रधान देशात या तंत्राचा खूपच फायदा होत आहे. भारताने अवकाशात प्रक्षेपीत केलेल्या उपग्रह मालिकेतील उपग्रहांचा या कामी मोठा फायदा होतो आहे. या उपग्रहांकडून प्राप्त होणाऱ्या प्रतिमा संबंधीत प्रदेशातील माहिती म्हणून वापरल्या जातात. अशा माहितीच्या आधारे जलसाठे, भूमीउपयोजन, समस्याग्रस्त प्रदेश, आपत्तीग्रस्त क्षेत्रे यांचे बीनचूक मुल्यमापन करता येते. ऐवढेच नव्हे तर अगदी लहान आकाराच्या भूभागाचे नियोजन करणे या तंत्राचे वैशिष्ट आहे. भौगोलिक माहिती प्रणालीद्वारे जमिनीचा कस, मृदेतील बाष्प, उतार, विविध पिके व त्यांचे वितरण, मृदेची जाडी तसेच भूगर्भीय खनिजे यांची इतर घटकांच्या संदर्भातून सांख्यिकी संकलीत केली जाते. संकलीत माहितीच्याद्वारे वेगवेगळे नकाशे एकमेकावर अध्यारोपीत केले जातात. पुढे हेच नकाशे त्या प्रदेशाच्या समस्या ओळखण्या बरोबरच त्या सोडवण्यासाठी व तेथील व्यवस्थापनासाठी वापरले जातात.

जीआयएस हे संगणकामध्ये वापरण्यात येणारी संहिता (Software) असून, संगणक व उपग्रह प्रतिमा, हवाई छायाचित्रे यांचा मोठा वाटा आहे. या सारख्या घटकाकडून उपलब्ध होणारी सांख्यिकी माहिती व तिचे पृथक्करण केवळ आणि केवळ संगणकाच्या साहाय्यानेच शक्य आहे. जीआयएस चा प्रसार किंवा आजचे महत्व हे संगणकातील प्रगती मुळेच शक्य झाले आहे.

भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस) व्याख्या

जी आय एसची व्याख्या अनेक अभ्यासकांनी केल्या आहेत. काळाच्या ओघात या तंत्रात झालेले बदल आणि जीआयएस चा वापर करण्यामागचा उद्देश या वरूनही व्याखेत वेगळेपणा दिसून येतो. जीआयएस संदर्भातील कांही महत्वाच्या व्याख्या खालील प्रमाणे सांगता येतील:

१. बुरो (१९८६): 'काही विशिष्ट उद्दिष्टे व हेतूंच्या पूर्ततेसाठी एखाद्या भौगोलिक प्रदेशासंबंधी अवकाशीय माहितीचे संकलन, साठवण, इच्छेनुसार पुनर्प्राप्तीकरण, रूपांतर आणि प्रदर्शन म्हणजे जीआयएस होय'.

२. टेंग (१९८६): 'भौगोलिक माहिती प्रणाली म्हणजे नकाशाशास्त्रीय प्रतिमानाच्या रूपाने क्षेत्रीय विश्लेषण स्पष्ट करणारे तंत्र होय'

३. ब्रिटीश पर्यावरण खाते (१९८७): 'भूसंदर्भित अवकाशिक सांख्यिकी मिळवणे, साठवणे, तपासणे, समाकलन करणे, कुशलतेने हाताळणी, पृथक्करण व विश्लेषणाची मांडणी व प्रदर्शन करणे अशा विविध प्रक्रिया करणारी प्रणाली म्हणजे जीआयएस'.

४. ऱ्हीड (१९८९) यांच्या मते 'पृथ्वीवरील भिन्न प्रदेशांच्या माहितीचे वर्णन करणाऱ्या सांख्यिकीची साठवण व त्या सांख्यिकीचे उपयोजन करणारी संगणक प्रणाली म्हणजे जीआयएस होय'.

५. रास्टर (१९८९) यांच्या मते 'दूर संवेदन तंत्र व संगणकाचा वापर करून स्थानिक, प्रादेशिक, आंतरराष्ट्रीय इत्यादी विभागांची माहिती संग्रहित करण्याचे वेगवेगळ्या घटकातील संबंध स्पष्ट करण्याबरोबर पायाभूत नकाशे तयार करण्याचे तंत्र म्हणजे जीआयएस होय'.

६. गाताडे व अडवीतोड (२००८): 'संगणकाची संहिता (Software) व संहती (Hardware) चा सुरेख वापर करून हवाई छायाचित्रे, उपग्रह प्रतिमा व इतर माहिती स्रोतांच्याद्वारे माहितीचे संकलन, तिचा अभ्यास व त्यामार्फत निष्कर्ष काढणारी एक प्रणाली होय'.

भौगोलिक माहिती प्रणाली वेगवेगळ्या नावांनी ओळखली जाते शिवाय तिचे स्वरूप ही यावरून स्पष्ट होते.

- भूमि माहिती प्रणाली
- संगणकीय भौगोलिक माहिती प्रणाली
- बहुउद्देशीय भौगोलिक सांख्यिकी प्रणाली
- पर्यावरणीय माहिती प्रणाली
- अभिक्षेत्रीय सांख्यिकी हाताळणी प्रणाली
- नियोजन माहिती प्रणाली

भौगोलिक माहिती प्रणालीचे फायदे / उपयोग

१. जीआयएस तंत्राद्वारे माहितीची साठवणूक करता येते.
२. साठवलेली माहिती पुन्हा प्राप्त करता येते.
३. एखाद्या संबंधित घटकाबाबत नव्याने प्राप्त झालेली माहिती मुळ माहितीत समाविष्ट करता येते.
४. जुन्या व नव्या माहितीच्या एकत्रिकरणातून सुधारीत माहिती वर्तमान स्थिती व्यक्त करण्यास मदत करते.
५. या तंत्रात सर्व प्रकारची माहिती एकत्र देता येते.

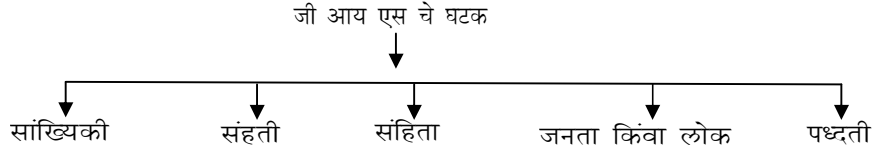
६. वेगवेगळ्या स्वरूपातील (संख्यात्मक, चित्रात्मक व गुणात्मक) माहितीचे संगोपन करता येते.

७. मानवाशी संबंधीत असणाऱ्या सर्व क्षेत्रात जीआयएसचा वापर करता येतो.

८. या तंत्रात वेगवेगळे नकाशे एकमेकावर अध्यारोपीत करता येतात.

भौगोलिक माहिती प्रणालीचे घटक

भौगोलिक माहिती प्रणाली संगणकावर चालणारी संहिता असून ज्या प्रकारे या पध्दतीचे कार्य चालते त्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या साधनांना जीआयएसचे घटक म्हणून ओळखले जाते. जीआयएस कार्यपध्दती मध्ये अनेक घटक आपआपली भूमिका निभावत असतात परंतु त्यामध्ये प्रमुख पाच घटक महत्वाचे मानले जात.



१) सांख्यिकी (Data)

भौगोलिक माहिती प्रणाली मध्ये सांख्यिकी किंवा आकडेवारीस खूप महत्व असून माहितीच्या उपलब्धतेशिवाय ही प्रणाली पूर्णत्वास येऊ शकत नाही. म्हणूनच सांख्यिकी या प्रणालीचा प्रमुख घटक आहे. भौगोलिक सांख्यिकी माहिती प्राथमिक व द्वितीय स्त्रोतामार्फत संकलीत केली जाते. आकड्यांच्या स्वरूपातील माहिती जीआयएसचे आवक (Input) बनते. अशा आकडेवारी सोबत अवकाशीय आकडेवारीची जोड देऊन नकाशे तयार केले जातात. जे नकाशे पुढे नियोजन, समस्यांची ओळख व सोडवणुक, व्यवस्थानासाठी वापरले जातात.

२) संहती (Hardware)

संगणकाची ही एक स्वतंत्र प्रणाली असून जी आय एस संहितेचा वापर या प्रणालीशिवाय करता येत नाही. कोणत्याही संगणकाची संहती संगणकाच्या प्रकारावर अवलंबून असते. आजमितीस विविध आकाराचे व प्रकारचे संगणक बाजारात उपलब्ध असून जीआयएसचा कणा म्हणून संहतीस ओळखले जाते.

३) संहिता (Software)

विविध स्त्रोतामार्फत संकलीत करण्यात आलेल्या संख्यात्मक व गुणात्मक माहितीवरती प्रक्रिया करण्यासाठी संहितेची गरज असते. संहितेशिवाय जीआयएस पूर्णपणे अपुरे ठरते. आज बाजारात विविध प्रकारच्या संहिता उपलब्ध आहेत. उदा. व्यापारी तत्वावरील संहितांमध्ये अर्कजीआयएस, मॅप इन्फो, अर्क इन्फो, ग्लोबल मॅपर, मनीफोल्ड, स्मॉलवल्ड जीओमेडीया, बेन्टले, गोल्डन, मॅपटीट्युड, सुपरजीआयएस, इट्रीसी, मॅप मेकर, कॅड मॅप इत्यादी तर खुप सारे फ्री ओपन सोअर्ससद्वारे उदा. इलव्हीस, मॅपविन्डो, ग्रास जीआयएस, सागा इत्यादी जीआयएस संहिता उपलब्ध आहेत.

४) जनता किंवा लोक (People)

जगभरामध्ये जीआयएसचा वापर करणाऱ्यांची संख्या दिवसेंदिवस वाढत आहे. जीआयएसचा वापर सरकारी, सहकारी व खाजगी कामासाठी केला जात असून त्या मध्ये जनतेची भूमिका महत्वपूर्ण ठरते. अगदी तज्ञ लोकांपासून सामान्य कुशल कामगारपर्यंतच्या लोकांचा यामध्ये समावेश होतो. जीआयएस

वापरण्याच्या पध्दतीनुसार लोकांची दोन प्रकारात विभागणी करता येते. लोकांचा पहिला प्रकार म्हणजे कॅड किंवा जीआयएस ऑपरेटर व दूसरा प्रकार जीआयएस अभियांता किंवा उपभोक्ता.

५) पध्दती (Method)

संहती व संहितेचा पूर्ण अभ्यासांती व्यवहारकुशलता व योग्य नियोजनाच्या जोरावरती जीआयएस वापरकर्त्यांची यशस्विता अवलंबून असते. यातील विविध पध्दतीचे तांत्रिक ज्ञान नकाशा निर्मिती व प्रकल्पाकरीता आवश्यक असते. जीआयएस मध्ये नकाशानिर्मिती स्वयंचलीत असते. मात्र त्यासाठी रास्टर चे रूपांतर व्हेक्टरमध्ये करावे लागते. त्यामुळे वापर कर्त्यांच्या कार्य पध्दतीनुसार जीआयएस पध्दत अवलंबली जाते. या मध्ये सर्व्हे विभागाकडून अंकिय स्वरूपाचे नकाशे तयार केले जातात किंवा अपग्रह प्रतिमांच्या साह्याने नकाशे तयार केले जातात.

भौगोलिक माहिती प्रणालीची कार्ये

आजच्या तंत्रज्ञानाच्या युगात अत्यंत महत्वाचे साधन म्हणुन या प्रणालीकडे पाहिले जाते. संगणकाच्या साह्याने जवळजवळ सर्वच क्षेत्रातील विविध घटकांचे विश्लेषण, मूल्यमापन व उपयोजन केले जात आहे. याचे कारण म्हणजे या प्रणालीची एकाच वेळी अनेक घटकांचे कमाल पृथक्करण करण्याची क्षमता होय.

- सांख्यिकीचे एकत्रीकरण
- सांख्यिकीचे विश्लेषण
- माहितीचे व्यवस्थापन
- समस्यांची अचूक ओळख
- समस्यांवरती उपाय योजना
- आपत्ती व्यवस्थापन
- रूपांतर कार्य

ब) जागतिक दिकचालन उपग्रह प्रणाली (ग्लोबल नॅव्हिगेशन सॅटेलाइट सिस्टम किंवा GNSS)

अवकाश संशोधन विकासाच्या माध्यमातून विसाव्या शतकातील वैज्ञानिकांची महत्वाची देणगी म्हणजे उपग्रहांच्याद्वारे पृथ्वी पृष्ठभागावरील कोणत्याही ठिकाणाचे अचूक निरपेक्ष स्थान उपलब्ध करणे हे आहे. अगदी पाटीमागील काही वर्षांपर्यंत जीपीएसद्वारे कोणत्याही ठिकाणाचे निरपेक्ष स्थान सहजपणे अगदी काही क्षणात प्राप्त करता होतो. जीपीएस तंत्रज्ञानात आज मोठी प्रगती झाली असून आजमीतीस जीएनएसएसच्या प्रगती मुळम जगभरात या संबंधी विविध उपकरणे बाजारात सुलभपणे उपलब्ध आहेत शिवाय फ्री मोबाईल ऑप सुध्दा आहेत. विशिष्ट स्थानांची सांख्यिकी मिळवण्यासाठी याचा उपयोग होतो. या तंत्राचा विस्तार वाढतच असल्याने जीएनएसएस मध्ये अधिकच सुधारणा करण्याकडे वैज्ञानिकांचा कल वाढत आहे.

जीएनएसएस ही एक व्यापक संज्ञा असून ज्या मध्ये विविध प्रकारच्या उपग्रह आधारित स्थान, दिकचालन (नेव्हिगेशन) आणि वेळ सारख्या प्रणालींचा समावेश होतो. जीएनएसएस धारणकर्ता चार किंवा अधिक उपग्रहांचे अंतर मोजून त्यांचे स्वतःचे स्थान अचूकपणे निर्धारित करतात. सुरवातीला हे सर्व उपग्रह एकाच जीएनएसएस कडून असायचे, पण आजमीतीस बहु जीएनएसएस धारणकर्त्यांना सामन्य झाले आहेत.

जीपीएस सारखीच ही प्रणाली असून अमेरिकन सर्वेक्षण विभागाने सर्व प्रथम जीपीएसचा वापर १९८०ला केला. या विभागाद्वारे क्षेपणास्त्र प्रक्षेपणातील अचूकता आणण्यासाठी या प्रणालीची निर्मिती करण्यात आली. सुरवातीच्या काळात हे तंत्रज्ञान फक्त संरक्षण विभागासाठी असणारे आज ते सार्वजनिक झाले आहे.

जागतिक दिकचालन उपग्रह प्रणाली म्हणजे ग्लोबल नेव्हिगेशन सॅटेलाइट सिस्टीम आणि उपग्रह दिकचालन (नेव्हिगेशन) प्रणालीसाठी मानक सामान्य संज्ञा आहे. जी जागतिक व्याप्तीसह स्वायत्त भू-स्थानिक स्थिती दर्शवते. या संज्ञेमध्ये उदा. GPS, GLONASS, Galileo, Beidou, GINS व इतर प्रादेशिक प्रणालींचा समावेश होतो. GNSS संज्ञा जगभरात वापरली जाते. या मध्ये अनेक उपग्रहांच्या साहाय्याने अचूकता, अतिरिक्तता किंवा अनावश्यकता आणि नेहमीच उपलब्धता सारखे फायदे मिळतात. उपग्रह प्रणाली मध्ये कांही तांत्रिक आडचन आल्यास GNSS रिसेव्हर इतर प्रणालीद्वारे संदेश घेऊ शकतात. तसेच संदेश मार्ग रेषेत अडथळा आल्यास अनेक उपग्रहांमध्ये प्रवेश करणे देखील फायदेशीर ठरते.

जीएनएसएसचे विभाग (Segments of GNSS)

अभ्यासकर्त्यास एखाद्या ठिकाणाचे निरपेक्ष स्थान उपलब्ध करावयाचे आहे. अशा वेळी GNSS उपकरणाकडे अवकाशात फिरणारे उपग्रह संदेश प्रसारीत करीत असतात. या संदेशावर योग्य गणिती प्रक्रिया करून ही उपकरणे स्थान निश्चिती करतात. जीएनएसएसच्या कार्यपध्दती मध्ये मुख्यत्वे करून तीन विभाग कार्य करीत असतात.

१. अंतरिक्ष विभाग
२. नियंत्रण विभाग
३. उपभोक्ता विभाग

अंतरिक्ष विभागात जीपीएससाठी कार्य करणारे २४ उपग्रह पृथ्वी भोवती साधारणतः १९०० किमी उंचीवरून भू-स्थिर कक्षेत फिरत असतात. हे उपग्रह दिवसातून दोनदा पृथ्वीला प्रदक्षिणा करतात. या सर्व उपग्रहांचे नियंत्रण अमेरिकन संरक्षण खात्यामार्फत करण्यात येते. याचे मुख्य नियंत्रण केंद्र कोलोरेडो येथील श्रीव्हर नजिक आहे. उपग्रहामार्फत येणारे संदेश जीपीएस उपकरण नियमित ग्रहण करत असते व त्यांचे विश्लेषण करते. पृथ्वीवरील कोणत्याही ठिकाणी जीपीएसयुक्त उपग्रहांच्या जाळ्यातील किमान ५ ते ८ उपग्रहांशी आपण जोडलेले असतो. अर्थातच आपल्यावर नेहमीच किमान ४ जीपीएस उपग्रह नजर ठेवून असतात.

जीएनएसएसची उपयुक्तता

ग्लोबल नेव्हिगेशन सॅटेलाइट सिस्टीम हे उपग्रहांचे एक नक्षत्र आहे जे स्वायत्तपणे अनेक उपकरणांना भौगोलिक स्थानीय स्थिती प्रदान करते. योग्य रिसेव्हर्ससह इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांना पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर त्यांचे अचूक स्थान निर्धारित करण्यास परवानगी देते.

उपग्रह प्रणालीची सुरुवातीची प्रेरणा लष्करी अनुप्रयोगांसाठी होती. परंतु ती आता अधिक व्यापक नागरी वापरासाठी विकसीत झाली आहे. ज्या मध्ये पुढील गोष्टीचा समावेश होतो:

- हवाई वाहतूक
- आपत्ती पूर्व सूचना आणि आपत्कालीन प्रतिसाद

- रस्ते वाहतूक
- सागरी वाहतूक
- नकाशीकरण व सर्वेक्षण
- पर्यावरण निरीक्षण
- अचूक शेती
- नैसर्गिक संसाधने व्यवस्थापन
- संशोधन: जसे की हवामान बदल आणि वातावरण
- वायरलेस नेटवर्किंग
- फोटोग्राफिक जिओकोडिंग
- मेबाइल उपग्रह संप्रेषण
- अचूक वेळेचा संदर्भ
- लष्करी अचूक मार्गदर्शित युद्धसामग्री

३.२.४ स्वयं अध्ययन प्रश्न

- १) जीआयएस संगणकासाठी वापरण्यात येणारी आहे.
अ) संहिता ब) संहती क) सांख्यिकी ड) लोक
- २) खालील पैकी कोणता जीआयएसचा घटक नाही?
अ) संहिता ब) संगणक क) सांख्यिकी ड) लोक
- ३) एकाच वेळी अनेक घटकांचे पृथक्करण करण्याची क्षमता खालील पैकी कोणत्या तंत्रज्ञानात आहे?
अ) जीपीएस ब) जीआयएस क) उपग्रह ड) दूरसंवेदन
- ४) खालील पैकी कोणत्या घटकाचा परिणाम जीपीएसच्या संदर्भीय स्थानावरती होतो?
अ) दलांबर ब) संगणक क) सांख्यिकी ड) लोक
- ५) जीएनएसएसच्या कार्यपध्दतीमध्ये किती विभाग आहेत?
अ) २ ब) ३ क) ४ ड) ५

३.२.६ राष्ट्रीय संरक्षणातील विज्ञान व तंत्रज्ञान

मानव व निसर्ग यांच्यातील अंतरक्रीयद्वारे कधी निसर्गाच्या प्रभावाखाली तर कधी मानवी प्रयत्नांनमार्फत नैसर्गिक बंधनाना झुगारूनदेत मानवाने आजची आपली प्रगती साधली आहे. असे जरी असले तरी मानवाचा इतिहास पहाता मानवच्या पृथ्वीवरील अस्तित्वापासून आजअखेर त्यांची विस्तारवादी भूमिका महत्वपूर्ण ठरलेली आहे. या मधून इतरांनापासून संरक्षण करण्या योगे मानवी प्रयत्न आजमीतीस राष्ट्रीय संरक्षण जगभरातील प्रत्येक देशाचे अविभाज्य अंग बनले आहे. विसाव्या शतकाच्या पुर्वाअर्धापासून खऱ्याअर्थाने जगभरात राष्ट्रीय संरक्षणाला विशेष महत्व आले आहे.

भारतासारख्या देशाचा भूतकाळ पहाता भारत—पाकिस्तान फाळणीनंतर पाकिस्तान सारखे शेजारील शत्रुराष्ट्र, चीनच्या विस्तारवादी धोरणा बरोबरच चीनचे भारताच्या चौहबाजूने खंडीय व सागरी भागावरती

निर्माण केलेले राजकीय, लष्करी डावपेच, व्यापार इत्यादी दृष्टीने निर्माण केलेले वास्तव यातून भारताने या सर्व परिस्थितीतीवर मात करणेसाठी आखलेली व राबवत असलेली रणनीती राष्ट्रीय संरक्षणाच्या अनुषंगाने महत्वाची ठरते. राष्ट्रीय सुरक्षितता व एकात्मता अबाधित ठेवणे, परकीय व अंतर्गत आक्रमाणांपासून राष्ट्राचे संरक्षण करणे, सीमा सुरक्षित राखण्याबरोबरच शांतता प्रस्तापीत करणे, अंतर्गत नैसर्गिक व मानवी अपत्ती दरम्यान स्थल काल परत्वे मदत करणे या सारख्या बाबी विज्ञान व तंत्रानाच्या शिवाय अशक्य आहेत. यातूनच राष्ट्रीय संरक्षणास मजबूती प्राप्त होत गेल्याचे दिसून येते.

संरक्षण संशोधन व विकास संघटन ही संस्था १९५८ मध्ये अस्तित्वात आली असून या संस्थेव्दारे भूदल, वायूदल व नौदलासाठी वैज्ञानिक संशोधन व तंत्रज्ञान विकसीत करण्यासाठी नेहमीच प्रयत्नशील असते. राष्ट्रीय सुरक्षेच्या दृष्टीने शस्त्रास्त्रे, दारूगोळा, क्षपणास्त्रे, युध्द अभियांत्रिकी व वाहने इत्यादी बरोबरच मनुष्यबळ विकास क्षेत्रात संरक्षण संशोधन व विकास संघटनेचे योगदान संशोधनापुरते मर्यादीत न रहाता संबंधीत बाबींचे उत्पादन करणे गरजेचे असते.

संरक्षण संशोधन व विकास संघटनेच्या वाटचालीची माहिती खालील प्रमाणे देता येईल:

१) भूदल किंवा पायदळ

भारतीय भूदलात १४.५५ लाख सैनिक तर ११.५५ लाख राखीव सैनिक असून प्रत्येकी चार हजाराहुण अधिक रणगाडे व तोफा या विभागाकडे आहेत. भारतीय भूदल जगातील तिसऱ्या क्रमांकाचे असून यांची जबाबदारी पहाता सीमांच्या संरक्षणा सोबत दहशतवादी घुसखोरी रोखण्याचे महत्वाचे ठरते. भूदलास भारतीय लष्काराचा कणा म्हणून ओळखले जाते.

भारतीय लष्करात स्वदेशी व रशियन बनावटीचे रणगाडे असून या मध्ये विजयंता, अर्जुन, कर्ण, कार्तिक आणि अजेय (टी-७२) व भीष्म (टी-९०) अनुक्रमे आढळून येतात. अमोघ, नागा, स्पार्क, मिलान, कॉर्नेट सारखी रणगाडा भेदनारी क्षेपणास्त्रे तर बॅलेस्टिक गटातील प्रहार, पृथ्वी, अग्नी, अकाश-एनजी, नाग, अमोघा, डीआरडीओ इत्यादी आणि ब्राम्होस, निर्भय, सारखी क्रुझ क्षेपणास्त्रे भारतीय ताफ्यात समाविष्ट आहेत. या शिवाय सारथ, जीप, ट्रक इत्यादी सारखी वाहने आणि एकाच वेळी अनेक क्षेपणास्त्रे डागनारी पिनाका व अग्निवर्षाव तंत्रसाहित्य विज्ञान व तंत्रज्ञानाचे महत्व अधोरेखित करतात.

भारतीय क्षेपणास्त्र कार्यक्रम

त्रिशुल: भारतीय बनावटीचे जमिनीवरून हवेत मारा करणारे हे क्षेपणास्त्र असून कमी उंचीवरून उडणाऱ्या लक्षाचा अचूक वेध घेतात.

आकाश: आकाशातून जमिनीवरील लक्षाचा वेध घेण्याबरोबर अनेक लक्षावर मारा करणारे मध्यम पल्ल्याचे हे क्षेपणास्त्र आहे.

पृथ्वी: जमिनीवरून जमिनीवर मारा करणारे स्वदेशी हे तंत्रज्ञान असून याचे वैशिष्ट्य म्हणजे लक्षावर अचूक मारा करण्यासाठी स्वतःचा मार्ग स्वतःच निर्धारित करतात.

नाग: रणगाडाविरोधी हे क्षेपणास्त्र असून शत्रुची स्पॉटके नष्ट करण्याबरोबर कोणत्याही प्रक्षेपक वाहणावरून हे डागता येते.

अग्नि: भारतीय बनावटीचे जमिनीवरून हवेत मारा करणाऱ्या क्षेपणास्त्राची स्पोटके वाहून नेण्याची क्षमता १ टन असून मारक क्षमता ७०० ते ५००० किमी पर्यंत आहे. अग्नि—व्ही आंतरखंडीय क्षेपणास्त्राची मारक क्षमता ५००० किमी एवढी आहे.

पिनाका: पिनाका हे रॉकेट लॉचर स्वदेशी बनावटीचे असून एकाचवेळी १२ क्षेपणास्त्राचा मारा करते.

सागरिका: पाणबुडीवरून डागता येणारे हे क्षेपणास्त्र असून अण्वस्त्रे वाहून नेण्यासाठी याचा वापर होऊ शकतो.

या शिवाय ब्राम्होस, शौर्य, निर्भय, अस्त्र, बराक आणि बराक इत्यादी सारखी इतर क्षेपणास्त्रे भारतीय लष्कराकडे आहेत.

२) वायूदल

भारतीय वायूदल जगातील पहिल्या पाच वायूदलांपैकी एक आहे. भारताच्या वायूक्षेत्राबरोबरच युद्धाची जबाबदारी सुध्दा या विभागाची असते. एकूण १.७० लाख हवाई सैनिक भारताकडे आहेत. मिराज २००० व राफेल ही फ्रान्स बनावटीची, मिग रशियन बनावटीची, जग्वार ब्रिटन तर तेजस व लक्ष्य भारतीय बनावटीची लढाऊ विमाने या शिवाय एम. आय. मालिकेतील हेलीकॉप्टर (रशिया), बोईंग व चिनुक (अमेरिका), चित्ता, चेतक, ध्रुव व रूद्र (भारत) हेलीकॉप्टर भारतीय हवाई दलात आहेत. सुखोई—३०एमकेआय नामक सर्वात मोठे विमान भारतीय ताफ्यात असून एकाच वेळी १५ लक्ष्याचा वेध घेणारे अँरे रडार या वरती आहे.

निशांत नेत्र भारतीय बनावटीची तर हार्पून, हेरॉन व सर्चर ही इस्त्राईल बनावटीची टेहठणीसाठी वापरली जाणारी मानव रहीत दूरनियंत्रित विमाने भारतीय दलात आहेत.

३) नौदल

भारतीय नौदल सुध्दा जगातील पाचव्या क्रमांकाचे असून या दलाकडे विमानवाहू नौका, युध्दनौका, पाणबुड्या, क्षेपणास्त्र बोट, आण्विक पाणबुड्या, विनाशिका, कार्बेट अशा सामरिक आयुधानी भारतीय नौदल सुसज्ज आहे. 'आय.एन.एस.राजाजी' भारताचा सर्वात मोठा नाविक विमानतळ आणि 'आय.एन.एस. दिल्ली' सर्वात मोठी युध्दनौका भारताकडे आहे. विभूती व विपूल सारखी भारतीय बनावटीची क्षेपणास्त्रवाहू बोट तर आय.एन.एस. म्हैसूर नामक बहुउद्देशीय विनाशिका भारतीय नौदलाचे वैभाव आहे.

या शिवाय शलाकी, शकूल, आय.एन.एस. चक्र सारख्या पाणबुड्या, बॅलेस्टिक क्षेपणास्त्रात धनुष, ब्राम्होस, सी—ईगल, हार्पून इत्यादी तर बराक, शयना, वरूणास्त्र टॉर्पेडो भारतीय नौदलात आहेत.

भारतीय तंत्रज्ञावर आधारीत आय.आर.एम.ए. व इंद्र रडार प्रणालीचा विकास केला आहे. नौदलासाठी उपयुक्त असणाऱ्या रानी व रेश्मी रडार प्रणाली विकसित केल्या आहेत. अपर्णा या सर्वेक्षण दृष्ट्या महत्वाच्या रडार प्रणालीचा विकास एलसीए मार्फत केला जात आहे.

भारताची आण्विक क्षमता

शस्त्रास्त्र नियंत्रण मंडळ यांच्या माहितीनुसार भारताकडे १३० आण्विक शस्त्रे असून भारताचा जगात या बाबत सातवा क्रमांक लागतो. भारताकडे अण्वस्त्रांचा मारा करण्यासाठी क्षेपणास्त्र, विमान, युध्दनौका आणि पाणबुड्या असे विविध पर्याय आहेत.

३.२.६ स्वयं अध्ययन प्रश्न

१. 'संरक्षण संशोधन व विकास संघटन' संरक्षण दलासाठी संशोधन व तंत्रज्ञान विकसीत करणाऱ्या संस्थेची स्थापना कोणत्या वर्षी झाली?
 - अ) १९४७ ब) १९५८ क) १०६६ ड) १९८८
२. भारतात संरक्षण दलासाठी संशोधन व तंत्रज्ञान विकास करण्याचे काम कोणत्या संस्थेकडून केले जाते?
 - अ) संरक्षण संशोधन व विकास संघटन ब) राष्ट्रिय सागर संशोधन संस्था
 - क) भारतीय अवकाश संस्था ड) भारतीय तंत्रज्ञान संस्था
३. भारतीय लष्कर हे जगातील कोणत्या क्रमांकाचे लष्कर आहे?
 - अ) पहिले ब) दुसरे क) तिसरे ड) पाचवे
४. संरक्षण संशोधन व विकास संघटन संस्थेने विकसीत केलेली एकाच वेळी अनेक दिशांना क्षेपणास्त्र डागणारी यंत्रणा खालील पैकी कोणत्या नावने ओळखली जाते?
 - अ) अवनिया ब) पिनाका क) रडार ड) नाग
५. खालील पैकी कोणती भारताची सर्वात मोठी युध्द नौका आहे?
 - अ) आयएनएस चक्र ब) आयएनएस म्हैसूर क) आयएनएस दिल्ली ड) आयएनएस राजाजी
६. खालील पैकी कशाचा उपयोग मुख्यत्वेकरून गतीशील लक्षाचा शोध घेण्यासाठी होतो?
 - अ) क्षेपणास्त्र ब) रडार क) सोनार ड) लेक्षर

३.२.७ संरक्षण संशोधन आणि विकास संस्था (DRDO)

सन १९५८ मध्ये संरक्षण संशोधन आणि विकास संस्था स्थापना झाली असून पूर्वीच्या तंत्रज्ञान विकास अस्थापना (Technical Development Establishment), तंत्रज्ञान विकास व उत्पादन निर्देशालय (Technical Development and Production Directorate) आणि रक्षा विज्ञान संगटन (Defence Science Organisation) चा एकत्रीत स्वरूप म्हणजे आजचे डीआरडीओ होय. भारत सरकारच्या संरक्षण विभागाच्या अंतर्गत डीआरडीओचे कार्य चालते अर्थातच या संस्थेचे मुख्यालय दिल्ली येथे आहे.

डीआरडीओ संस्थेकडून भारतीय संरक्षण विभागासाठी संशोधन व तंत्रज्ञान पुरवण्याचे काम केले जाते. देशाच्या संरक्षण दलाना येणाऱ्या अडचणी व त्यावरील उपाययोजना या संबंधी संस्थेचे कामकाज नियमित पणे चालते. ऐतिहासिक घटनांचा आढावा घेत वर्तमान स्थिती स्विकारून भविष्याचा वेध घेत संशोधनाबरोबर प्रत्यक्ष संरक्षणाच्या दृष्टीने उपयुक्त बाबींचे उत्पादन करणे. संरक्षण क्षेत्राशी निगडित असणाऱ्या सर्व घटक उदा. युध्द साहित्य, अभियांत्रिकी, वाहके, विद्युत साहित्य व उपकरणे इत्यादी साठी मनुष्यबळाचा विकास करण्या बरोबर इतर ही विषय हाताळावे लागतात.

२०१४ पासून संरक्षण तंत्रज्ञान, साधनसामुग्री निर्मिती व विकासामध्ये डीआरडीओस खजगी आणि सार्वजनिक क्षेत्राची मदत होत आहे. की ज्याद्वारे लष्करासाठी लागणाऱ्या तंत्रज्ञान व संरक्षण साहित्याची उत्पादने त्यांचा विकास केला जात आहे. ज्या मध्ये ५२ प्रयोगशाळा, ३०००० कर्मचारी (५००० शास्त्रज्ञ) व त्यांचे अस्थापना डीआरडीओच्या नियंत्रणात चालते.

उद्देश

- १) राष्ट्रीय सुरक्षेसाठी लागणाऱ्या अत्याधुनिक शस्त्रास्त्रे, उपकरणांचे संशोधन व तंत्रज्ञानात्मक बाबींचा विकास व उत्पादन करणे.
- २) सार्वजनिक क्षेत्रातील संस्थांच्या सहकार्यातून डीआरडीओच्या माध्यमातून नवनवीन संरक्षण संशोधन प्रकल्प हाती घेऊन संशोधन कार्यक्रम राबवणे.
- ३) संरक्षण संशोधन व तंत्रज्ञानात्मक विकासासाठी लागणारे तज्ञ मनुष्यबळ निर्मितीसाठी प्रयत्न करणे.

संरक्षण संशोधन आणि विकास संघटनेचे (डीआरडीओ) कार्य संरक्षण, संशोधन व तंत्रज्ञान विकासाबाबतचे असून या अंतर्गत सात प्रमुख संस्थांची विभागणी होते. त्यांचे कार्य पुढील प्रमाणे:

१) विमानासंबंधी संशोधन व उत्पादन

विमान विज्ञान क्षेत्रामध्ये भारताने मोठी प्रगती केली असून विमानाच्या विविध सुठ्या भागांचे उत्पादन, उड्डाण नियंत्रण प्रणाली, विमान वाहक प्रणाली इत्यादी क्षेत्रात भारताची स्वयंमपूरणतेकडे वाटचाल चालू आहे. या अंतर्गत हालकी लढाऊ विमाने भारतीय संरक्षण दलास सादर करण्यामध्ये डीआरडीओचे कार्य महत्वपूर्ण ठरले आहे. सुखोई ३० एमकेएल साठी वेगवेगळ्या कार्यक्रमांतर्गत रडार प्रणाली व प्रदर्शन संगणक विकसित केले. परदेशातून खरेदी केलेली लढाऊ विमाने (मिग २७ व जग्वार) यांच्या विकास उपक्रमातही डीआरडीओची भूमिका महत्वाची आहे. अंतराळयान, मनुष्यवरहीत हवाई वाहन व लक्ष सारखी चालकाविना शत्रुलक्ष्य वाहनाची निर्मिती डीआरडीओने केली आहे. या बरोबरच स्वदेशी बनावटीचे ध्रुव हेलीकॉप्टर, रूस्तम सारखे साहित्य वाहून नेणेसाठी आणि नेत्रद्वारे शत्रूपक्षाच्या हालचालीची पाळत ठेवणे, छायाचित्रे घेणे इत्यादींची निर्मिती येथेच केली जाते.

२) आयुधे व लढाऊ वाहने

भारतीय संरक्षण दलाना आवश्यक असणारी पूर्ण भारतीय बनावटीची शस्त्रास्त्रे डीआरडीओत तयार केली जातात. ज्या मध्ये रायफल व मशिनगन लघुशस्त्रे. तोफा, रणगाडे, लढाऊ वाहने, उच्च उर्जा पदार्थ, क्षेपणास्त्रांचे प्रक्षेपण यंत्रणा निर्मितीचे कार्य यातील विविध संस्थामधून होते. वेगवेगळ्या आकराच्या तोफा, तोफगोळे यांचे उत्पादन घेतले जात आहे. विजयंता, अर्जुन रणगाडे निर्मिती, अभय (लढावू वाहन), पिनाका (बहुनलिका रॉकेट), सारथ (तोफा किंवा क्षेपणास्त्र वाहतूक करणारे वाहन), विमानातून शत्रूवर ठाकण्याचे बॉम्ब आणि अग्निवर्षाव सारखी आयुधे यांची निर्मिती व उत्पादने केली जातात.

३) धातुविज्ञान व साहित्यशास्त्र

संरक्षणदृष्ट्या महत्वपूर्ण साहित्य व तंत्रज्ञानाची निर्मिती या विभागातून होते. हलके व टिकावू धातू, धातू मिश्रणे, संवेदके, विविध तापमानानुसार त्या त्या स्थितीत कार्यकरण्यास अनकुल साहित्य उत्पादनास गरजेच्या तंत्रज्ञानाचा विकास भारतीय संरक्षण व विकास संगटन करते.

४) विद्युतीय व संगणक विज्ञान

प्रभावी व दर्जेदार संदेशवहन यंत्रणेसाठी आवश्यक असणारी विद्युतीय (इलेक्ट्रॉनिक्स) यंत्रणा, उपग्रहांच्या मदतीने संदेशाची देव-घेव, स्वयंचलीत शस्त्रास्त्रे, रडार यंत्रणा, रात्रीच्या काळोखात सहजपणे लक्ष टिपणारी दुर्बिण, लेक्षर प्रणाली, संगणकीय तंत्रज्ञाना बरोबर (परम संगणक) अतिशय गुंतागुंतीची आज्ञावली इत्यादींचा विकास करणे व युध्दसिध्दता वाढवणे कामी डीआरडीओ अंतर्गत हा विभाग महत्वाची भूमिका पार पाडतो.

५) नौदलीय प्रणालीचा विकास

नौदलाच्या गरजा विचारात घेऊन सागरी पर्यावरणास पुरक अशा शस्त्रास्त्रांचा व साधनांचा विकास करण्याचे काम डीआरडीओ करते. यामध्ये सोनार, नागीन, पंचेद्रिये, हंसा, टॉपॅडा, वरूणास्त्र, समुद्र सुरंग, लढाऊ युध्दनौका, पाणबुडी, गंजविरोधी तंत्रज्ञान यांचा समावेश होतो.

६) जीव विज्ञान

त्रिदलांच्या जवानांना भिन्न भिन्न पर्यावरणात (बर्फ, अतिवृष्टी, वाळवंटी, उंच पर्वतीय व कमी ऑक्सिजन) काम करावे लागते. जवानांचे आरोग्य, विपरीत स्थितीत शारीरिक व मानसिक स्वास्थ्य उत्तम ठेवण्याचे उपाय, औषधोपचार, व्यायाम, योगोपचार, श्वासावर नियंत्रण तंत्र, युध्द गणवेश, विविध रोग व त्यावरील उपाय योजना, निवारा अशा अनेक गोष्टींचा तंत्रात्मक विकास करणे हे या संस्थेचे अविभाज्य अंग आहे.

७) क्षेपणास्त्र विकास व उत्पादन

एकात्मिक क्षेपणास्त्र विकास कार्यक्रमांतर्गत १९८२ पासून विविध क्षेपणास्त्रांची निर्मिती करण्यात आली आहे. उदा. पृथ्वी, आकाश, त्रिशूल, नाग, अग्नी इत्यादी आंतरखंडीय मारा करणारी क्षेपणास्त्रांचा विकास व उत्पादन डीआरडीओने केले आहे. उपग्रह प्रक्षेपण वाहक (एसएलव्ही) विकासात करण्या बरोबर त्या मध्ये गरजेनुसार कालानुरूप बदल करून त्यांचे अनेक प्रकार विकसित केले आहेत.

या शिवाय टेलिमेडीसीन सुविधेद्वारे जखमी किंवा आजारी जवानासाठी औषधोपचार व तंत्रज्ञान योग्य तो सल्ला, सीमा सुरक्षा, शत्रूवर विनाशक परिणाम करणारे पीसीबी (Penetration Cum Blast) व टीबी (Thermobaric) तोफगोळांचे उत्पादन, नौदलासाठी जैवडिझेलची निर्मिती, पर्यावरणपूरक जहाज निर्मिती, पाण्याखालील शोध, ध्वनीलहरींचा वापर इत्यादी वर संशोधन. तसेच पाण्याखालील लक्षाचा वेध घेणारे ९५ टक्के स्वदेशी बनावटीचे क्षेपणास्त्र वापरून टॉपॅडोची निर्मिती तर लांब पल्ल्याचा मारा करणारे एलआरएसएम (LRSAM) इस्राईलच्या मदतीने विकसित केले आहे.

३.२.७ स्वयं अध्ययन प्रश्न

- १) भारतीय सशस्त्र दलाना येणाऱ्या तांत्रिक अडचणींवर उपाय काढून त्यांचे कार्य थांबू न देणे या सारखी महत्त्वपूर्ण जबाबदारी खालील पैकी कोणत्या संस्थेची आहे?
अ) एन. डी. ए. ब) डी. आर. डी. ओ. क) एन. आय. ओ. ड) आय. एस. ओ.
- २) खालील पैकी किती संस्थांच्या एकत्रिकरणातून डी. आर. डी. ओ. ची स्थपणा झाली आहे?
अ) २ ब) ३ क) ४ ड) ५
- ३) संरक्षण संशोधन आणि विकास संघटन संस्थेचे मुख्यालय खालील पैकी कोणत्या ठिकाणी आहे?
अ) पुणे ब) मुंबई क) चेन्नई ड) दिल्ली
- ४) खालील पैकी कोणत्या वर्षा पासून संरक्षण तंत्रज्ञान, साधनसामुग्री निर्मिती मध्ये सार्वजनिक व खजगी क्षेत्रांचा समावेश डी. आर. डी. ओ. अंतर्गत करण्यात आला?
अ) २०१२ ब) २०१३ क) २०१४ ड) २०१५
- ५) डी. आर. डी. ओ. मध्ये संरक्षण, संशोधन व तंत्रज्ञान विकासाबाबतचे कार्य खालील पैकी किती प्रयोगशाळा / अस्थापणा / संस्थांच्या माध्यमातून चालते?

३.२.८ महासागरी अभ्यासाचे महत्व

महासागराचे मानवी जीवनामध्ये अनन्यसाधारण असे महत्व आहे. मानवी इतिहास पहाता अनेक शतकांपासून विविध कारणांसाठी मानवाकडून सागराचा वापर होत आहे. उदा. अन्न, वाहतूक, खनिजे, औषधे इत्यादी. आजमितीस जगाची लोकसंख्या प्रचंड दराने वाढत असून खंडीय साधनसंपत्ती या वाढत्या लोकसंख्येच्या गरजा वर्तमानात व नजिकच्या काळात पूर्ण करणे अशक्य आहे. त्या मुळे मानवी गरजा पूर्ण करण्यासाठी एक समर्थ पर्याय म्हणून सागरास पाहिले जाते आणि आज त्या माध्यमातून आपण आपल्या गरजा पूर्ण करत आहोत.

भारताला सुमारे ७००० किमी लांबीचा समुद्र किणारा लाभला असून भारतीय सागरी हद्दीमध्ये १२५६ लहान मोठ्या बेटांचा समावेश होतो. भारतास लाभलेल्या विस्तृत सागरी सानिध्याच्या मानाने सागराचा होत असलेला वापर तुलनेने खुपच कमी असल्याने भारतास सागर विज्ञान व तंत्रज्ञान विकासाला मोठा वाव आहे.

आंतरराष्ट्रीय स्तरावर सागर विज्ञानाचे महत्व दिवसेंदिवस वाढत आहे. यातील एक अत्यंत महत्वाचा टप्पा म्हणजे १९८२ मध्ये जगातील अनेक देशांनी एकत्र येऊन 'महासागरी अधिराज्य' (Ocean Regime) सारखी मतप्रणाली मान्य केली आहे. युएसए च्या मध्यमातून 'सागरी कायदा' १९८२ मध्ये १५९ देशांनी मान्य केला. महासागरी अधिराज्य संकल्पनेत सागरी साधनसंपत्तीचा उपयोग करण्यासाठी विशेषाधिकार आर्थिक क्षेत्र (EEZ: Exclusive Economic Zone) ही बाब मान्य केली आहे. ईईझेडचा विस्तार किनाऱ्यापासून ३७० किमी समुद्रांतर्गत मानल्यात आला आहे. त्या मुळे संबंधीत देशाला या समुद्रांतर्गत मर्यादेमुळे सागराच्या वापरास हक्क प्राप्त झाले आहेत अर्थातच भारत याला आपवाद नाही. या पुढील महासागरी क्षेत्रातील साधनसंपत्ती वापरास 'आंतरराष्ट्रीय सागरतळ प्राधिकरण' ही संस्था कार्यरत आहे.

निसर्गाने मानवास मृदावरण, वातावरण व जलावरण सारख्या महत्वपूर्ण बाबींची उपलब्ध करून मानवी जीवन अधिकाधिक सुखकर बनवले आहे. मानवासाठी या तिन्ही गोष्टी उपयुक्त व महत्वपूर्ण आहेत. मानवाच्या दृष्टीने मृदावरणास एक उत्तम पर्याय म्हणून जलावरण पुढे येत आहे. आधुनिक विज्ञान व तंत्रज्ञानाद्वारे जलावरणातील विविध साधनसंपत्ती वेगवेगळ्या मार्गाने उपलब्ध करून दिल्या जात आहेत. विस्तृत जलाशयाकडून मानवावरती अनेक आव्हानांचा वर्षाव होत असताना अगणित साधनसंपत्तीचा पुरवठा व साठे बहाल केले जात आहेत. महासागरी अभ्यासाचे महत्व पहाता ते विविध अंगानी सांगता येईल. जसे की खनिजे, खाद्यान्न, विद्युत निर्मिती, हवामान, वाहतूक व व्यापार इत्यादी.

सागर विकास विभाग

भारतीय सागरी हद्दीत उपलब्ध असणाऱ्या साधनसंपत्तीचे महत्व लक्षात घेता भारत सरकारने सागर विज्ञानाच्या संशोधनाला चालना देण्यासाठी जुलै १९८१ मध्ये सागर विकास विभागाची स्थापना केली आहे. या विभागामार्फत सागरी सर्वेक्षण, सागरी पर्यावरणाचे संधारण, सागरी स्रोतांचे व्यवस्थापन, या साठी विविध योजना, मनुष्यबळ आणि नाविक तंत्रज्ञानाचा विकास इत्यादी कामे हा विभाग करतो.

सागरी विज्ञान धोरण

भारताच्या गरजा आणि सागरी सांधनसंपत्ती यांचा शास्त्रीय विचार करून सागर विज्ञान क्षेत्राचा विकास करण्यासाठी भारतामार्फत १९८२ मध्ये 'सागर विकास धोरण' जाहीर केले. भारतीय सागरी भागाचे ज्ञान संपादन करणे, नैसर्गिक संकटाची पूर्व सूचना मिळवणे, किनारी लोकांचे जीवनमान उंचावणे, इतर देशांच्या मदतीने महासागराचा एकत्रीत शाश्वत विकास करणे अशी अनेक कार्ये या विभागाकडून पार पाडली जातात.

३.२.८ स्वयं अध्यायन प्रश्न

- १) भारताला किती किमी लांबीचा समुद्र किनारा लाभला आहे?
 - अ) ५००० किमी
 - ब) ६००० किमी
 - क) ७००० किमी
 - ड) ८००० किमी
- २) भारताच्या मालकीची एकूण किती बेटे आहेत?
 - अ) १५००
 - ब) १२५६
 - क) १६०६
 - ड) १८००
- ३) जगातील विविध देशांनी एकत्र येऊन महासागरासंदर्भात खालील पैकी कोणती संकल्पना मान्य केली आहे?
 - अ) महासागरी अधिराज्य
 - ब) विशेष अधिराज्य
 - क) सत्ता
 - ड) सागरी अभ्यास
- ४) सागरी किनाऱ्यापासून सागरांतर्गत भागात ३७० किमी भागात असणाऱ्या क्षेत्रास खालील पैकी कोणत्या नावाने संबोधले जाते?
 - अ) महासागरी अधिराज्य
 - ब) विशेषाधिकार आर्थिक क्षेत्र
 - क) सत्ता
 - ड) विशेष अधिराज्य
- ५) खालील पैकी कोणत्या वर्षी भारत सरकारने 'सागर विकास धोरण' जाहीर केले?
 - अ) १७८२
 - ब) १८८२
 - क) १९८२
 - ड) १९९२

३.२.९ राष्ट्रीय सागर संस्था

मानवी जीवनातील सागराचे महत्व विचारात घेऊन भारत सरकारने १ जानेवारी १९६६ रोजी युनोस्कोच्या मदतीने राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्थेची (National Institute of Oceanography) स्थापना पणजी येथे केली आहे. या संस्थेचे कार्य पंतप्रधान कार्यालयाच्या नियंत्रणाखाली चालत असून संस्थेअंतर्गत ६०० हून अधिक सागर संशोधनाशी संबंधित विविध प्रकल्पावरती काम करित आहेत.

संस्थेची उद्दिष्टे

- १) भारतीय हवामानावरती प्रभाव असणाऱ्या मोसमी वाऱ्याशी निगडित घडणाऱ्या घटनांचा अभ्यास करणे.
- २) सागरी जैव साधनसंपत्तीचा शोध घेणे.
- ३) सागरी शेती तंत्रांचा विकास करणे.
- ४) सागरी जैव (प्राणीज व वनस्पती) घटकांपासून उपयुक्त जैवसायनांची निर्मिती करणे व या संबंधी संशोधन करणे.
- ५) सागरी तेलक्षेत्रांचा शोध घेणे.
- ६) सागरी खनिजसंपत्तीची माहिती मिळवणे व उत्पादनास पुरक संशोधन करणे.
- ७) सागरी किनारे व बंदरे यांच्या विकासासाठी अभ्यास करणे.
- ८) सागरी प्रदूषण रोखण्यासाठी प्रभावी उपायोजना करणे व राबवणे.
- ९) सागरी व सागरी किनाऱ्यावरील भौतिक बदलाचे प्रारूप बनविणे.

१०) सागर विज्ञान विकासासाठी संदूर संवेदन तंत्राचा वापर करणे.

११) भरती—ओहोटी व लाटापासून विद्युत निर्मिती करणे.

संस्थेची कामगिरी

राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्था संशोधन व उपयोगिता या वरती कार्यरत असून या कामी अनेक सांधनांची (नौका व अधुनिक उपकरणे) गरज असते. याचाच एक भाग म्हणुन सागर कन्या (१९८३) व सागर संपदा (१९८४) द्वारे सागरी संशोधन क्षेत्रात पदार्पण केले. सागर कन्या ही नौका सागरी साधनसंपत्ती सर्वेक्षण, नमुने गोळा करणे या साठी तर सागर संपदा नौका मासेमारी व त्या बाबतच्या प्रगत संशोधनासाठी वापरली जाते. या शिवाय सागरी शैवाळ, सागर पृष्ठभागाचे तापमान, सागरी रासायनिक प्रक्रिया अभ्यासण्यासाठी या नौकांचा वापर केला जातो. या मध्ये २०१३ पासून समुद्र रत्नाकर, सिंधू साधना, आयएनएस सागरध्वनी, सागरनिधी आणि सागरमंजुषा नौकांचा वापर होत आहे. किनारी भागातील संशोधनासाठी सागरपूर्वी व सागरपश्चिमी नौका कार्यरत आहेत. या शिवाय संस्थेच्या मालकीच्या सुसज्य प्रयोगशाळा असून या मार्फत एनआयओ चे कार्य चालते. त्या कार्याचा आढावा पुढील प्रमाणे सांगता येईल:

- १) संस्थेच्या माध्यमातून खोलवरील खनिजे मिळवण्याचे हक्क प्राप्त झाले आहेत.
- २) खालीवरील खनिजे मिळवण्या कामी युएसए कडून भारतास अग्रणी गुंतवणुकदार म्हणून दर्जा प्राप्त झाला आहे.
- ३) सागरी जैव घटकांपासून जैव रसायने व औषधे (मदूमेह व रक्तदाब) निर्मितीस यश प्राप्त झाले आहे.
- ४) विशेष उपभोग अधिकार आर्थिक क्षेत्रामध्ये मत्स्योत्पादनास भारतास मोठा वाव असल्याचे स्पष्ट केले आहे.
- ५) संशोधनास पूरक उपकरणे निर्मिती व यशस्वी वापर.
- ६) सागर संशोधनासाठी परकीय तंत्रज्ञान व तज्ञांच्या ऐवजी आपली स्वतःची साधने वापरून परकिय चलनावरती होणारा भारताचा खर्च कमी केला.
- ७) इतर देशातील तज्ञाना प्रशिक्षणाची सोय उपलब्ध करून दिली जाते.
- ८) भारत सरकारच्या तेल व नैसर्गिक वायू मंडळास (ओएनजीसी) तेलवाहक पाईपलाईन टाकणे, तेल विहीरींचा शोध घेणे.
- ९) मासे व कोळंबीसारख्या नवीन प्रजातींचा विकास करत अधिकतम उत्पादन घेणे.

३.२.९ स्वयं अध्यायन प्रश्न

१) राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्थेची स्थापना खालील पैकी कोणत्या दिवशी झाली?

अ) १५ फेब्रुवारी, १९५८

ब) १ डिसेंबर, १९६०

क) १ जानेवारी, १९६६

ड) १५ जानेवारी, १९७०

२) राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्था कोणाच्या आधिकारा खाली कार्यरत आहे?

अ) संरक्षण ब) राष्ट्रपती क) मुख्यमंत्री ड) पंतप्रधान

३) राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्थेच्या मालकीची खालील पैकी कोणती नौका सागर संशोधनासाठी वापरली जाते?

अ) सागर संपदा ब) गवसणी क) सागर कन्या ड) या पैकी नाही

४) राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्थेच्या माध्यमातून सजीवांपासून खालील पैकी कशाच्या निर्मितीस यश आले आहे?

अ) तेल ब) विषद्रव्ये क) खाद्य ड) जैव रसायने

५) राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्थेने खालील पैकी कशाच्या नवीन प्रजाती विकसीत केल्या आहेत?

अ) खनिजे ब) कोळंबी क) शेवाळ ड) टेरापॉड

३.३ सारांश

पृथ्वीला लाभलेल्या चंद्रासारख्या नैसर्गिक उपग्रहाच्या प्रेरणेतून मानवाने पृथ्वीभोवती फिरणारे कृत्रीम उपग्रह अवकाशात प्रक्षेपित केले आहेत. स्फुटनिक—१च्या माध्यमातून जागतिक उपग्रह युगाला प्रारंभ झाला. तद्नंतर हळूहळू जगातील अनेक देशांनी अवकाश संशोधनात भाग घेऊन अनेक उपग्रह अवकाशात प्रक्षेपित केले. या शिवाय अनेक मोहिमाही यशस्वी केल्या. याचाच एक भाग म्हणून भारताने यशस्वीपणे मंगळयान मोहिम पूर्ण करून जगाचे लक्ष वेधून घेतले.

उपग्रहांना अवकाशात प्रक्षेपित करण्यासाठी लागणारे महत्वाचे साधन म्हणजे अग्निबाण होय. अग्निबाण तंत्रज्ञान गणिती व सैद्धांतिक बाजूवरती आधारलेले असून २० व्या शतकात अग्निबाण विज्ञानाचा उदय झाला. या मध्ये रेटा, इंधन प्रणाली, अग्निबाणाचे प्रकार व अग्रभार इत्यादींचा समावेश होतो. भारताने सुध्दा या तंत्रज्ञानास रोहिणी व मेनकाने सुरवात करून आज क्रायोजेनिक (पीएसएलव्ही—एक्सएल—सी२५) तंत्रज्ञानापर्यंत प्रगती केली आहे.

अवकाशीय उपग्रह आपआपल्या कार्यपध्दतीनुसार माहितीचे संदेशवहन पृथ्वीवरील संबंधीत केंद्राकडे करित असतात. साहजिकच उपग्रहांकडून माहिती मिळवणे आणि ती पृथ्वीवरती पाठवणे हा उपग्रह तंत्रज्ञानातील महत्वाचा भाग आहे. उपग्रहांचे त्यांच्या त्यांच्या कार्यपध्दती, भ्रमणकक्षा, अवकाश स्थानकानुसार विविध प्रकार पडतात. भारताने आर्यभट्टच्या अनुषंगाने अवकाश संशोधनाला प्रारंभ करून उपग्रह व अग्निबाण क्षेत्रात गरूड झेप घेतली आहे. भारताच्या अवकाश कार्यक्रमांतर्गत इस्त्रोच्या माध्यमातून विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र, अवकाश उपयोजन केंद्र, सतीश धवन अवकाश केंद्र, भौतिकी संशोधन प्रयोगशाळा, टेलिमेट्री ट्रॅकिंग व कमांड नेटवर्क, मास्टर कंट्रोल फॅसिलिटी, राष्ट्रीय दूरसंवेदन संस्था व नॉर्थ—ईस्टर्न स्पेस ॲप्लिकेशन सेंटरचे कार्य चालते. भारतीय उपग्रह प्रणालीचे दोन प्रकार असून, इन्सॅट प्रणाली व आयआरएस प्रणाली म्हणून ओळखले जातात. भारताने आजवर चांद्रयान मोहिम व मंगळयान मोहिम यशस्वीपणे राबवली असून या पुढील काळात (२०२२) गगनयान मोहिमेचे नियोजन केले आहे.

२१व्या शतकातील जगातील सर्व देशांचे आकर्षण ठरलेली जीआयएस प्रणाली असून अनेक गुंतागुंतीच्या समस्यांची सोडवणुक या प्रणालीच्या माध्यमातून शक्य झाले आहे. या प्रणालीच्या सांख्यिकीची साठवणूक, सांख्यिकी प्रक्रिया, सांख्यिकीचे उपयोजन इत्यादी सारख्या विलक्षण क्षमतेमुळे महत्व वाढत आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील कोणत्याही ठिकाणाचे संदर्भीय स्थान जाणून घेण्याच्या हेतूने जीएनएसएस तंत्रज्ञान मदत करत असते. जीएनएसएस तंत्रज्ञान जीपीएस उपकरण व उपग्रह यांच्यातील संदेशवहनावरती अवलंबून असते. वेगवेगळ्या कार्यासाठी जीएनएसएसचा वापर आज जगभरात होत आहे.

विज्ञान व तंत्रज्ञानाचा वापर संरक्षण विभागात मोठ्या प्रमाणात होत आहे. राष्ट्रीय सुरक्षा व एकात्मता आबाधित राखणे, परकीय व अंतर्गत आक्रमणापासून देशाचे संरक्षण करणे, सीमा सुरक्षीत ठेवणे, सीमेवर शांतता राखणे, मानवी व नैसर्गिक अपत्तीच्या वेळी मदत करण इत्यादी कामे भारतीय लष्करी दलाकडून पार पाडली जातात. या सर्वात विज्ञान व तंत्रज्ञानाची भूमिका महत्वाची राहते. अर्थातच विज्ञान व तंत्रज्ञानाच्या दृष्टीने होणारे संशोधन व विकासाची जबाबदारी संरक्षण संशोधन व विकास संघटन संस्थेकडे जाते.

नजिकच्या भविष्यकाळात चालू दराने खंडीय साधनसंपत्तीचा वापर करत राहिलो तर ती संपुष्टात येणार असून याला उत्तम पर्याय म्हणून सागराकडे पाहीले जाते. या मुळेच सागरी अध्यायनाला विशेष असे महत्व प्राप्त झाले आहे. सागरी संशोधनासाठी भारत सरकारने राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्थेची स्थापना १ जानेवारी, १९६६ रोजी पणजी (गोवा) येथे केली असून या संस्थेच्या माध्यमातून अनेक अघाड्यांवरती महत्वपूर्ण भूमिका बजावत आहे.

३.४ पारिभाषिक शब्द

उपग्रह : पृथ्वी किंवा इतरग्रहाच्या भोवती विशिष्ट उंचीवरती कृत्रिमपणे कार्यकरणारे उपकरण

कृत्रिम : मानव निर्मित

अँस्ट्रोनॉट किंवा कॉस्मोनॉट : अंतराळवीर

रॉकेट : लोट—वाहन, अग्निबाण

ऑक्सिडायझर : ज्वलनास मदत करणारा ऑक्सीजन वायू

चंद्रयान मोहिम : सुनियोजित आखलेली चंद्रावरील उपग्रह योजना

मंगळयान मोहिम : सुनियोजित आखलेली मंगळ ग्रहावरील उपग्रह योजना

दूरसंवेदन : दुरून किंवा शारीरिक संपर्कात न येता उपलब्ध केलेली माहिती

मिसाईल : क्षेपणास्त्र

रडार : रेडीओ डिटेक्शन अँड रेंजिंग

टीबी : निर्वात बॉम्ब

जैव रासायने : सागरी जलचरा पासून मिळवलेली रसायने

३.५ स्वयंअध्ययन प्रश्न

१) जगातील पहिल्या महिला अवकाशयात्रीचा बहूमान यांना जातो.

अ) व्हॅलंटिना तेरेश्कोवा ब) युरी गागारिन क) कल्पना चावला ड) सुनिता विल्यम

२) भारताच्या २०२२ च्या महत्वाकांक्षी मोहिमेचे नाव काय आहे?

अ) हिंदयाना ब) वसंधुरायाना क) गगनयाना ड) या पैकी नाही

३) भारताने कोणत्या वाहकाच्यामार्फत मंगळयान मोहिम राबवली?

अ) मेनका ब) व्ही—२ क) एसएलव्ही — १ ड) जीएसएलव्ही—एमके—३

४) भारताने कोणत्या वाहकाने फेब्रुवारी २०१७ ला १०४ उपग्रह एकत्रीत अवकाशात प्रक्षेपीत केले?

अ) एसएलव्ही ब) पीएसएलव्ही—डी२ क) पीएसएलव्ही—सी३७

ड) जीएसएलव्ही—एमके—३

५) सोमयान—१ भारताच्या कोणत्या मोहिमेशी संबंधीत आहे?

अ) चांद्रायान—१ ब) चांद्रायान—२ क) मंगळयान ड) गगनयाना

६) मंगळयान मोहिमेतील उपग्रहाचे प्रक्षेपण कोणत्या वाहकाद्वारे केले?

अ) एएसएलव्ही—१ ब) पीएसएलव्ही—डी३
क) जीएसएलव्ही—डी१ ड) पीएसएलव्ही—एक्सएल—सी२५

७) भारताची अवकाश संशोधनासंबंधीत २०२२च्या महत्वाकांक्षी योजनेचे नाव काय आहे?

अ) गगनयान ब) चांद्रायान—२ क) मंगळयान ड) चांद्रायान

८) भारताने एकाच वेळी किती उपग्रह यशस्वीपणे अवकाशात प्रक्षेपित करून जागतिक विक्रम नोंदवला?

अ) १४० ब) १४१ क) १४२ ड) १४३

३.६ स्वयंअध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

३.२.१ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१) चंद्र २) कृत्रिम ३) एक्स्प्लोरर — १ ४) आर्यभट ५) रशिया

३.२.२ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१) हेरमान गान्सविंड्ट २) न्युटन ३) ऑक्सिजन व हायड्रोजन
४) अग्रभार ५) वायूरूप इंधनी ६) वॅक कार्पोरल ७) रोहिणी व मेनका

३.२.२ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१) सौर विद्युत घट २) टीईस ३) हेरगिरी ४) दूरसंवेदन

३.२.४ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१) NASA २) ISRO ३) बंगळूर ४) थिरुवनंतपुरम ५) अहमदाबाद
६) इन्सॅट—२ए ७) किनारपट्टीची टेहहळणी

३.२.५ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१) संहिता २) सांख्यिकी ३) जीपीएस ४) दलांबर ५) ३

३.२.६ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१) १९५८ २) संरक्षण संशोधन व विकास संघटन ३) तिसरे ४) पिनाका
५) आयएनएस राजाजी ६) रडार

३.२.७ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१) डी. आर. डी. ओ. २) ३ ३) दिल्ली ४) २०१४ ५) ५२

३.२.८ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१) ७००० किमी २) १२५६ ३) महासगरी अधिराज्य ४) विशेषाधिकार आर्थिक क्षेत्र
५) १९८२

३.२.९ स्वयं अध्ययन प्रश्नांची उत्तरे

१) १ जानेवारी, १९६६ २) पंतप्रधान ३) गवसणी ४) जैव रसायने ५) कोळंबी

३.७ सरावासाठी स्वाध्याय

अ) खालील प्रश्नांची सविस्तर उत्तरे लिहा:

- १) उपग्रह युगाच्या प्रारंभाचा आढावा द्या.
- २) अग्निबाण म्हणजे काय? अग्निबाणाच्या उड्डाणविषयक संकल्पना स्पष्ट करा.
- ३) कृत्रिम उपग्रहाची संकल्पना सांगून कृत्रिम उपग्रहांचे प्रकार स्पष्ट करा.
- ४) भारताच्या अवकाश संशोधनातील अग्निबाणाची वाटचाल सांगा.
- ५) भारताच्या अवकाश संशोधनातील उपग्रहासंबंधी माहितीचे वर्णन करा.
- ६) भारताच्या अवकाश संशोधन मोहिमांचे विश्लेषण करा.
- ७) जीआयएसची व्याख्या सांगून जीआयएस चे घटक स्पष्ट करा.
- ८) भारतीय संरक्षण क्षेत्रातील विज्ञान व तंत्रज्ञानाची माहिती द्या.
- ९) संरक्षण संशोधन व विकास संघटन संस्थे विषयी माहिती लिहा.
- १०) राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्थे बाबत आपली भूमिका स्पष्ट करा.

ब) खालील टीपा लिहा:

- १) उपग्रह युगाचा प्रारंभ
- २) अग्निबाण संकल्पना
- ३) अग्निबाणाचे प्रकार
- ४) उपग्रहांचे कामावरून प्रकार
- ५) अवकाशस्थानक व प्रयोगशाळा
- ६) इस्त्रो
- ७) इन्सॅट प्रणाली
- ८) इन्सॅट मालिकेचे उपयोजन
- ९) आयआरएस प्रणाली
- १०) चंद्रायान मोहिम
- ११) मंगळयान मोहिम
- १२) भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस)
- १३) जागतिक दिक्चालन उपग्रह प्रणाली (ग्लोबल नॅव्हिगेशन सॅटेलाइट सिस्टम किंवा GNSS)
- १४) संरक्षण संशोधन व विकास संघटन
- १५) राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्था

३.८ क्षेत्रीय कार्य

- १) अवकाश संशोधनात योगदान देणाऱ्या महत्वाच्या संस्थांची माहिती संकलीत करणे.
- २) इंटरनेटद्वारे अग्निबाण व उपग्रहांची छायाचित्रे संकलीत करणे.
- ३) नजिकच्या इस्त्रो किंवा इस्त्रोच्या उपकेंद्राना भेटी देऊन तेथील वैज्ञानिकांशी संवाद साधणे.
- ४) भूगोलशास्त्र विभागास भेट देऊन जीआयएस व जीपीएस तंत्रज्ञान हाताळणे.
- ५) जीआयएसद्वारे आपल्या भागातील आपल्या आवडीनुसार एखाद्या घटकाचे नकाशे तयार करणे.
- ६) जीएनएसएस प्रणालीद्वारे एखाद्या ठिकाण शोधून काढणे.

- ७) भारतीय संरक्षण विभागाची माहिती विविध स्रोतातून संकलीत करा.
- ८) नजिकच्या पणजी स्थित राष्ट्रीय सागर संशोधन संस्थेस प्रत्येकक्ष भेट देऊन तिच्या कामकाजा विषयी माहिती घ्या.