ಸ್ವಚ್ಛ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದತ್ತ ಹೆಜ್ಜೆಗಳು–
"ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹ"

ಸುಚೇತ. ಕೆ. ಹೆಚ್ ಮತ್ತು ರೂಪಾಲಿ ಸಾಹು

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ – 2025

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17

ಸ್ವಚ್ಛ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದತ್ತ ಹೆಜ್ಜೆಗಳು– "ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹ"

ಸುಚೇತ. ಕೆ. ಹೆಚ್

ಮತ್ತು

ರೂಪಾಲಿ ಸಾಹು

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ – 2025

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17

“ಸ್ಟೆಪ್ಸ್ ಟುವರ್ಡ್ಸ್ ಕ್ಲೀನರ್ ಸ್ಪೇಸ್– ಸೆಲ್ಫ್ ಡಿಸ್ಟ್ರಕ್ಟಿಂಗ್ ಸ್ಯಾಟಲೈಟ್”

in Kannada by Sucheta.K.H and Rupali Sahu,

Published by

U R Rao Satellite Centre

Bengaluru-560017

kannada.ursc@gmail.com

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ – 2025

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ

ಬೆಂಗಳೂರು–560017

© ಲೇಖಕರದು

ಮೊದಲ ಮುದ್ರಣ : 2025

ಬಳಸಿದ ಕಾಗದ : 70 ಜಿ.ಎಸ್.ಎಂ. ಮ್ಯಾಪ್‌ಲಿಥೊ

ಡೆಮಿ 1/8, ಪುಟಗಳು: 68

ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ : ಇಸ್ರೊ ಮತ್ತು ಇತರ ಜಾಲತಾಣಗಳು

ಅಧ್ಯಕ್ಷರ ಸಂದೇಶ

ಕನ್ನಡ ಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಹಿತ್ಯ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಹಾಗೂ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಸಾಹಿತ್ಯ ಪ್ರಕಾರ. ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಎಲ್ಲ ಆಗುಹೋಗುಗಳನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಕೋನದಿಂದ ಗಮನಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಸರಳ ಕನ್ನಡ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸುವ ಆಶಯ ಈ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಹಿತ್ಯದ ಗುರಿ. ಅದರಲ್ಲೂ, ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಡಲೆ ಎನಿಸಿರುವ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ, ಉಪಗ್ರಹ ಹಾಗೂ ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮುಂತಾದ ಸಂಕೀರ್ಣ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸರಳ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ ಪ್ರೌಢಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ತಿಳುವಳಿಕೆಯ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಅದೊಂದು ಅಪರೂಪದ ಸಾಧನೆಯೇ ಸರಿ. ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಇಸ್ರೊ ಅಂಗಸಂಸ್ಥೆಯಾದ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು "ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ" ಎಂಬ ಸರಣಿ ಕಿರುಪುಸ್ತಕ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳ ಯೋಜನೆಯನ್ನು 2022ರಲ್ಲಿ ಹಮ್ಮಿಕೊಂಡಿದ್ದು,

ತನ್ಮೂಲಕ "ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ" ಬಗ್ಗೆ ಸಣ್ಣ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊರತರುವ ಯೋಜನೆ ಹೊಂದಿದೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ನಿಮ್ಮ ಕೈಯಲ್ಲಿರುವ ಈ ಪುಸ್ತಕ, ಈ ಮಾಲೆಯ ಒಂದು ಕುಸುಮ.

ಒಂದು ಭಾಷೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಬೇಕಾದರೆ, ವಿವಿಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ತಾಂತ್ರಿಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಆ ಭಾಷೆಯಲ್ಲೇ ವಿವರಿಸಬೇಕಾದದ್ದು ಅವಶ್ಯಕ. ಅಂತೆಯೇ ನಮ್ಮ ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ಸರಳ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿ, ಅದರ ಬಗೆಗಿನ ಅರಿವು ಮೂಡಿಸುವುದೂ ಕೂಡಾ ಅಗತ್ಯವಾಗಿ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿರುವ ಕಾರ್ಯ. ಪ್ರಸ್ತುತ "ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ" ಯೋಜನೆಯು, ಈ ಎರಡೂ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳನ್ನು ಈಡೇರಿಸಲಿದೆ.

ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಪರಿಕಲ್ಪಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಸಾಕಾರಗೊಳಿಸಿದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರನ್ನು ನಾನು ಅಭಿನಂದಿಸುತ್ತೇನೆ. ಮುಂಬರುವ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಹೊರಬರಲಿ, ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಸಕ್ತ ಓದುಗರನ್ನು ತಲುಪಲಿ ಎಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ.

ಡಾ. ವಿ ನಾರಾಯಣನ್

ಅಧ್ಯಕ್ಷರು, ಇಸ್ರೊ

ನಿರ್ದೇಶಕರ ಸಂದೇಶ

ಉಪಗ್ರಹ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನ, ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ಸಂಬಂಧಿತ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸರಳವಾದ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವ ಹಾಗೆ ತಲುಪಿಸಬೇಕು ಎನ್ನುವುದು ನನ್ನ ಚಿಂತನೆ ಹಾಗೂ ಆಶಯ. ಇಂತಹ ಪ್ರಯತ್ನವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲೇ ಓದುವ ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶದ ಯುವ ಪ್ರತಿಭೆಗಳಿಗೆ ಅವಶ್ಯಕ ಹಾಗೂ ಅಧಿಕೃತ ಮಾಹಿತಿ ತಲುಪಿಸುತ್ತದೆ. ತನ್ಮೂಲಕ ಅವರಿಗೆ ಉತ್ತಮ ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸುವಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಭವ್ಯ ಭವಿಷ್ಯ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಹತ್ವದ ಹೆಜ್ಜೆಯಾಗಿದೆ.

ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಐದು ದಶಕಗಳಿಂದ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ನುರಿತ ಹಾಗೂ ಅನುಭವಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಂದ ಈ ಕೆಲಸ ಆಗಬೇಕು ಎಂಬುವುದು ಸಹಜ ಅಪೇಕ್ಷೆ. ಇದರ ಅಂಗವಾಗಿ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು 2022ರಿಂದ

ಪ್ರತಿವರ್ಷ "ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ"ಯ ಭಾಗವಾಗಿ ಹಲವು ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಲು ಯೋಜನೆ ಹಾಕಿಕೊಂಡಿತು. ಈ ಯೋಜನೆಯ ಮುಂದುವರಿದ ಭಾಗವಾಗಿ ಈ ವರ್ಷವೂ ಕಿರುಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊರತರುತ್ತಿರುವುದು ಸಂತಸದ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ.

ಈ ವಿಚಾರಕ್ಕೆ ಸ್ಪಂದಿಸಿ ಅತ್ಯಂತ ಉತ್ಸುಕತೆಯಿಂದ ನಮ್ಮ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ವಿವಿಧ ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಕಿರುಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದ್ದಾರೆ. 2025ರ ಸರಣಿಯ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಇಂದು ನಿಮ್ಮ ಕೈ ಸೇರಿರುವುದು ಸಂತಸದ ಸಂಗತಿ. ಎಲ್ಲಾ ಲೇಖಕರ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಅಭಿನಂದನೆಗಳು ಹಾಗೂ ಈ ಯೋಜನೆ ಮುಂದೆಯು ಹೀಗೆಯೇ ಮುಂದುವರೆಯಲೆಂದು ಎಂದು ನನ್ನ ಹಾರೈಕೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಅಭಿರುಚಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಂಡು, ಮೂಲತತ್ವಗಳನ್ನು ಅರಿತುಕೊಂಡು, ಸ್ಫೂರ್ತಿ ಪಡೆದು ಉತ್ತಮ ಭವಿಷ್ಯ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ. ಈ ನಮ್ಮ ಉದ್ದೇಶ ಸಾಕಾರಗೊಂಡು, ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಫಲಿತಾಂಶ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ನನಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ವಿಶ್ವಾಸವಿದೆ.

ಎಂ. ಶಂಕರನ್

ನಿರ್ದೇಶಕರು

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ

ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಲಿ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ

ಪ್ರಿಯ ಓದುಗರೇ,

ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು (ಯುಆರ್‌ಎಸ್‌ಸಿ) 2022ರಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸುವರ್ಣ ಮಹೋತ್ಸವವನ್ನು ಆಚರಿಸುವ ಸಂಧರ್ಭದಲ್ಲಿ ಯುಆರ್ ಎಸ್‌ಸಿಯ ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯೋತ್ಸವ ಸಮಿತಿಯು, “ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ” ಎಂಬ ಕನ್ನಡ ಪುಸ್ತಕ ಸರಣಿಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿತು. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ರಾಕೆಟ್ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ, ಮುಂತಾದ ಹಲವು ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಶಾಲಾ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವಂತೆ, ಸರಳ ಕನ್ನಡ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಯೋಜನೆ ನಮ್ಮ ಸಮಿತಿಯದು. ಇವುಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೇ ಬರೆಯುತ್ತಿರುವುದು ಇದರ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಶೇಷ. ರಾಜ್ಯೋತ್ಸವ ಆಚರಣೆಯ ಭಾಗವಾಗಿ, ಈ ಸರಣಿಯ ಮೂರನೆಯ ಕಂತಿನ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಇದೀಗ ನಿಮ್ಮ ಮುಂದಿವೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕಗಳ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣದ ಮೂಲಕ ಉಚಿತವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಮಕ್ಕಳಿಗೂ ತಲುಪಿಸುವ ಗುರಿ ನಮ್ಮದು.

ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಉಪಗ್ರಹ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು

ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಲು ಪ್ರೇರೇಪಿಸುವ ಇಸ್ರೊ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾದ ಡಾ. ವಿ ನಾರಾಯಣನ್ ಹಾಗೂ ಈ ಯೋಜನೆಯ ಮುಖ್ಯ ರೂವಾರಿಯಾದ ನಮ್ಮ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ. ಎಂ ಶಂಕರನ್ ಅವರಿಗೆ ನಮ್ಮ ಸಮಿತಿಯು ಆಭಾರಿಯಾಗಿದೆ.

ಈ ಸರಣಿಯ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ, ಸೂಕ್ತ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದ ಶ್ರೀ ಪಿ ಶಿವಪ್ರಕಾಶ್ ಅವರಿಗೆ ನಮ್ಮ ಹೃದಯಪೂರ್ವಕ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಇಂತಹ ಕಠಿಣ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಸರಳಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಲೇಖಕರಿಗೂ ನಾವು ಕೃತಜ್ಞರಾಗಿದ್ದೇವೆ. ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊರತರಲು ಸಹಕರಿಸಿ, ಎಲ್ಲಾ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ಸೂಕ್ತ ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದ ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಲಿಯ ಎಲ್ಲಾ ಸದಸ್ಯರುಗಳಿಗೆ ಹಾಗೂ ನಮ್ಮ ಕೇಂದ್ರದ ಎಲ್ಲಾ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೂ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಪಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ.

ಇವುಗಳನ್ನು ಓದಿ, ನಿಮ್ಮ ಸಲಹೆ ಮತ್ತು ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿದರೆ, ಈ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆಯ ಮುಂದಿನ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಉತ್ತಮಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಡಾ. ರಾಮನಗೌಡ ವಿ ನಾಡಗೌಡ

ಅಧ್ಯಕ್ಷರು

ಸಹನಿರ್ದೇಶಕರು (ಯೋಜನೆಗಳು), ಯುಆರ್ಎಸ್‌ಸಿ

ಲೇಖಕರ ಮಾತು

ಪ್ರಸ್ತುತ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆಯ ಭಾಗವಾಗಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತಿರುವ ಈ ಕಿರುಪುಸ್ತಕದ ಉದ್ದೇಶವೇನೆಂದರೆ ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುವುದಾಗಿದೆ.

ಮಾನವನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ನೌಕೆಗಳನ್ನು ಉಡಾಯಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ ಹಲವು ದಶಕಗಳೇ ಕಳೆದಿವೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಹಳೆಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಅವಧಿ ಪೂರ್ಣಗೊಂಡ ನಂತರ ಏನಾಗುತ್ತವೆ ಅಥವಾ ಎಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಗುತ್ತವೆ? ಇವುಗಳಿಂದ ಅಥವಾ ಇವುಗಳಿಂದ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿಂದ ಇತರ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗಾಗಲಿ ಅಥವಾ ಭೂಮಿಗಾಗಲಿ ಯಾವುದೇ ತೊಂದರೆಯಿಲ್ಲವೆ? ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಂಡಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಅವಶೇಷಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಗೆ ಆಸ್ಪದವಾಗದಂತೆ ನಾಶಗೊಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೇ? ಎಂಬ ಹಲವಾರು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಓದುಗರ ಮನದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಷಯದ ವಿವಿಧ ಆಯಾಮಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಪ್ರಸ್ತುತ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸರಳವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬಾಲಬಾಲೆಯರಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಹಾಗೂ

ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಷಯ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ ಆಸಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಗುರಿ ಸಾಧಿಸಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ.

ನನ್ನ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಕಾರಣಕರ್ತರಾದ ನನ್ನ ತಂದೆ ದಿವಂಗತ ಶ್ರಿ ಕೆ. ಕೆ. ಹೇಮಣ್ಣ ಶೆಟ್ಟಿ ಮತ್ತು ತಾಯಿ ಶ್ರೀಮತಿ ಹೆಚ್. ಕೆ. ರುಕ್ಮಿಣಿ ಅವರಿಗೆ ನನ್ನ ನಮನಗಳು. ನನ್ನ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಒತ್ತಾಸೆಯಾಗಿ ನಿಂತು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿದ ನನ್ನ ಪತಿ ಶ್ರಿ ಕೆ. ಎಸ್. ಶಂಕರ್ ಅವರಿಗೆ ನಾನು ಚಿರಋಣಿಯಾಗಿದ್ದೇನೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕ ಬರೆಯಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡಿದ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ ಎಂ ಶಂಕರನ್ ಅವರಿಗೆ ಹೃತ್ಪೂರ್ವಕ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಈ ಪುಸ್ತಕ ಸರಣಿಯ ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಲಿಯ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾದ ಶ್ರೀ ರಾಮನಗೌಡ ವಿ ನಾಡಗೌಡ ಹಾಗೂ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಎಲ್ಲಾ ಹಿರಿಯರಿಗೆ ಹಾಗೂ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೂ ನಮನಗಳು.

ಸುಚೇತ. ಕೆ.ಹೆಚ್

ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬರೆಯಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡಿದ ಯು. ಆರ್.ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ ಎಂ. ಶಂಕರನ್ ಅವರಿಗೆ ಹೃತ್ಪೂರ್ವಕ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಈ ಪುಸ್ತಕ ಸರಣಿಯ ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಲಿಯ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾದ ಶ್ರೀ ರಾಮನಗೌಡ ವಿ ನಾಡಗೌಡ ಹಾಗು ಸಂಸ್ಥೆಯ ಹಿರಿಯರಿಗೆ ಹಾಗು ಎಲ್ಲಾ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೂ ನನ್ನ ನಮನಗಳು.

ನನ್ನ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಕಾರಣರಾದ ನನ್ನ ತಂದೆ ಶ್ರೀ ಟಿ. ಎಲ್. ಸಾಹು ಮತ್ತು ತಾಯಿ ದಿವಂಗತ ಶ್ರೀಮತಿ ಗೀತಾಂಜಲಿ ಸಾಹು ಅವರಿಗೆ ನನ್ನ ನಮನಗಳು. ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬರೆಯಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೈಲಿಗಲ್ಲನ್ನು ತಲುಪಲು ಸಹಕರಿಸಿದ ನನ್ನ ಸಹೋದರ ಶ್ರೀ ಯತೀಶ್ ಸಾಹುಗೆ ನಾನು ಚಿರ ಋಣಿಯಾಗಿದ್ದೇನೆ.

ರೂಪಾಲಿ ಸಾಹು

ಪರಿವಿಡಿ

1	ಹಿನ್ನೆಲೆ	01
2	ನಿರ್ವಹಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಅಗತ್ಯತೆ	05
3	ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ	14
4	ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಂಡ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸುವಿಕೆ	22
5	ನವೀನ ವಿಧಾನಗಳ ಬಳಕೆ	34
6	ಜಾಗತಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಚಿಂತನೆ	36
7	ಭಗ್ನಾವಶೇಷಗಳಿಂದ ಭಾರತೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸ್ವತ್ತುಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುವುದು	41
8	ಮುಂದಿನ ದಾರಿ	45

1. ಹಿನ್ನೆಲೆ

ಇತ್ತೀಚಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ನವೀನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗಿರುವ ತೀವ್ರ ಸ್ಪರ್ಧೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಕೆಳ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಉಡಾಯಿಸಲು ತಗಲುವ ವೆಚ್ಚ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಉಡಾವಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಧಿಕಗೊಳ್ಳುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ ಅವುಗಳ ಉಡಾವಣೆಯ ಉದ್ದೇಶಗಳು ಸಹ ವಿಸ್ತಾರಗೊಂಡಿವೆ.

ಉಪಗ್ರಹ ಸಂವಹನ, ಭೂ ನಕ್ಷೆ ತಯಾರಿಕೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಶೋಧನೆ, ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು ಮತ್ತು ರೈತರು ಬೆಳೆದ ಬೆಳೆಯ ಸಮೀಕ್ಷೆ, ಸೇನಾ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆ, ಜಿಪಿಎಸ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಹವಾಮಾನ ಮತ್ತು ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿಕೋಪಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಗ್ರಾಮೀಣ ಮತ್ತು ಹಿಂದುಳಿದ ಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನು ಬ್ರಾಡ್ ಬ್ಯಾಂಡ್ ನೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧಿಸಲು ಕೂಡ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಮಹತ್ತರ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡುತ್ತಿವೆ.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳ ಜೊತೆ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಹಾನಿ ಉಂಟಾಗುವ

ಸಾಧ್ಯತೆಯೂ ಹೆಚ್ಚಿದೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ, ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಅವಧಿ ಮುಗಿಸಿರುವ ಅನೇಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ರಾಕೆಟ್ಟಿನ ಭಾಗಗಳು, ಹಳೆಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳ ತುಣುಕುಗಳು ಮತ್ತು ಅವಶೇಷಗಳು ಹಲವಾರು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಭೂ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತಿವೆ. ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಅನಾಥವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಈ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ, ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ತೆರಳುವ ಗಗನಯಾತ್ರಿ ಸಹಿತ ನೌಕೆಗಳು, ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣದಂತಹ ದೊಡ್ಡ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿಗೂ ಕೂಡ ಅಪಾಯ ಸಂಭವಿಸಬಹುದು.

ಭಾರತೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆ (ಇಸ್ರೊ) ತನ್ನ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಉಪಕರಣಗಳ ಮೂಲಕ ಎಲ್ಲಾ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆಯನ್ನು ನಿಯಮಿತವಾಗಿ ನಡೆಸುತ್ತಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅವಶೇಷಗಳ ಪ್ರಮಾಣವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ಪರಿಹಾರಕ್ಕೆ ಹುಡುಕಾಟವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ. ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಮುಖ್ಯ ಪರಿಹಾರವೆಂದರೆ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಂಡಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಅವಶೇಷಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಗೆ ಆಸ್ಪದವಾಗದಂತೆ ನಾಶಗೊಳಿಸುವುದು ಅಥವಾ ಅವುಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಕೆಳಗಿಳಿಸಿ, ಭೂ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಉರಿದು ನಾಶವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುವುದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹ ತಂತ್ರಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಹೆಜ್ಜೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ

ಅನ್ವೇಷಣೆಯ ಭವಿಷ್ಯವನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು ಈ ರೀತಿಯ ನವೀನ ತಂತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಪೂರ್ವಭಾವಿ ಕ್ರಮಗಳು ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿವೆ.

ಸ್ವಯಂ–ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹವು ಒಂದು ಸ್ವಾಯತ್ತ ಉಪಗ್ರಹವಾಗಿದ್ದು, ಅದು ಮುಂದೆ ಉಪಗ್ರಹವು ಅನುಪಯುಕ್ತವಾದಾಗ, ಸ್ವತಃ ನಾಶವಾಗಲು ಕ್ರಮವಿಧಿಯನ್ನು (ಪ್ರೋಗ್ರಾಮನ್ನ) ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.

ಇದು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಸ್ವಯಂ–ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ?

• ಕಿಲ್–ಬಟನ್

ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು "ಕಿಲ್–ಬಟನ್" ಅಥವಾ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಉರಿದು ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಇತರ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೂಲಕ ನಾಶಪಡಿಸಬಹುದು. ಈ ವಿಧಾನವು ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುವಾಗ ಸೂಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಸಹ ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.

• ಮರು–ಪ್ರವೇಶ

ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ತನ್ನ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಹೊರ ಬಂದು ಭೂ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಮರು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಉರಿದು ಹೋಗುವಂತೆ ಪ್ರೋಗ್ರಾಮ್ ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಸ್ವಾಯತ್ತವಾಗಿದೆ, ಮತ್ತು ಯಾವುದೇ ಉಪಗ್ರಹದ

ಅಸಮರ್ಪಕ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಉಪಗ್ರಹದ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಜೀವಿತಾವಧಿ ಮುಗಿದಾಗ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ.

• ಡ್ರ್ಯಾಗ್

ಉಪಗ್ರಹದ ಎಳೆತವನ್ನು (ಡ್ರ್ಯಾಗ್ ಅನ್ನು) ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಅದರ ಮರು-ಪ್ರವೇಶವನ್ನು ತೀವ್ರಗೊಳಿಸಲು, ಸೈಲ್ ಅಥವಾ ಇತರ ಸಾಧನಗಳ ಅಳವಡಿಕೆ. ಸೈಲ್ ಅನ್ನು ಆಂತರಿಕ ಪ್ರೋಗ್ರಾಮಿಂಗ್ ಮೂಲಕ ಅಥವಾ ಭೂ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದ ಆದೇಶದ ಮೂಲಕ ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತವಾಗಿ ನಿಯೋಜಿಸಬಹುದು.

ಸ್ವಯಂ-ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉದಾಹರಣೆಗಳು:

• ಡ್ರಾಕೊ (DRACO)

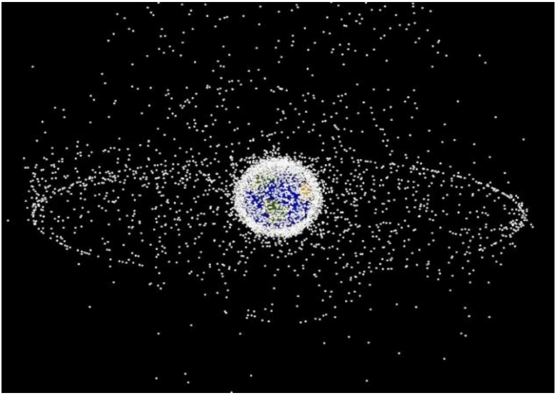
ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ಮರುಪ್ರವೇಶಿಸಲು ಮತ್ತು ವಿಘಟನೆ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾದ ಯುರೋಪಿಯನ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಒಂದು ಉಪಗ್ರಹ.

2. ಅಂತರಿಕ್ಷ ತ್ಯಾಜ್ಯ ನಿರ್ವಹಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಅಗತ್ಯತೆ:

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಂಡಿರುವ ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳ, ಗಗನ ನೌಕೆಗಳ, ಉರಿದು ಹೋದ ರಾಕೆಟ್ಟುಗಳ ಅದೆಷ್ಟೋ ಅವಶೇಷಗಳು ಅನಾಥವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿವೆ (ಚಿತ್ರ 1). ಇವನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅಥವಾ ಅಂತರಿಕ್ಷ ತ್ಯಾಜ್ಯವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಭೂ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಗಾತ್ರದ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ಪರಸ್ಪರ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ತುಣುಕುಗಳೂ ಅಸಂಖ್ಯ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅವಶೇಷಗಳ ಸಣ್ಣ ಕಣಗಳು ಸಹ ಗಮನಾರ್ಹ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಇವುಗಳಿಂದ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ತೆರಳುವ ಗಗನಯಾತ್ರಿ ಸಹಿತ ನೌಕೆಗಳು, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣಗಳ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆಗೂ ಕೂಡ ಅಡ್ಡಿಯುಂಟಾಗಬಹುದು. ಕೆಲವು ಬೃಹತ್ತಾದ ಅವಶೇಷಗಳು ಭಾರಿ ಅಪಾಯವನ್ನೂ ಒಡ್ಡಬಹುದು.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ನಿರಂತರ ಇರುವಿಕೆಯಿಂದಾಗಿ ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಯಾವುದೇ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಉಡಾವಣೆ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಲಿದೆ ಎಂದು

ದೃಢವಾಗಿ ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ಆತಂಕಕಾರಿ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯೂ ಉದ್ಭವವಾಗಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 2: ಕಕ್ಷೀಯ ತ್ಯಾಜ್ಯ

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯ ಅವಶೇಷಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಲು ಹಲವಾರು ಕಾರಣಗಳಿವೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಉದ್ಯಮದ ತೀವ್ರ ವಿಸ್ತರಣೆಯಿಂದ ಉಡಾವಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ಅಂತರಿಕ್ಷ ನೌಕೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳ, ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆ ಸ್ಥಗಿತಗೊಂಡ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಭೂ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿಯೇ ತ್ಯಜಿಸುತ್ತಿರುವುದು, ಉಪಗ್ರಹ ವಿನಾಶಕಾರಿ ತಂತ್ರಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಪರೀಕ್ಷಣೆ ಇತ್ಯಾದಿ.

ಒಂದು ಮಾಹಿತಿಯ ಪ್ರಕಾರ, ಭೂ ಗ್ರಹದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ವಿವಿಧ ಗಾತ್ರದ ಸುಮಾರು ಸಾವಿರಾರು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳಿವೆ. ಜಾಡು ಹಿಡಿಯಲು ಸಾದ್ಯವಾಗದಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಸಹ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಅಪಾಯವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಅಂದಾಜಿನ ಪ್ರಕಾರ ಭೂಮಿಯ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಗೋಲಿಯ ಗಾತ್ರದ ಲಕ್ಷಗಟ್ಟಲೆ ತುಣುಕುಗಳು ತೇಲುತ್ತಿವೆ. ಜೊತೆಗೆ 1 ಮಿಲಿಮೀಟರಿಗಿಂತಲು ಚಿಕ್ಕದಾದ ಅವಶೇಷಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 100 ಮಿಲಿಯನ್‌ಗಿಂತಲೂ (10 ಕೋಟಿ) ಅಧಿಕವಾಗಿದೆ.

ನಾಸಾದ ಒಂದು ವರದಿಯ ಪ್ರಕಾರ, ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣವು (I SS) 1999 ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಅನ್ಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳೊಡನೆ ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು 32 ಬಾರಿ ತನ್ನ ಯೋಜಿತ ಪಥವನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ.

ಭಾರತದ ಚಂದ್ರಯಾನ–2 ಆರ್ಬಿಟರ್ ಮತ್ತು ನಾಸಾದ ಚಂದ್ರನ ವಿಚಕ್ಷಣ ಆರ್ಬಿಟರ್ 20 ಅಕ್ಟೋಬರ್ 2021 ರಂದು ಚಂದ್ರನ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ತೀರ ಅಪಾಯಕಾರಿ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವ ಬಗ್ಗೆ ಮುನ್ಸೂಚನೆ ಇತ್ತು. ನಾಸಾ ಮತ್ತು ಇಸ್ರೋ ಸಂಸ್ಥೆ ಒಂದು ನಿರ್ಣಯವನ್ನು ಕೈಗೊಂಡು ಆ ಸಂಯೋಗ ಘಟಿಸುವ

ಮೊದಲೇ ಚಂದ್ರಯಾನ–2 ಉಪಗ್ರಹದ ಮೂಲಕ ಕುಶಲ ನಡೆಗಳನ್ನು ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಿ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ನಿಭಾಯಿಸಲಾಯಿತು.

1978 ರಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಡೊನಾಲ್ಡ್ ಜೆ. ಕೆಸ್ಲರ್ ರವರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಘರ್ಷಣೆ–ಪ್ರೇರಿತ ಸರಣಿ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳ ಅಪಾಯವನ್ನು "ಕೆಸ್ಲರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮ್" ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ಘರ್ಷಣೆಗಳು ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದರ ಪರಿಣಾಮ ಸ್ವರೂಪವಾಗಿ ಭೂ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ಅವಶೇಷಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ, ಕಕ್ಷೆಯು ಬಳಸಲು ಅನರ್ಹವಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುತ್ತದೆ.

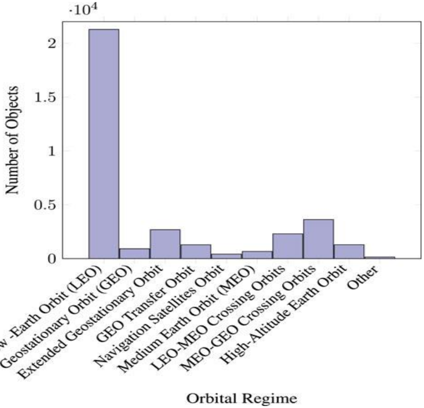
ಡೊನಾಲ್ಡ್ ಜೆ. ಕೆಸ್ಲರ್ (ಜನನ 1940) ಒಬ್ಬ ಅಮೇರಿಕನ್ ಖಗೋಳ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಮತ್ತು ನಾಸಾ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿದ್ದು, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿದ್ದರು. 1973 ರಲ್ಲಿ ನಾಸಾ ಉಡಾಯಿಸಿದ ಅಮೆರಿಕಾದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕೇಂದ್ರವಾದ ಸ್ಕೈಲ್ಯಾಬ್‌ಗೆ ಕೆಸ್ಲರ್ ಹಾರಾಟ ನಿಯಂತ್ರಕರಾಗಿದ್ದರು.

ಭೂಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಎಣಿಕೆ:

ಲುಕ್ ಅಪ್ ಸ್ಪೇಸ್ 2022 ರಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾದ ಒಂದು ಸಂಸ್ಥೆಯಾಗಿದ್ದು ಕೆಳ ಭೂಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಜಾಡು ಹಿಡಿಯುವ ಮೂಲಕ (ಟ್ರ್ಯಾಕ್ ಮಾಡುವ **ಮೂಲಕ**) ಭೂಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಸುರಕ್ಷಿತ ಮತ್ತು ಸಮರ್ಥನೀಯವಾಗಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತಿದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಜೂನ್ 2024ರಂದು, ಇದು ಭೂ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ 10,000ಕ್ಕೂ ಅಧಿಕ ಸಕ್ರಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಎಣಿಸುವುದರೊಂದಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಮೈಲಿಗಲ್ಲನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದೆ (ಚಿತ್ರ 2). ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನವು, ಸರಿಸುಮಾರು ಭೂಮಿಯಿಂದ 400 ರಿಂದ 1,200 ಕಿ.ಮೀ ಗಳ ನಡುವಿನ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿವೆ.

ಇದೇ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಹಲವಾರು ಉರಿದುಳಿದ ರಾಕೆಟ್ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಅವಶೇಷಗಳ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಎಣಿಸಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ತುಣುಕುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದು ಮಿಲಿಯನ್ ಗಿಂತಲೂ ಅಧಿಕ ಎಂದು

ಅಂದಾಜಿಸಿದೆ. ಇದು ಪ್ರಸ್ತುತ ಲೆಕ್ಕಕ್ಕೆ ಸಿಗದ ಭಗ್ನಾವಶೇಷಗಳ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಭಾಗ ಮಾತ್ರವಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 2: ವಿವಿಧ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳು

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಫೆಬ್ರವರಿ 2009 ರಲ್ಲಿ ರಷ್ಯಾದ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಉಪಗ್ರಹ ಕಾಸ್ಮೊಸ್–2251 ಮತ್ತು ಅಮೇರಿಕಾ ಮೂಲದ ಇರಿಡಿಯಮ್ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಒಡೆತನದ ಒಂದು ಸಕ್ರಿಯ ಉಪಗ್ರಹ ಇರಿಡಿಯಮ್–33 ನಡುವೆ ಘರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸಾವಿರಾರು ಅವಶೇಷದ

ತುಣುಕುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿದ್ದು, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವು ತುಣುಕುಗಳು ದಶಕಗಳವರೆಗೂ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉಳಿಯಲಿವೆ.

2011 ರಲ್ಲಿ, ಮೇಲಿನ ವಾತಾವರಣದ ಸಂಶೋಧನಾ ಉಪಗ್ರಹ (UARS), ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪುನಃ ಪ್ರವೇಶಿಸಿತು ಮತ್ತು ಮರು–ಪ್ರವೇಶದ ನಂತರ ಅನೇಕ ತುಂಡುಗಳಾಗಿ ಒಡೆಯಿತು. ಅದೃಷ್ಟವಶಾತ್, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳು ಮನುಷ್ಯನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ರೀತಿಯ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಪರಿಹಾರವೆಂದರೆ ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಆದ್ಯತೆ ನೀಡುವುದು. ಅಂದರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಭಗ್ನಾವಶೇಷಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗದಂತೆ, ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆ ಮುಕ್ತಾಯವಾಗಿರುವ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಸ್ವಯಂ ಕೆಳಗಿಳಿದು ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಉರಿದು ಹೋಗುವಂತೆ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದು.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯಾವುದೇ ದೇಶದ ಸ್ವತ್ತಲ್ಲ. ಅದು ವಿಶ್ವದ ಎಲ್ಲ ದೇಶಗಳಿಗೂ ಸೇರಿದ್ದು. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವನ್ನು ತ್ಯಾಜ್ಯ ವಸ್ತುಗಳ ಅಂಗಳವನ್ನಾಗಿಸುವ ಹಕ್ಕು ಯಾರಿಗೂ ಇಲ್ಲ ಎಂಬ ಅರಿವು ಇಂದು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಉಪಯೋಗದ ಬಗ್ಗೆ ವಿಶ್ವದ ದೇಶಗಳ ನಡುವೆ

ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮಾರ್ಗ ಸೂಚಿಗಳ ಮತ್ತು ನಿಯಮಾವಳಿಗಳ ಅನುಸರಣೆ ಇಂದು ಕಡ್ಡಾಯವಾಗಿ ಆಗಬೇಕಿದೆ.

ಭಾರತದಿಂದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ **ಅವಶೇಷಗಳ** ತೆಗೆಯುವಿಕೆಗೆ ಉಪಕ್ರಮಗಳು :

- **ಸುರಕ್ಷಿತ ಮತ್ತು ಸುಸ್ಥಿರ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ನಿರ್ವಹಣೆಗಾಗಿ ಇಸ್ರೊ ವ್ಯವಸ್ಥೆ** (IS4OM) 2022 ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು, ಇದು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಸ್ವತ್ತುಗಳ ಸುರಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಮತ್ತು ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಾಗಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಬಳಕೆಯನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಇಸ್ರೋದ ವಿಧಾನವಾಗಿದೆ. ಇದು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಘರ್ಷಣೆಯ ಆತಂಕವಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದೆ.
- ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ ನೇತ್ರ (ಜಾಗತಿಕ ವಸ್ತುವಿನ ಟ್ರ್ಯಾಕಿಂಗ್ ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗಾಗಿ ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್): ಇದು ಭಾರತೀಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಭಗ್ನಾವಶೇಷ ಮತ್ತು ಇತರ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಬೆದರಿಕೆಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲು ಇಸ್ರೊ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿರುವ ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕೆಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ

3,400 ಕಿ.ಮೀ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯವರೆಗೆ 10 ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಗಳಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಗುರುತಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಜಾಡು ಹಿಡಿದು ಪಟ್ಟಿ (ಕ್ಯಾಟಲಾಗ್) ಮಾಡಬಲ್ಲದು.

- ಘರ್ಷಣೆ ತಪ್ಪಿಸುವ ತಂತ್ರಗಳು: ಇಸ್ರೊ 2022ರಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ತನ್ನ ಉಪಗ್ರಹಗಳೊಂದಿಗೆ ಇತರ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಸ್ತುಗಳ ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು 21 ಕುಶಲ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದೆ.
- ಇಸ್ರೋ SSA (ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಅರಿವು) ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರ:

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸುರಕ್ಷಿತ ಮತ್ತು ಸುಸ್ಥಿರ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳನ್ನು ಖಚಿತ ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು, ಇಸ್ರೊ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಅರಿವು ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು 2020ರಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಇದು ಭಾರತದೊಳಗಿನ ಎಲ್ಲಾ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಾಂದರ್ಭಿಕ ಜಾಗೃತಿ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದೆ.

3. ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ:

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅನ್ವೇಷಣೆಯು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಬಗ್ಗೆ ನಮ್ಮ ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳಿಂದ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ಅಪಾಯಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸ ಸಲು, ಅವಶೇಷಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಲು ಜಾಗತಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಸಹಕಾರಿ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು, ನವೀನ ತಂತ್ರಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿವೆ.

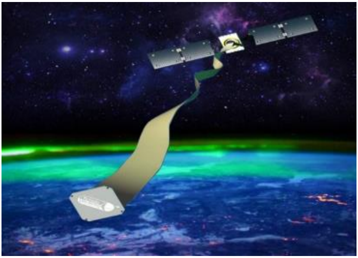
ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಸಕ್ರಿಯ ತೆಗೆದು ಹಾಕುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಕೊರತೆಯೇ, ಕೆಳ ಭೂಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ (LEO) ಈ ವಸ್ತುಗಳ ಘಾತೀಯ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹ ತಂತ್ರಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಹೆಜ್ಜೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ರೀತಿಯ ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಬಳಸಲಾಗುವ ವಸ್ತುಗಳು ಉತ್ಪತನಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಾಗುತ್ತವೆ, ಅಂದರೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ ದ್ರವವಾಗದೆ ಘನ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ಅನಿಲ ರೂಪಕ್ಕೆ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಭೂ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಮರು ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಈ ಸಾಧನಗಳು ಸರಳವಾಗಿ ಆವಿಯಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತವೆ. ಟೈಟಾನಿಯಂ ಮತ್ತು ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಸ್ಟೀಲ್‌ನಂತಹ ಹೆಚ್ಚಿನ

ಕರಗುವ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಮಾಡಲಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಭಾಗಗಳು ಭೂ ವಾತಾವರಣದ ಮರು ಪ್ರವೇಶದ ಬಳಿಕವೂ ನಾಶವಾಗದೆ ಉಳಿದು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳು ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಪರಿಹಾರ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳಂತಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದರೆ ಅವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲುಪುವ ಮೊದಲೇ ನಾಶವಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಚಿಂತನೆ ನಡೆದಿದೆ. ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳ ಆಯ್ಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಹಲವಾರು ಪರೀಕ್ಷೆಗಳು ಜಾರಿಯಲ್ಲಿವೆ. ತಂತ್ರಾಂಶಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಅಥವಾ ವಾಸ್ತವಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಮೂಲಕ ಆ ವಸ್ತುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಾಹಿತಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಅಮೆರಿಕಾ ದೇಶದ ಒಂದು ಸಂಸ್ಥೆಯು ಉಪಗ್ರಹದ ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶದ ಉದ್ದೇಶಕ್ಕಾಗಿ ಟರ್ಮಿನೇಟರ್ ಟೇಪ್‌ನ ಬಳಕೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದೆ (ಚಿತ್ರ 3). ಇದು ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಲೇಪನದೊಂದಿಗೆ ಮಡಿಸಿದ ಫಿಲ್ಮ್ ಅನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಒಂದು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಫಿಲ್ಮ್‌ನ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಒಳಭಾಗಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದ್ದು, ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಮುಚ್ಚಳಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ, ಜೊತೆಗೆ ಈ

ಪೆಟ್ಟಿಗೆ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹದ ನಡುವೆ ಸಂಪರ್ಕ ಕಲ್ಪಿಸ ಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 3: ಉಪಗ್ರಹದಿಂದ ನಿಯೋಜಿಸಲಾದ

ಟರ್ಮಿನೇಟರ್ ಟೇಪ್

ಆ ಉಪಗ್ರಹವು ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವುದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದಾಗ, ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಭೂ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದ ಆಜ್ಞೆಯ ಮೂಲಕ ಅಥವಾ ಆನ್‌ಬೋರ್ಡ್ ಟೈಮರ್ ನಿಂದ ಸಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ತದ ನಂತರ ಬಿಡುಗಡೆಯ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನವು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಮುಚ್ಚಳವನ್ನು ಹೊರಹಾಕುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಫಿಲ್ಮ್ ಅನ್ನು ಬಿಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಬಿಚ್ಚಿಕೊಂಡ ಫಿಲ್ಮ್‌ನ ಸುರುಳಿಯು ಉಪಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಎಳೆತವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಯು ಭೂ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಮರಳುವ ವೇಗವನ್ನು

ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಭೂ ವಾತಾವರಣದ ಜೊತೆ ಘರ್ಷಣೆ ಯಿಂದ ನೌಕೆಯು ಭಸ್ಮವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ನಾಶ ಪಡಿಸುವ ಸಮಯ ಬಂದಾಗ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಒಂದು ಸಂಕೇತವನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವುದು ಕೂಡ ಒಂದು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ರಕ್ಷಣಾತ್ಮಕ ಪದರವನ್ನು ಬಳಸುವ ಆಯ್ಕೆಯೂ ಇದೆ. ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ನಾಶಗೊಳಿಸುವ ಸಮಯ ಬಂದಾಗ ಆ ಹೊರ ಪದರವನ್ನು ತೆಗೆದುಹಾಕಲಾಗುತ್ತದೆ.

RemoveDebris ಎಂಬ ಸಂಶೋಧನಾ ಮಿಷನ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆಗಾಗಿ ಎರಡು ಕ್ಯೂಬ್ ಸ್ಯಾಟ್‌ಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಿದೆ. ಈ ಕ್ಯೂಬ್‌ಸ್ಯಾಟ್‌ಗಳನ್ನು, ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಉಪಗ್ರಹದಿಂದ ನಿಯೋಜಿಸಲಾಗುವುದು, ಇವು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯಲು ಕೃತಕ ಗುರಿಗಳಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಲಿವೆ (ಚಿತ್ರ 4). ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯುವುದಕ್ಕಾಗಿ, ಹಾರ್ಪೂನ್ ಕ್ಯಾಪ್ಚರ್ ಮತ್ತು ನಿಯೋಜಿತ ಗುರಿಯ ಮೇಲೆ ಬಳಸಲಾಗುವ ನೆಟ್ ಎರಡನ್ನೂ ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಅಂತಿಮವಾಗಿ, RemoveDebris ನೌಕೆಯು ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಡ್ರ್ಯಾಗ್

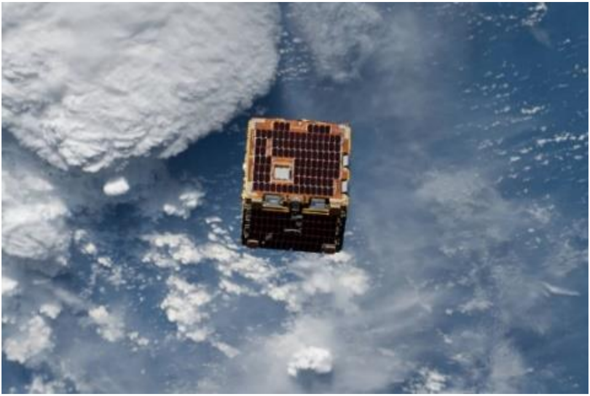
ಸೈಲನ್ನು ನಿಯೋಜಿಸುತ್ತದೆ. ಆ ಸೈಲ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಯ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ತೀವ್ರವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ನೌಕೆಯು ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ನಾಶವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 4: RemoveDEBRIS ಮಿಷನ್

ಇತ್ತೀಚಿನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕ್ಯೂಬ್‌ಸ್ಯಾಟ್‌ಗೆ ಲಗತ್ತಿಸಲಾದ ಸಣ್ಣ–ಪ್ರಮಾಣದ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಥ್ರಸ್ಟರ್‌ಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದಾಗಿದೆ. ಈ ಥ್ರಸ್ಟರ್‌ಗಳು ಕ್ಯೂಬ್‌ಸ್ಯಾಟ್‌ಗೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಿ ಅದರ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಅವಧಿ ಮುಗಿದ ನಂತರ ಅದು ಸ್ವತಃ ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ

ಮರು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಉರಿದು ಹೋಗಲು ಅನುವು ಮಾಡಿ ಕೊಡುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 5).

ಕ್ಯೂಬ್ಸ್ಯಾಟ್‌ಗಳು ಒಂದು ರೀತಿಯ ಸಣ್ಣ ಉಪಗ್ರಹಗಳಾಗಿವೆ. ಇವು ಪ್ರಮಾಣೀಕೃತ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ರೂಪ ಅಂಶದೊಂದಿಗೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ನ್ಯಾನೊಸ್ಯಾಟಲೈಟ್‌ಗಳಾಗಿದ್ದು, ವಿವಿಧ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಕಡಿಮೆ ವೆಚ್ಚದ ವೇದಿಕೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 5: ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ಯೂಬ್‌ಸ್ಯಾಟ್

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಭಗ್ನಾವಶೇಷಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ, ವಿಶ್ವ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಉಪಕ್ರಮಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ, NOAA ಸಂಸ್ಥೆಯು ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಮೂರು ಪೋಲಾರ್ ಆಪರೇಷನಲ್ ಎನ್ವಿರಾನ್ಮೆಂಟಲ್ ಸ್ಯಾಟಲೈಟ್‌ಗಳು (POES) NOAA-15, NOAA-18, ಮತ್ತು NOAA-19 (ಚಿತ್ರ 6). ಅವುಗಳ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಉತ್ತಮವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದಾಗ, ಅವು ತಮ್ಮಿಂದ ತಾವೇ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಿಂದ ಕೆಳಗಿಳಿಯಬಲ್ಲವು. ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಜೀವಿತಾವಧಿ ಮುಗಿದಾಗ ಅಥವಾ ಯಾವುದೇ ಗಂಭೀರ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಉದ್ಭವವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆ ಅಸಮರ್ಪಕವಾದಾಗ ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ತಮ್ಮನ್ನು ತಾವೇ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸಬಲ್ಲವು.

POES ಎಂದರೆ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಾಗರ ಮತ್ತು ವಾತಾವರಣ ಆಡಳಿತ (NOAA) ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಧ್ರುವ–ಕಕ್ಷೆಯ ಹವಾಮಾನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಮೂಹ. POES ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಮತ್ತು ಅವು ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು ವಿತರಿಸುವ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯನ್ನು NOAA ಹೊಂದಿದೆ.

ಈ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವನ್ನು ಸ್ವಾಯತ್ತ ಡಿಕಮಿಷನಿಂಗ್ ಕಂಟ್ರೋಲ್ (ADC) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ADC ಸಾಫ್ಟ್‌ವೇರ್ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಉಂಟಾಗಿರುವ ಗಂಭೀರ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಉಪಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಅದರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ಕಾರ್ಯ ಅಥವಾ ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹದ ಸಂಪೂರ್ಣ ವೈಫಲ್ಯವು ಸನ್ನಿಹಿತವಾದಾಗ, ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸಲು ADC ಆದೇಶಗಳ ಸರಣಿಯನ್ನು ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಆಜ್ಞೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು, ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಎಲ್ಲಾ ಬ್ಯಾಟರಿ ಚಾರ್ಜ್ ಮಾರ್ಗಗಳ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಕಡಿತಗೊಳಿಸುವುದು, ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಮಿಟರ್‌ಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸುವುದು, ಉಪಗ್ರಹದ ಇಂಧನವನ್ನು ಖಾಲಿ ಮಾಡುವುದು ಇತ್ಯಾದಿ ಸೇರುತ್ತವೆ.

ಚಿತ್ರ 6: POES ಉಪಗ್ರಹ

4. ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಂಡ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸುವಿಕೆ:

ಹಳೆಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿದಾಗ ಎಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಗುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಕುತೂಹಲ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಇರುತ್ತದೆಯಲ್ಲವೆ?

ಯಾವುದೇ ಉಪಗ್ರಹವು ತನ್ನ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಅವಧಿಯನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದ್ದರೆ ಅಥವಾ ಅದು ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಮಿಷನ್ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರವು ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿರುವ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸಿ, ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸಲು ಆದೇಶಗಳ ಸರಣಿಯನ್ನು ಕಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಆಜ್ಞೆಗಳು ಕಾರ್ಯಗತವಾದ ನಂತರ ಉಪಗ್ರಹವು ವಿಲೇವಾರಿಗಾಗಿ ಅದರ ಅಂತಿಮ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.

ಮಿಷನ್ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಯ ವಿಲೇವಾರಿಯಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ದೊಡ್ಡ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರಬಲವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳು ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ಭೂಮಿಯಿಂದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದೂರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ಕಾಲಾನಂತರದಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ತನ್ನೆಡೆಗೆ ಸೆಳೆಯುತ್ತದೆ.

ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ವಿಲೇವಾರಿ ಮಾಡುವ ಸಮಯ ಬಂದಾಗ, ಅದನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಬೇಕು ಅಥವಾ ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಇಳಿಸಿ ಉರಿದುಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು.

ವಿವಿಧ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ವಿಲೇವಾರಿ ಮಾಡುವ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿಧಾನಗಳು :

ಭೂಮಿಗೆ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಾದರೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯದಾಗಿ ಉಳಿದಿರುವ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಇಂಧನವನ್ನು ಬಳಸಿ ಉಪಗ್ರಹದ ವೇಗವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಿ, ಅದು ತನ್ನ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಆಚೆ ಬಂದು ಭೂ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಮರು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಉರಿದು ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ದೂರದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಇನ್ನೂ ದೂರದ ಕಕ್ಷೆಗೆ (ಸ್ಮಶಾನ ಕಕ್ಷೆ) ಕಳುಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಎತ್ತರದ ಕಕ್ಷೆ

ಎತ್ತರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ವಿಲೇವಾರಿಗಾಗಿ, ಪ್ರಚೋದಕದೊಂದಿಗೆ (ಪ್ರೊಪೆಲ್ಲಂಟ್ ನೊಂದಿಗೆ) "ಸೂಪರ್‌ಸಿಂಕ್ರೊನಸ್" ಅಥವಾ "ಸ್ಮಶಾನ" ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಳ್ಳಬಹುದು.

ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಂಡ ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಅತಿ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಏರಿಸುವುದರಿಂದ ಅದು ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ದೂರ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಯಾವುದೇ ಅಪಾಯವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪ್ರಭಾವ ಅದನ್ನು ಸೆಳೆಯುತಿದ್ದರೂ ಅದು ಆ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬರಲು ನೂರಾರು ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಕೆಳ ಕಕ್ಷೆ

ಕೆಳ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ವಿಲೇವಾರಿ ಮಾಡುವ ಪ್ರಮುಖ ವಿಧಾನವೆಂದರೆ ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಇಳಿಸುವುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು

ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳು ಅಗಾಧ ಶಾಖದಲ್ಲಿ ಸುಟ್ಟು ಭಸ್ಮವಾಗುತ್ತವೆ. ಆಗಲೂ ಉಪಗ್ರಹವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸುಟ್ಟು ಹೋಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ಮಿಷನ್ ನಿರ್ವಾಹಕರು ಉಳಿದಿರುವ ಆ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಜನನಿಬಿಡ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಂದ ದೂರ, ದಕ್ಷಿಣ ಪೆಸಿಫಿಕ್ ಸಾಗರದಲ್ಲಿ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ.

ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆ

ದೂರ ಸಂವಹನ ಮತ್ತು ದತ್ತಾಂಶ ರವಾನೆಗೆ (ಡೇಟಾ ರಿಲೇಗೆ) ಉಪಯೋಗಿಸುವಂತಹ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಎತ್ತರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು "ಭೂಸ್ಥಿರ" ಕಕ್ಷೆಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯವಾದಾಗ ಅವುಗಳ ವಿಲೇವಾರಿಗಾಗಿ ಸ್ಮಶಾನ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇರಿಸುವುದು ಹೆಚ್ಚು ಸಮಂಜಸವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಂಡ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸುವಿಕೆಗೆ ಇಸ್ರೊ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು:

ಕಾರ್ಯಾವಧಿ ಪೂರ್ಣಗೊಂಡಿದ್ದ ಭಾರತದ ಕಾರ್ಟೊಸ್ಯಾಟ್–2 ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕಾಗಿ ಫೆಬ್ರವರಿ 2024 ರಲ್ಲಿ

ವಿಲೇವಾರಿ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯನ್ನು ನಡೆಸಲಾಯಿತು. ಅದು ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದ 630 ಕಿಮೀ ಎತ್ತರದ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಅದರ ಪೆರಿಜಿ ಎತ್ತರವನ್ನು 380 ಕಿಮೀಗೆ ಇಳಿಸಲು ಸರಣಿ ಅಪೋಜಿ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಯಿತು.

ಇದರಿಂದಾಗಿ ತನ್ನ ಕಾರ್ಯಾವಧಿಯ ನಂತರ 30 ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲೇ ಉಳಿಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದ್ದ ಕಾರ್ಟೋಸ್ಯಾಟ್–2 ಜೀವಿತಾವಧಿಯು 5 ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಇಳಿದಿದೆ. ಇದು ಕೆಳ ಭೂಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡಿರುವ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ನಂತರದ ಜೀವಿತಾವಧಿ 25 ವರ್ಷವೆಂಬ ನಿಯಮದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಅನುಸರಣೆಯಾಗಿದೆ.

24 ಜನವರಿ 2022 ರಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಇನ್ಸಾಟ್–4ಬಿ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಕಾರ್ಯಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸುವ ಮೊದಲು ಅದನ್ನು ಸೂಪರ್‌ಸಿಂಕ್ರೊನಸ್ ಸ್ಮಶಾನ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಏರಿಸಲಾಯಿತು ಮತ್ತು ನಂತರ ವಿಶ್ವಸಂಸ್ಥೆ (UN) ಮತ್ತು ಇಂಟರ್‌ನ್ಯಾಷನಲ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್ ಫಾರ್ ದಿ ಅಡ್ವಾನ್ಸ್‌ಮೆಂಟ್ ಆಫ್ ಸ್ಪೇಸ್ ಸೇಫ್ಟಿ (IADC), ಭೂ ಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡಿರುವ ವಿಲೇವಾರಿ ಮಾರ್ಗಸೂಚಿಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ

ಅನುಸರಣೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಚೋದನ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸಲಾಯಿತು.

ಮಾರ್ಚ್ 7, 2023 ರಂದು ಇಸ್ರೊ ತನ್ನ ಹವಾಮಾನ ಉಪಗ್ರಹವಾದ ಮೇಘಾ-ಟ್ರಾಪಿಕ್ಸ್-1 (MT-1) ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಅದರ ಜೀವನದ ಅಂತ್ಯದ ನಂತರ, ನಿಯಂತ್ರಿತ ಮರು-ಪ್ರವೇಶ ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಇಳಿಸಿ ಉರಿದು ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿತು. ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಂಡ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ವಿಲೇವಾರಿ ಮಾಡಲು ಇಸ್ರೊ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಮರು-ಪ್ರವೇಶವನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದು ಇದೇ ಮೊದಲು.

ಮಾರ್ಚ್ 21, 2024 ರಂದು ಇಸ್ರೊ ಮತ್ತೊಂದು ಮೈಲಿಗಲ್ಲು ಸಾಧಿಸಿತು, PSLV ಆರ್ಬಿಟಲ್ ಎಕ್ಸ್ ಪರಿಮೆಂಟಲ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್-3 (POEM-3) ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಮರುಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಉರಿಯುವ ಮೂಲಕ ತನ್ನ ಅಂತ್ಯವನ್ನು ತಲುಪಿತು ಮತ್ತು ಇದರಿಂದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಅವಶೇಷಗಳು ಉಳಿದಿಲ್ಲ.

ಭಾರತವು 2030 ರ ವೇಳೆಗೆ ಶೂನ್ಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳ ಗುರಿಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ಸಿದ್ಧತೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಅನಾವರಣಗೊಂಡ ಭಗ್ನಾವಶೇಷ-ಮುಕ್ತ

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳು (Debris Free Space Mission - DFSM) ಉಪಕ್ರಮವನ್ನು ಇಸ್ರೊ ಮುನ್ನಡೆಸುತ್ತಿದೆ.

ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಇಲಾಖೆಯು ಪ್ರಮುಖ ಮಾರ್ಗಸೂಚಿಗಳನ್ನು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಲು ಆರಂಭಿಸಿದೆ.

ಅದರ ಪ್ರಮುಖ ಅಂಶಗಳು ಈಗಿವೆ :

- ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಯ ವಿನ್ಯಾಸ ಮಟ್ಟದಲ್ಲೇ ಕಕ್ಷೆಯ ಬ್ಯಾಂಡ್‌ಗಳಲ್ಲಿನ ಘರ್ಷಣೆಯ ಅಪಾಯಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಕಕ್ಷೆಯ ಸ್ಲಾಟ್ ಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡುವುದು.
- ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ನಂತರದ ವಿಲೇವಾರಿಗಳಿಗೆ ಇಂಧನ ಬಜೆಟ್ ನಿಗದಿ ಪಡಿಸುವುದು.
- ನಿಯಂತ್ರಿತ ಮರು–ಪ್ರವೇಶ ಅಥವಾ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಪಥವನ್ನು ಯೋಜಿಸುವುದು ಇತ್ಯಾದಿ.

ಈ ಉಪಕ್ರಮವು ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಸುಸ್ಥಿರತೆಗಾಗಿ ಜಾಗತಿಕ ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಭಾರತವನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಸುರಕ್ಷತೆ, ಭದ್ರತೆ ಮತ್ತು

ಸುಸ್ಥಿರತೆಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವ ನೀಡುವ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿ ಇರಿಸುತ್ತದೆ. ಇಸ್ರೊ ಸುಧಾರಿತ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳ ಜಾಡುಹಿಡಿಯುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು (ಟ್ರ್ಯಾಕಿಂಗ್), ಉಪಗ್ರಹ ಡಿ–ಆರ್ಬಿಟಿಂಗ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಮತ್ತು ಜವಾಬ್ದಾರಿಯುತ ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯೋಜನಾ ಅಭ್ಯಾಸಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಮತ್ತು ಅನುಷ್ಠಾನದ ಮೂಲಕ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳ ಅಪಾಯವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಲು ಬದ್ಧವಾಗಿದೆ.

ಸ್ಕೈಲ್ಯಾಬ್ ನ ಡಿಕಮಿಷನಿಂಗ್ :

ಸ್ಕೈಲ್ಯಾಬ್ 1970 ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಕೆಳ ಭೂ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ನಾಸಾದ ಮೊದಲ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣವಾಗಿತ್ತು. 1979 ರಲ್ಲಿ ಅದರ ಕಾರ್ಯಾವಧಿ ಮುಗಿದ ನಂತರ ಲ್ಯಾಬಿನ ಕಾರ್ಯ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸುವ ಸಮಯ ಬಂದಾಗ ಅದನ್ನು ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಇಳಿಸಲಾಯಿತು. ಸ್ಕೈಲ್ಯಾಬ್‌ನ ಕೆಲವು ತುಣುಕುಗಳು ಅದರ ಗಾತ್ರದಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಮರುಪ್ರವೇಶದ ನಂತರವೂ ಉರಿಯದೆ ಹಾಗೇ ಉಳಿದು ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಾ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಬಂದು ಬಿದ್ದವು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ತುಣುಕುಗಳನ್ನು

ಸ್ಮರಣಾರ್ಥವಾಗಿ ಅಮೇರಿಕಾದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಸ್ತು ಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜಾಗತಿಕ ಒಪ್ಪಂದಗಳು:

ಐದು ಮೂಲಭೂತ ಜಾಗತಿಕ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಒಪ್ಪಂದಗಳು ಹಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ರಚಿತವಾಗಿವೆ:

- ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಒಪ್ಪಂದ (1967) – ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಪರಿಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಜಾಗತಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ . ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವನ್ನು ಶಾಂತಿಯುತವಾಗಿ ಅನ್ವೇಷಿಸಲು ಮತ್ತು ಬಳಸಲು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸುತ್ತದೆ.
- ರಕ್ಷಣಾ ಒಪ್ಪಂದ (1968) – ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳ ರಕ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಹಿಂದಿರುಗುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಉಡಾವಣೆಯಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಹಿಂತಿರುಗುವಿಕೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ .ರಾಷ್ಟ್ರೀಯತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸದೆ, ಸಂಕಷ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡಲು ಮತ್ತು ಅವರನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಅವರ

ಉಡಾವಣಾ ಪ್ರಾಧಿಕಾರಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗಿಸುವದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ.

- ಹೊಣೆಗಾರಿಕೆ ಸಮಾವೇಶ (1972) – ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಹಾನಿಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ . ಉಡಾವಣೆಯಾದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಹಾನಿಯ ಸಂಪೂರ್ಣ ಹೊಣೆಗಾರಿಕೆಯನ್ನು ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಿದ ದೇಶಕ್ಕೆ ವಹಿಸುವದರ ಬಗ್ಗೆ ನಿರ್ಧಾರ ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.
- ನೋಂದಣಿ ಸಮಾವೇಶ (1967) – ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುಗಳ ನೋಂದಣಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ .ಪಾರದರ್ಶಕತೆ ಮತ್ತು ಹೊಣೆಗಾರಿಕೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ದೇಶಗಳು ತಾವು ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡುವ ಎಲ್ಲಾ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವಿಶ್ವಸಂಸ್ಥೆಯೊಂದಿಗೆ ನೋಂದಾಯಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.
- ಚಂದ್ರನ ಒಪ್ಪಂದ (1984) – ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಇತರ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಮೇಲಿನ ದೇಶಗಳ

ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳ ಶಾಂತಿಯುತ ಬಳಕೆ ಮತ್ತು ಪರಿಸರ ಹಾನಿಯಿಂದ ರಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಒತ್ತಿಹೇಳುತ್ತದೆ.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳ ನಿರ್ಮೂಲನೆಯ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ನಿಭಾಯಿಸುವುದು ಒಂದು ಸಂಕೀರ್ಣ ವಿಷಯವಾಗಿದ್ದು, ಇದಕ್ಕೆ ಜಾಗತಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ತಾಂತ್ರಿಕ ನೈಪುಣ್ಯತೆ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಜಾಗೃತಿ, ಸಹಕಾರ ಕ್ರಮಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ ಮತ್ತು ಸಮನ್ವಯದ ಅಗತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ

ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮಾರ್ಗಸೂಚಿಗಳ ಅನುಸರಣೆ: ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮಾರ್ಗಸೂಚಿಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಬೇಕು, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಇಂಟರ್ನ್ಯಾಷನಲ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್ ಫಾರ್ ದಿ ಅಡ್ವಾನ್ಸ್ಮೆಂಟ್ ಆಫ್ ಸ್ಪೇಸ್ ಸೇಫ್ಟಿ (I ADC) ಸ್ಪೇಸ್ ಡೆಬ್ರಿಸ್ ಮಿಟಿಗೇಷನ್ ಗೈಡ್ ಲೈನ್ಸ್, 2002.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ದೊಡ್ಡ ಗಾತ್ರದ ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕ ವಸ್ತುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ತುಣುಕುಗಳಾಗುವ ಮೊದಲೇ ಅವುಗಳನ್ನು ತೆರವುಗೊಳಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಜಾಗತಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಚಿಂತನೆ ನಡೆಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಪರಿಹಾರಗಳನ್ನು

ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ವಿಶ್ವದಾದ್ಯಂತ ಸಂಶೋಧಕರು ಸತತ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

5. ನವೀನ ವಿಧಾನಗಳ ಬಳಕೆ

ಅಂತರಿಕ್ಷ ತ್ಯಾಜ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ನವೀನ ತಂತ್ರಗಳು:

- ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ **ಅವಶೇಷಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು** ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದು: ಏಕ-ಬಳಕೆಯ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಮರುಬಳಕೆ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಉಡಾವಣಾ ವಾಹನಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುದರಿಂದ ಉಡಾವಣೆಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಹೊಸ ಅವಶೇಷಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆ.
- **ಅಂತರಿಕ್ಷ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ** ಸಕ್ರಿಯ ತೆಗೆಯುವಿಕೆ: ಹಾರ್ಪೂನ್‌ಗಳು, ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟ್‌ಗಳು, ಲೇಸರ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಸ್ಲಿಂಗ್‌ಶಾಟ್‌ಗಳಂತಹ ವಿವಿಧ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯಲು ಸಂಭಾವ್ಯ ಸಾಧನವಾಗಿ ಪರಿಶೋಧಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.
- ಬಲೆ ಬಳಸಿ ಅವಶೇಷದ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದು ಅವುಗಳನ್ನು ಭೂವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ತಂದು ಉರಿಸುವುದು, ಇದೇ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಬಲೂನುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಭೂ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ತಂದು ಅವುಗಳು

ಹೊತ್ತಿ ಉರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಅಥವಾ ಭೂ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಎಳೆದು ತರುವುದು ಸೇರಿದಂತೆ ಹಲವು ಪರಿಹಾರ ಸೂತ್ರಗಳು ಸಂಶೋಧಕರ ಮನದಲ್ಲಿದೆ.

- ಲೋಸನ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಫೆಡರಲ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಯ ತಜ್ಞರು ವ್ಯಾಕ್ಯುಮ್ ಕ್ಲೀನರ್ ಅನ್ನು ಹೋಲುವ" ಕ್ಲೀನ್‌ಸ್ಪೇಸ್ ವನ್" ಎಂಬ ಉಪಕರಣವೊಂದನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಸಾಧನವು, ನಾವು ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ವ್ಯಾಕ್ಯುಮ್ ಕ್ಲೀನರ್‌ನಂತೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ ತಜ್ಞರು. ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿರುವ ಕಸದ ತುಣುಕುಗಳ ಬಳಿಗೆ ತೆರಳುವ ಈ ಸಾಧನವು, ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ತನ್ನೊಳಗೆ ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಬಳಿಕ ಎರಡೂ ಕೂಡ ಹೊತ್ತಿ ಉರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಯೋಜನೆ ಸ್ವಿಸ್ ತಜ್ಞರದು.

6. ಜಾಗತಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಚಿಂತನೆ (ಜಾಗತಿಕ ಮತ್ತು ಭಾರತೀಯ ಸನ್ನಿವೇಶ)

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಅರಿವು (SSA):

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಅರಿವು (SSA – Space Situational Awareness) ಎಂದರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸರದ ಬಗ್ಗೆ ಜ್ಞಾನ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸ್ವತ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವ ಯಾವುದೇ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಅಥವಾ ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ಅಪಾಯವನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದುವುದು, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಎದುರಾಗುವ ಯಾವುದೇ ಅಪಾಯಗಳ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸ್ವತ್ತುಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ನಿವಾರಣಾ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಅನುಷ್ಠಾನಗೊಳಿಸುವುದು, ಇವೆಲ್ಲವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ನಮ್ಮ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಆಸ್ತಿಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು, ಭಾರತವು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅರಿಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಖಂಡಿತವಾಗಿ ಹೊಂದಿರಲೇ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಸುರಕ್ಷತೆ ಮತ್ತು ಸುಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ

ಪರಿಸರದ ಸಮಗ್ರ ಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಜಾಗೃತಿ (SSA) ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಎಂದಾದರೂ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗೆ ಯಾವುದೇ ವಸ್ತು ಅಥವಾ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅವಶೇಷಗಳಿಂದ ತೀವ್ರ ಘರ್ಷಣೆಯ ಆತಂಕ ಎದುರಾದರೆ ಅದರಿಂದ ಪಾರಾಗಲು ನೌಕೆಯು ಘರ್ಷಣೆ ತಪ್ಪಿಸುವ ಕುಶಲ ನಡೆಯನ್ನು (CAM – Collision Avoidance Maneuver) ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಮೂಲತಃ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಜಾಗತಿಕ ಸ್ವರೂಪದಿಂದಾಗಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಎದುರಾಗುವ ಘರ್ಷಣೆಗಳ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಂದ ಪಾರಾಗುವ ಕ್ರಮಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಜಾಗತಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಮಾಹಿತಿ ಹಂಚಿಕೆ ಮತ್ತು ಸಹಯೋಗ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಘರ್ಷಣೆ ತಪ್ಪಿಸುವ ಕುಶಲತೆ (CAM-Collision Avoidance Maneuver) – ಸುರಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತು ಅಪಘಾತಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ, ವಾಯುಯಾನ ಮತ್ತು ರಸ್ತೆ ಸಂಚಾರ ಸೇರಿದಂತೆ ವಿವಿಧ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕುಶಲತೆಗಳು ನಿರ್ಣಾಯಕವಾಗಿವೆ.

ಜಾಗತಿಕ ಸನ್ನಿವೇಶ

ಜಾಗತಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನೋಡುವುದಾದರೆ 2021ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಪ್ರತಿ ಉಡಾವಣೆಯಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಉಡಾವಣೆಯಾಗುವ ವಸ್ತುಗಳ ಅನುಪಾತವು ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗುತ್ತ ಸಾಗಿದೆ. 2020 ರಲ್ಲಿ 102 ಉಡಾವಣೆಗಳ ಮೂಲಕ 522 ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಸೇರಿಸಿದ್ದರೆ, 2021 ರಲ್ಲಿ 135 ಉಡಾವಣೆಗಳ ಮೂಲಕ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಸೇರಿಸಲಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 1860ಕ್ಕೇರಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ 60ರಷ್ಟು ಕೆಳ ಭೂಕಕ್ಷೆಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಬೃಹತ್ ಸಮೂಹವಾಗಿವೆ

ರಷ್ಯಾ 15ನೇ ನವೆಂಬರ್ 2021 ರಂದು ಉಪಗ್ರಹ ವಿನಾಶ ವಿರೋಧಿ ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು (ASAT) ನಡೆಸಿತು. ಈ ಪರೀಕ್ಷೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ರಷ್ಯಾ ತನ್ನದೇ ಆದ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನು ನೆಲ-ಆಧಾರಿತ ಕ್ಷಿಪಣಿಯೊಂದಿಗೆ ನಾಶಪಡಿಸಿತು. 2021 ರಲ್ಲಿ, ರಷ್ಯಾದ ASAT ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಂತೆ, ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ವಿಘಟನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಅವಶೇಷಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸಾವಿರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 515 ವಸ್ತುಗಳು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ತಮ್ಮ ವೇಗವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಹೊರ ಬಂದು ಭೂ

ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪುನಃ ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಉರಿದು ಹೋದವು. ಆದರೆ ಈ ರೀತಿಯ ನೈಸರ್ಗಿಕ ನಾಶವಾಗುವಿಕೆಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹಾಗೆ ಉಳಿಯುವ ಅವಶೇಷಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮೊದಲಿಗಿಂತ ಅನೇಕ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ.

ಭಾರತೀಯ ಸನ್ನಿವೇಶ

ಇಂದು, ಭಾರತವು ಕೆಳ ಭೂ ಕಕ್ಷೆ (LEO), ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆ (GEO) ಮತ್ತು ಅಂತರಗ್ರಹ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ಅನೇಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಭಾರತವು ಪ್ರಥಮ ಉಡಾವಣೆಯಿಂದ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ತನ್ನ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳಿಸಲು ಬಳಸಿದ ರಾಕೆಟ್ಟುಗಳ ಭಗ್ನಾವಶೇಷಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವು ಇನ್ನೂ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಮರುಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಉರಿದು ಹೋಗಿವೆ. 2001 ರಲ್ಲಿ PSLV-C3 ನ ನಾಲ್ಕನೇ ಹಂತದ ವಿಘಟನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ಅವಶೇಷಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಇನ್ನೂ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿವೆ.

2019 ರಲ್ಲಿ, ಭಾರತವು "ಮಿಷನ್ ಶಕ್ತಿ" ಎಂಬ ಉಪಗ್ರಹ ವಿರೋಧಿ (ASAT) ಕ್ಷಿಪಣಿ ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ನಡೆಸಿದೆ (ಚಿತ್ರ 7). ಅಮೇರಿಕಾ, ರಷ್ಯಾ

ಮತ್ತು ಚೀನಾದ ನಂತರ, ಭಾರತವು ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದ ವಿಶ್ವದ ನಾಲ್ಕನೇ ರಾಷ್ಟ್ರವಾಗಿದೆ. ಈ ಪರೀಕ್ಷೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಆಸ್ತಿಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಭಾರತದ ಒಟ್ಟಾರೆ ಭದ್ರತೆಯನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಬಲಪಡಿಸುವ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಚಿತ್ರ 7: ಮಿಷನ್ ಶಕ್ತಿ

7. ಭಗ್ನಾವಶೇಷಗಳಿಂದ ಭಾರತೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸ್ವತ್ತುಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುವುದು:

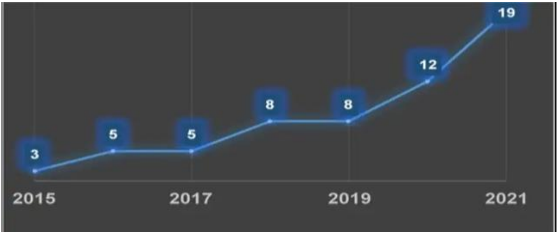
ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆ ಭಾರತದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಉಪಕರಣಗಳ ಮುಖಾಂತರ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ಅನ್ಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಹಳೆಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳ ತುಣುಕುಗಳು ಮತ್ತು ಅವಶೇಷಗಳಿಂದ ಇತರ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳಿಗೆ ಸಂಭವಿಸಬಹುದಾದ ಆಪತ್ತುಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ನಿಕಟ ವಿಧಾನದ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆಯನ್ನು ನಿಯಮಿತವಾಗಿ ನಡೆಸುತ್ತಿದೆ. 2021 ರಲ್ಲಿ ಇಸ್ರೋ ಸಂಸ್ಥೆ ಕೆಳ ಭೂಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ತನ್ನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಮೂಲಕ 4000ಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕ ಘಟನೆಗಳನ್ನು 1 ಕಿ.ಮೀ ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ದೂರದಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ಭೂ ಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ತನ್ನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಮೂಲಕ 3000ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಘಟನೆಗಳನ್ನು 5 ಕಿ.ಮೀಗೂ ಕಡಿಮೆ ದೂರದಿಂದಲೂ ನಿಕಟವಾಗಿ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ಮಾಡಿದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆಯಲ್ಲಿ ಹೊರಬಂದ ಪ್ರಮುಖ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಗರಿಷ್ಠ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಆಪತ್ಕಾರಿ ವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲ ಚೀನಾದ ASAT ಪರೀಕ್ಷೆ ಮತ್ತು ಕಾಸ್ಮೊಸ್ – ಇರಿಡಿಯಮ್ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ತುಣುಕುಗಳು ಎಂಬುದು.

ಹಲವು ಬಾರಿ ಭೂ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಬಹುಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಟಾರ್‌ಲಿಂಕ್ ಸಮೂಹದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ಭಾರತೀಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ 1 ಕಿ.ಮೀ ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಅಂತರವಿದ್ದಿದ್ದು ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ನಮ್ಮ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಆಸ್ತಿಗಳಿಗೆ ಉಂಟಾಗಬಹುದಾದ ಹಾನಿಯನ್ನು ಕುರಿತು ಸಂಯೋಜಿತ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ಕೇಂದ್ರವು ಎಚ್ಚರಿಕೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದೆ

ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಉಪಗ್ರಹ ಸಮೂಹಗಳ ಹೆಚ್ಚಳದಿಂದಾಗಿ ಮುಂಬರುವ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಘರ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಅವಶೇಷಗಳೊಡನೆ ಘರ್ಷಣೆಯ ಆತಂಕವು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುವ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿದೆ. ಸ್ವಯಂ–ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಿಂದ ಈ ರೀತಿಯ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಪರಿಹಾರವನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳು ಅತಿ ನಿಕಟವಾಗಿ ಹಾದು ಹೋಗುವುದರಿಂದ ಸಂಭವಿಸಬಹುದಾದ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಪಾರಾಗಲು ಘರ್ಷಣೆ ತಪ್ಪಿಸುವ ಕುಶಲ ನಡೆ (CAM) ಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇತ್ತೀಚಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ಕುಶಲ ನಡೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿದೆ. ಕಳೆದ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಇಸ್ರೊ ನಡೆಸಿದ ಇಂತಹ

ಕುಶಲ ನಡೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಗ್ರಾಫ್ ಚಿತ್ರಿಸುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 8). 2021 ರಲ್ಲಿ, ಇಸ್ರೊ 19 ಕ್ಯಾಮ್(CAM)ಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿತು, ಅದರಲ್ಲಿ 14 ಕೆಳ ಭೂಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗಾಗಿ ಮತ್ತು 5 ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗಾಗಿ ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಲಾಯಿತು. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೊಂದಿಗೆ CAM ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ವರ್ಷದಿಂದ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ. ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಇದು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಲಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 8: ಭಾರತದಿಂದ ಘರ್ಷಣೆ ತಪ್ಪಿಸುವ ತಂತ್ರಗಳು

(ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ: isro.gov.in)

ಭಾರತದಿಂದ ಘರ್ಷಣೆ ತಪ್ಪಿಸುವ ತಂತ್ರಗಳು:

ಇಸ್ರೊ ತನ್ನ ಸಮಗ್ರ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ವರದಿಯನ್ನು (ISSAR) 2023 ರಲ್ಲಿ

ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಿದೆ. ಆ ವರದಿಯಲ್ಲಿ ಇಸ್ರೊ ತನ್ನ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು 23 ಘರ್ಷಣೆ ತಪ್ಪಿಸುವ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದೆ ಎಂದು ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಚಾರ ನಿರ್ವಹಣೆ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳಲ್ಲಿನ ಸವಾಲುಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಈ ವರದಿಯು ಮಹತ್ವದ ಒಳನೋಟಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. 2023 ರಲ್ಲಿ ಇಸ್ರೊ ತನ್ನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ರಕ್ಷಣೆಗಾಗಿ ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಿದ ಕುಶಲ ನಡೆಗಳ (CAM) ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತುಂಗವನ್ನು ಕಂಡಿತು. ಈ ವರದಿಯು ಡಿ–ಆರ್ಬಿಟಿಂಗ್ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಭಾಗವಾಗಿದ್ದ ಮೆಘಾಟ್ರೋಪಿಕ್ಸ್–1 ಉಪಗ್ರಹದ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಅವರೋಹಣವು ಸೇರಿದಂತೆ ಎಂಟು ಭಾರತೀಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಯಶಸ್ವಿ ಮರು–ಪ್ರವೇಶವನ್ನು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

8. ಮುಂದಿನ ದಾರಿ

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳದೊಂದಿಗೆ, ಎಲ್ಲಾ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯುತ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆಗೊಳಿಸುವ ಮಾರ್ಗಸೂಚಿಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವುದು ಅವಶ್ಯಕ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆಯು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ನಿರಂತರ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಆಸ್ತಿಗಳ ರಕ್ಷಣೆಯ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಅತ್ಯಗತ್ಯ ಅಂಶವಾಗಿದೆ. ಈ ಗುರಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಲು ಅಗತ್ಯ ಮೂಲಸೌಕರ್ಯಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಸ್ತುಗಳ ವೀಕ್ಷಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಅಗತ್ಯವಿದೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಸ್ವಯಂ–ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯು ವಿಕಸನಗೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸುಧಾರಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಖಾಸಗಿ ಘಟಕಗಳ ಭಾಗವಹಿಸುವಿಕೆಯೊಂದಿಗೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ದೀರ್ಘಾವಧಿಯ ಸುಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ಕಾಪಾಡುವಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಜವಾಬ್ದಾರಿ ಮತ್ತು ಕೊಡುಗೆಗಳನ್ನು ಒತ್ತಿಹೇಳಬೇಕಾಗಿದೆ. ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್ ಫಾರ್ ಸ್ಪೇಸ್ ಆಬ್ಜೆಕ್ಟ್ಸ್ ಟ್ರ್ಯಾಕಿಂಗ್ ಮತ್ತು

ಅನಾಲಿಸಿಸ್ (NETRA) ಯೋಜನೆಯಡಿಯಲ್ಲಿ RADARS ಮತ್ತು ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್‌ಗಳೊಂದಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಣ್ಗಾವಲು ಮತ್ತು ಟ್ರ್ಯಾಕಿಂಗ್ ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್ ಸ್ಥಾಪನೆಯನ್ನು ಇಸ್ರೊ ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಂಡಿದೆ. ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆರುವ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳಿಗೆ ಎದುರಾಗುವ ಸಂಭವನೀಯ ಬೆದರಿಕೆಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು, ನಿರ್ಣಯಿಸಲು ಮತ್ತು ಅಮೂಲ್ಯವಾದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಆಸ್ತಿಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುವಲ್ಲಿ ಸ್ವಾವಲಂಬನೆಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು, ವೀಕ್ಷಣಾ ಸೌಲಭ್ಯಗಳ ಜಾಲವನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಆಧಾರಿತ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಜಾಗತಿಕ ಸ್ವರೂಪ ಪಡೆದಿರುವ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಮತ್ತು ಘಟಕಗಳ ನಡುವಿನ ಸಹಯೋಗವು ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ–2025ರ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು

1. ಉಪಗ್ರಹ ಉಪಯೋಗಗಳು: ಡಾ. ಬೆ ರಾ ನಾಗೇಂದ್ರ
2. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೋದನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ: ಶ್ರೀದೇವಿ ಭಟ್
3. ಉಪಗ್ರಹದ ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ತೆಳು ಪದರ ಲೇಪನ: ಡಾ. ಗಿರೀಶ ಮಂಜುನಾಥ ಗೌಡ
4. ಸ್ವಚ್ಛ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದತ್ತ ಹೆಜ್ಜೆಗಳು– "ಸ್ವಯಂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಉಪಗ್ರಹ": ಸುಚೇತ. ಕೆ. ಹೆಚ್ ಮತ್ತು ರೂಪಾಲಿ ಸಾಹು
5. ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳು – ಒಂದು ಕಿರುಪರಿಚಯ: ಸೌಭಾಗ್ಯ
6. ಡಾ. ಕೆ. ಕಸ್ತೂರಿರಂಗನ್ (ಗುರು, ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಸಂಶೋಧಕ, ಚಿಂತಕ, ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕ): ಸುಮ ಎಸ್ ಲೊಂಕಡಿ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಭಾ ಹೆಬ್ಬಾರ್ ಪಿ
7. ಡಾ॥ ವಿಠ್ಠಲ ರಾಮಚಂದ್ರ ರಾವ್ – ನುಡಿ ನಮನ: ಕಾತ್ಯಾಯಿನಿ
8. ಅಂತರಿಕ್ಷ ರಸಪ್ರಶ್ನೆ–1: ಇಸ್ರೊ: ಡಾ. ಆನಂದ ಎಸ್

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ–2023ರ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು

1. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪ್ರವಾಸ: ಡಾ. ಬೆ ರಾ ನಾಗೇಂದ್ರ
2. ಚಂದ್ರಯಾನ್–3: ಡಾ. ಆನಂದ ಎಸ್
3. ವಜ್ರಗ್ರಹ–55 ಕ್ಯಾನ್ಕ್ರಿ ಇ: ಶ್ರೀಮತಿ ಪುಷ್ಪಾಂಜಲಿ ಮತ್ತು ಕುಮಾರಿ ರೂಪಾಲಿ ಸಾಹೂ
4. ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಸಂವೇದಕಗಳು: ಡಾ.ಗಿರೀಶ ಮಂಜುನಾಥ ಗೌಡ
5. ಪ್ರೊ. ಯು ಆರ್ ರಾವ್ – ಭಾರತದ ಉಪಗ್ರಹ ಪಿತಾಮಹ: ಶ್ರೀ ಬಿ ಎಸ್ ಪ್ರಸಾದ್
6. ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು: ಶ್ರೀ ಜಯಸಿಂಹ ಪಿ ಮತ್ತು ಶ್ರೀ ಕೆ ವಿ ಮುರಲೀಧರ
7. ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣ – ಏಕೆ? ಹೇಗೆ?: ಶ್ರೀಮತಿ ಶ್ರೇಯಲಾ ರತ್ನಾಕರ್
8. ಮಾನವನ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಯಾನ: ಎಸ್ ರಾಜೇಶ ಕುಮಾರ್
9. ಉಪಗ್ರಹಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ! ಏಕೆ ? ಹೇಗೆ?: ಶ್ರೀಮತಿ ಸುಮನ್ ಆರ್ ವಾಲ್ಕೆ
10. ನಮ್ಮ ಸೌರಮಂಡಲದ ಗ್ರಹಗಳು: ಶ್ರೀಮತಿ ಅರ್ಪಿತಾ ಕುಮಾರಿ ಕೆ
11. ಗಗನಯಾನಿಯ ಆರೋಗ್ಯ: ಡಾ. ಅರವಿಂದ ಕುಮಾರ್ ಎಂ
12. ನ್ಯಾನೋ ಸ್ಯಾಟಲೈಟ್ಸ್ (ಪುಟಾಣಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು): ಶ್ರೀ ಸುರೇಶ್ ಕುಮಾರ್ ವಿ ಮತ್ತು ಶ್ರೀಮತಿ ಸುಮಾ ಉಮೇಶ್

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ–2022ರ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು

1. ಇಸ್ರೊ–ಸಾಧನೆಯ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ: ಡಾ. ಬೆ ರಾ ನಾಗೇಂದ್ರ
2. ರಾಕೆಟ್–ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ರಹದಾರಿ: ಶ್ರೀ ಆನಂದ ಎಸ್
3. ಡಾ. ವಿಕ್ರಂ ಸಾರಾಭಾಯಿ: ಶ್ರೀಮತಿ ಪ್ರಿಯಾಂಕ ವಿ
4. ಪ್ರೊ ಸತೀಶ್ ಧವನ್ (ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಗುರು, ಸಂಶೋಧಕ, ಚಿಂತಕ, ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕ): ಶ್ರೀ ಪ್ರಸಾದ್ ಬಿ ಎಸ್
5. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯ: ಶ್ರೀ ಶಿವಪ್ರಕಾಶ್ ಬಿ
6. ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣ: ಶ್ರೀಮತಿ ಉಮಾ ಬಿ ಆರ್
7. ಧೂಮಕೇತುಗಳು–ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಅತಿಥಿಗಳು: ಶ್ರೀಮತಿ ಸೌಭಾಗ್ಯ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ

ಸಂಪಾದಕೀಯ ಸಮಿತಿ

ಡಾ. ರಾಮನಗೌಡ ವಿ ನಾಡಗೌಡ ..ಅಧ್ಯಕ್ಷರು
ಶ್ರೇಯಲಾ ರತ್ನಾಕರ್ ..ಉಪಾಧ್ಯಕ್ಷರು
ರಮೇಶ ನಾಯ್ಡು ವಿ
ಜಯಸಿಂಹ ಪಿ
ಮುರಳೀಧರ ಕೆ ವಿ
ಡಾ. ಉಮಾ ಬಿ ಆರ್
ಡಾ. ನಾಗೇಂದ್ರ ಬೆ ರಾ
ಡಾ. ಆನಂದ ಎಸ್
ಚಂದ್ರಿಕಾ ಜಿ ಎಲ್
ಪ್ರಿಯಾಂಕ ವಿ
ಸೌಭಾಗ್ಯ
ಸಂಜೀವ್ ಕುಮಾರ್ ಕೆ ಎಸ್.
ಕಟ್ಟಿಮನಿ ಎಸ್ ಎಂ
ಪ್ರಶಾಂತ್ ಡಿ. ಬಾಗಲಕೋಟ್
ಪ್ರಸಾದ್ ಬಿ ಎಸ್
ಪ್ರಶಾಂತ್ ಎ ಆರ್
ಸುರೇಶ್ ಎಂ. ಹೆಬ್ಬಳ್ಳಿ
ಸೌರಭ್ ಗುಪ್ತ
ಚಂದ್ರಿಕಾ ಜಿ ಎಲ್
ಸುಮಾ ಉಮೇಶ್ ..ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿ

ಸುಚೇತ. ಕೆ.ಹೆಚ್, ಇವರು 1991 ರಿಂದ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇವರು ಸೌರಫಲಕಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದು, ಇಸ್ರೋದ ಹಲವಾರು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸೌರಫಲಕಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ ಮ್ಯಾನೇಜರ್ ಆಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ಇವರು ಸೌರಫಲಕದ ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ವಿಕಾಸ ಅನುಭಾಗದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದು, ಗಗನಯಾನ ಉಪಗ್ರಹದ ಸೌರಫಲಕಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ ಮ್ಯಾನೇಜರ್ ಆಗಿಯೂ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ರೂಪಾಲಿ ಸಾಹು, ಇವರು 2013 ರಲ್ಲಿ ಬಿಲಾಯ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಪದವಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದು, ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ಸೌರಫಲಕ ವಿಭಾಗ, ಶಕ್ತಿ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿ ಏಪ್ರಿಲ್ 2014 ರಿಂದ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇವರು ಸೌರಫಲಕಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇವರು ಜಿಸ್ಯಾಟ್–29, ಜಿಸ್ಯಾಟ್–7ಎ, ಸಿ ಎಮ್ ಎಸ್–01 ಮತ್ತು ಎನ್ ವಿ ಎಸ್ ಸರಣಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಿದ್ದು, ಪ್ರಸ್ತುತ ಗಗನಯಾನ ಸೌರಫಲಕಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಹ ಅಭಿಯಂತರರಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಬಾಲ ಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ ಸರಣಿಗಾಗಿ "ಕ್ಯಾನ್ಸ್ರೀ–ಇ" ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಕನ್ನಡ, ಹಿಂದಿ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಯು.ಆರ್.ಎಸ್. ಸಿ. ಮತ್ತು ಇತರ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಆಯೋಜಿಸುವ ತಾಂತ್ರಿಕ ಕಮ್ಮಟಗಳಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಪ್ರಬಂಧಗಳನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದ್ದಾರೆ.