ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಡಾ. ಬೆ ರಾ ನಾಗೇಂದ್ರ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ – 2025

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17

ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಡಾ. ಬೆ ರಾ ನಾಗೇಂದ್ರ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ – 2025

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17

“Upgrahagala Upayogagalu”
in Kannada by Dr. B R Nagendra,
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 1/16, ಪುಟಗಳು: 80

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 ಉದ್ದೇಶವು "**ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು**" ಎಂಬ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುವುದಾಗಿದೆ.

ಮಾನವನು ಇಂದಿನ ಆಧುನಿಕ ಯುಗದಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಹಾಗೂ ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತನಾಗಿಬಿಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. ಒಂದು ಕ್ಷಣ ಎಲ್ಲಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳೇನಾದರೂ ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿಬಿಟ್ಟರೆ, ಜಗತ್ತಿನ ಬಹುತೇಕ ಎಲ್ಲಾ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಸ್ತಬ್ಧವಾಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಸಂವಹನ, ದೂರಸಂವೇದನೆ, ಪಥನಿರ್ದೇಶನ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಖಗೋಳ ಸಂಶೋಧನೆ ಹೀಗೆ ಎಲ್ಲಾ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ, ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ಹಾಗೂ ಸರ್ಕಾರಗಳಿಗೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು ಅಪಾರವಾಗಿವೆ. ಈ ವಿಷಯದ ವಿವಿಧ ಆಯಾಮಗಳನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುತ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸರಳವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬಾಲಬಾಲೆಯರಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಹಾಗೂ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಷಯ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ ಆಸಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಗುರಿ ಸಾಧಿಸಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕ ಬರೆಯಲು ಅವಕಾಶವಿತ್ತ 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, ವಿಶೇಷವಾಗಿ ನಮ್ಮ ಹಿರಿಯ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಾದ ಶ್ರೀ ಬಸವರಾಜ್ ಅಕ್ಕಿಮರಡಿ ಹಾಗೂ ಡಾ. ಮಧುಸೂಧನ್ ಸಿ ಎಸ್ ಅವರಿಗೆ ನಮನಗಳು ಹಾಗೂ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಾದ ಶ್ರೀಮತಿ ರಚನಾ, ಶರತ್, ಪ್ರದೀಪ್, ಗೋಕುಲ್ ಹಾಗೂ ಪೂಜಾ ಅವರುಗಳ ಸಹಕಾರಕ್ಕೆ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ, ಸೂಕ್ತ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದ ಡಾ. ಎಸ್ ಆನಂದ, ಶ್ರೀ ಪಿ ಜಯಸಿಂಹ ಹಾಗೂ ಶ್ರೀ ಪಿ ಶಿವಪ್ರಕಾಶ್ ಅವರಿಗೆ ನಮ್ಮ ಹೃದಯಪೂರ್ವಕ ಧನ್ಯವಾದಗಳು

ನನ್ನ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಕಾರಣಕರ್ತರಾದ ನನ್ನ ತಂದೆ ದಿವಂಗತ ಶ್ರೀ ಬಿ. ಎಸ್. ರಾಮಚಂದ್ರ ರಾವ್ ಹಾಗೂ ತಾಯಿ ಶ್ರೀಮತಿ ಎನ್. ಎಸ್. ಶಾರದಮ್ಮ ಅವರಿಗೆ ನನ್ನ ನಮನಗಳು. ಈ ಪುಸ್ತಕ ಬರೆಯಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿದ ನನ್ನ ಪತ್ನಿ ಶ್ರೀಮತಿ ಟಿ ಎನ್ ಯಮುನಾ ಹಾಗೂ ನನ್ನ ಮಗ ಎನ್ ವೈ ಅಭಯ್ ಅವರಿಗೆ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಚಿಕ್ಕಂದಿನಿಂದ ನನ್ನನ್ನು ತಿದ್ದಿ, ಸಲಹಿದ ಸಹೋದರಿಯರಾದ ರಮಾಮಣಿ, ಸುಗುಣ, ಸುವರ್ಣ, ಸೌಭಾಗ್ಯ, ಶೈಲ ಹಾಗೂ ಭವಾನಿ ಇವರುಗಳ ಹಾಗೂ ಎಲ್ಲಾ ಬಂಧು ಮಿತ್ರರ ಪ್ರೀತಿಗೆ ನಾನು ಚಿರಋಣಿಯಾಗಿದ್ದೇನೆ.

ಡಾ. ಬೆ ರಾ ನಾಗೇಂದ್ರ

ಪರಿವಿಡಿ

1	ಹಿನ್ನೆಲೆ	01
2	ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು	05
3	ಭೂವೀಕ್ಷಣಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು	20
4	ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು	35
5	ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು	51
6	ಅಂತರಗ್ರಹ ಅಭಿಯಾನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು	54
	ಉಪಸಂಹಾರ	57

1. ಹಿನ್ನೆಲೆ

ಪ್ರಸ್ತುತ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸೇವೆಯಿಲ್ಲದ ಮಾನವನ ಜೀವನವನ್ನು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೂ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ದೈನಂದಿನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಕೆಲಸಕ್ಕೂ ನಾವು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಮೇಲೆ ಆಧಾರವಾಗಿದ್ದೇವೆ. ಬೆಳಿಗ್ಗೆ ಎದ್ದ ಕೂಡಲೇ ಬಹಳಷ್ಟು ಜನ ಮೊದಲು ನೋಡುವುದು ಮೊಬೈಲ್ ಫೋನ್. ಈ ಮೊಬೈಲ್ ಸಂಪರ್ಕದಿಂದ ಜಗತ್ತಿನ ಯಾವುದೇ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿರುವ ನಿಮ್ಮ ಆತ್ಮೀಯರನ್ನು ನೋಡುವುದಕ್ಕೆ, ಮಾತಾನಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಮೊಬೈಲ್ ನೀಡುವ ಸೇವೆಯ ಹಿಂದೆ ಒಂದು ಉಪಗ್ರಹ ಇರುತ್ತೆ ಹಾಗೂ ಆ ಉಪಗ್ರಹದ ಮೂಲಕ ಮೊಬೈಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಮಾತುಕತೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಬಹಳ ಜನರಿಗೆ ತಿಳಿದಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಯಾವ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಾದರೂ ನಡೆಯುವ ಕ್ರೀಡೆ, ಘಟನೆ, ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಕುಳಿತುಕೊಂಡು ದೂರದರ್ಶನದ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ

ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವುದು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ಮೂಲಕ ಇಂಟರ್‌ನೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸೂಜಿಯಿಂದ ರಾಕೆಟ್ಟಿನವರೆಗೆ ಯಾವುದೇ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಓಟಿಟಿಯಲ್ಲಿ ಸಿನೆಮಾಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆ, ಯೂಟ್ಯೂಬಿನಲ್ಲಿ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ, ಮನರಂಜನೆಯ ವೀಕ್ಷಣೆ, ಎಲ್ಲವೂ ಇಂಟರ್ ನೆಟ್‌ನಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿವೆ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಸೇವೆಗಳಿಗೆ ಬೆನ್ನೆಲುಬಾಗಿ ನಿಂತಿರುವುದು ಉಪಗ್ರಹಗಳು.

ಇತ್ತೀಚಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೋ ಸಲ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಹೋಗಬೇಕಾದರೂ ಸಹ ನಮಗೆ ಹಾದಿ ಮರೆತುಹೋಗಿರುತ್ತೆ. ಹಾಗೂ ತಿಳಿಯದೇ ಇರುವ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಹಾದಿ ಹುಡುಕುವ ರೀತಿಯೇ ಬದಲಾಗಿದೆ. ಜಿಪಿಎಸ್ ಆಧಾರಿತ ಗೂಗಲ್ ಮ್ಯಾಪ್ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಯಾವ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದರೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೋಗಬಹುದಾಗಿದೆ. ಈ ಜಿಪಿಎಸ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮುಖ್ಯ ಅಂಗವೇ ಉಪಗ್ರಹಗಳು. ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಇಲ್ಲದೆ ಇದ್ದರೆ, ಜಿಪಿಎಸ್ ಕೆಲಸ ಮಾಡೋದಿಲ್ಲ, ಜಿಪಿಎಸ್ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ

ಜಗತ್ತಿನ ಜನರ ಚಲನೆಯೇ ಸ್ತಬ್ಧವಾಗುವ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಬಂದುಬಿಟ್ಟಿದೆ.

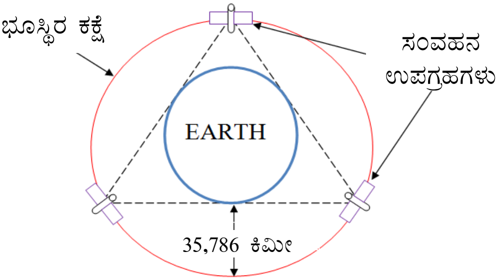
ಮೇಲಿನ ಉಪಯೋಗಗಳೆಲ್ಲಾ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಹಾಸುಹೊಕ್ಕಾಗಿರುವ, ಕಣ್ಣಿಗೆ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಕಾಣುವ ಪ್ರಯೋಜನಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲದೇ ಇನ್ನೂ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಜನ ಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಅಥವಾ ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿವೆ. ಕೃಷಿ, ರಕ್ಷಣೆ, ನಗರಾಭಿವೃದ್ಧಿ, ಗ್ರಾಮೀಣಾಭಿವೃದ್ಧಿ, ಮೀನುಗಾರಿಕೆ, ಜಲಸಂಪನ್ಮೂಲ ನಿರ್ವಹಣೆ, ಸಾಗರಸಂಪನ್ಮೂಲ ನಿರ್ವಹಣೆ, ವಿಮಾನಯಾನ, ಶೋಧ ಮತ್ತು ರಕ್ಷಣೆ, ವಿಕೋಪ ಪರಿಸ್ಥಿಯ ನಿರ್ವಹಣೆ, ಹವಾಮಾನ ಮುನ್ಸೂಚನೆ, ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಂಶೋಧನೆ ಮೊದಲಾದ ವಿವಿಧ ಉಪಯೋಗಗಳಿಗೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದ.

ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಸಂವಹನ, ದೂರ ಸಂವೇದಿ, ಪಥನಿರ್ದೇಶನ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನಾ ಹಾಗೂ ಅಂತರಗ್ರಹ ಅಭಿಯಾನದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಎಂದು

ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಬಗೆಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳೇನು ಎಂಬುದನ್ನು ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

2. ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಸಂವಹನ/ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸುಮಾರು 36,000ಕಿಮೀ (ನಿಖರವಾಗಿ 35,786ಕಿಮೀ) ದೂರದ ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರಿಸಲಾಗುವುದು. ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಕಕ್ಷಾವಧಿ ಹಾಗೂ ಭೂಮಿ ತನ್ನ ಸುತ್ತಲೂ ಒಮ್ಮೆ ತಿರುಗುವ ಅವಧಿ ಸಮಾನವಾಗಿದ್ದು, ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ಸ್ಥಳದ ಮೇಲ್ಗಡೆಯೇ ಇದ್ದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ, ಯಾವುದೇ ಮತ್ತೊಂದು



ಚಿತ್ರ–1: ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳು

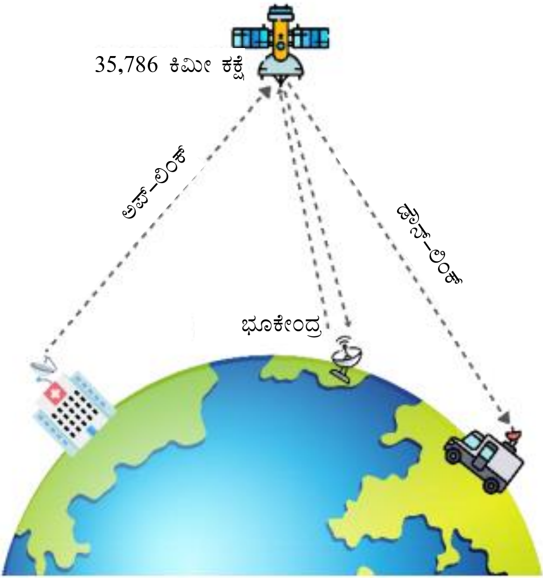
ಸ್ಥಳದ ಮಧ್ಯೆ ಸಂವಹನ ಏರ್ಪಡಿಸಲು ಇಂತಹ ಮೂರು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು 120ಡಿಗ್ರಿ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ(ಚಿತ್ರ–1).

ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಸಂಕೇತ(ಸಿಗ್ನಲ್)ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಿ (ಇದನ್ನು ಅಪ್–ಲಿಂಕ್ ಎನ್ನಲಾಗುವುದು), ಅಲ್ಲಿಂದ ಅವಶ್ಯಕವಾದರೆ, ಆ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ರವಾನಿಸಲ್ಪಟ್ಟು, ನಂತರ ಅಲ್ಲಿಂದ ಭೂಮಿಯ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ರವಾನಿಸಲಾಗುವುದು (ಇದನ್ನು ಡೌನ್–ಲಿಂಕ್ ಎನ್ನಲಾಗುವುದು). ಹೀಗೆ ಇಡೀ ಭೂಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕ ಜಾಲವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲಾಗಿದೆ. ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ದೂರವಾಣಿ, ದೂರದರ್ಶನ, ಸಂಪರ್ಕ ಸೇವೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದರೆ, ಇದೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ಬಗೆಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಹವಾಮಾನ ಮುನ್ಸೂಚನೆ, ಪಥನಿರ್ದೇಶನ, ಮೊದಲಾದ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲಿನಿಂದಲೂ ಸಂವಹನ ಸೇವೆಗಾಗಿ ಬೃಹತ್ ಗಾತ್ರದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿರ

ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರಿಸಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ಸ್ಟಾರ್ ಲಿಂಕ್ ನಂತಹ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಸುಮಾರು 500ಕಿಮೀ ದೂರದ ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ಸಣ್ಣ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಇರಿಸಿ ಸಂವಹನ ಸೇವೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತಿವೆ.

ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹದ ಕಾರ್ಯವೈಖರಿಯನ್ನು ಹೀಗೆ ವಿವರಿಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರ–2ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಪಡೆದ ಮಾಹಿತಿಯುಳ್ಳ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು, ಉಪಗ್ರಹವು ತನ್ನ ರೇಡಿಯೋ ಆಂಟೆನಾ(ಆರ್ ಎಫ್ ಆಂಟೆನಾ)ಗಳ ಮೂಲಕ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಮತ್ತೆ ಭೂಮಿಗೆ ರವಾನಿಸುವುದು. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ನಾಲ್ಕು ಮಹತ್ವದ ಹಂತಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.

- ಅಪ್‌ಲಿಂಕ್ ಭೂಕೇಂದ್ರವು (ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿರುವ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗುವ ನಿಯಂತ್ರಣ/ಗ್ರಾಹಕ ಕೇಂದ್ರ) ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಮಾಹಿತಿಯುಳ್ಳ ರೇಡಿಯೋ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ರವಾನಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ–2: ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿಯ ಸಂವಹನ
ಉಪಗ್ರಹದ ಕಾರ್ಯವೈಖರಿ

- ಉಪಗ್ರಹವು ಈ ಸಂಕೇತವನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ, ಅದರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವರ್ಧಿಸುತ್ತದೆ (ಆಂಪ್ಲಿಫೈ ಮಾಡುವುದು).
- ಹೀಗೆ ಶಕ್ತಿವರ್ಧನೆಯಾದ ಸಂಕೇತವನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ ಡೌನ್‌ಲಿಂಕ್ ಆಗಿ ಉಪಗ್ರಹ ರವಾನಿಸುತ್ತದೆ.
- ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ರಿಸೀವರ್ ಆಂಟೆನಾಗಳು ಈ ಸಂಕೇತವನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ, ಅದರಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪುನಃ ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತವೆ.

ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಇನ್ಸಾಟ್ ಹಾಗೂ ಜಿಸಾಟ್ ಸರಣಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳಾಗಿವೆ. ಸಂವಹನ/ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕೇವಲ ಸಂವಹನಕ್ಕಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ ಹಲವಾರು ಬಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈಗ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಉಪಯೋಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳೋಣ.

- **ದೂರಸಂಪರ್ಕ**

ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಸಮೀಪದ ಮತ್ತು ದೂರದ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಧ್ವನಿ ಮತ್ತು ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು

ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ರವಾನಿಸಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇನ್ಸಾಟ್ ಹಾಗೂ ಜಿಸಾಟ್ ಸರಣಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಈ ಉದ್ದೇಶಕ್ಕಾಗಿ ಸಜ್ಜುಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಟಿವಿ ಪ್ರಸಾರ, ಹವಮಾನ ಮನ್ಸೂಚನೆ ಮತ್ತು ರೇಡಿಯೋ ನೆಟ್‌ವರ್ಕಿಂಗ್‌ಉಪಯೋಗಗಳಿಗೂ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿ–ಸಾಟ್ (ವೆರಿ ಸ್ಮಾಲ್ ಅಪರ್ಚರ್) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವ ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಗಾತ್ರದ ಭೂಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಯಾವುದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿ, ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಸಂವಹನ ಮತ್ತು ನೆಟ್‌ವರ್ಕಿಂಗ್ ಉದ್ದೇಶಗಳಿಗಾಗಿಯೂ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಸಣ್ಣ ಗಾತ್ರದ ಅಂಟೆನಾದ ವಿ–ಸಾಟ್ ಟರ್ಮಿನಲ್‌ಗಳನ್ನು ಎಟಿಎಮ್ ಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುವುದು.

- **ಟೆಲಿಮೆಡಿಸಿನ್**

ಇದು ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಪಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿದೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಗ್ರಾಮೀಣ ಮತ್ತು ದೂರದ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿರುವ ರೋಗಿಗಳಿಗೆ ಉತ್ತಮ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ನೀಡಲು

ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ವೈದ್ಯಕೀಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರುವ ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶದ ವೈದ್ಯರಿಗೆ ಉಪಗ್ರಹ ಸಂಪರ್ಕಜಾಲದ ಮೂಲಕ ನಗರದಲ್ಲಿರುವ ತಜ್ಞ ವೈದ್ಯರಿರುವ ಪ್ರಮುಖ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಿಗೆ ಧ್ವನಿ ಮತ್ತು ದೃಶ್ಯಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಸಂಪರ್ಕ ಏರ್ಪಡಿಸಲಾಗುವುದು. ತಜ್ಞ ವೈದ್ಯರಿಗೆ ರೋಗಿಯ ವಿವರಗಳನ್ನು ರವಾನಿಸಿ, ಅವರ ಸಲಹೆಯಂತೆ ಸೂಕ್ತ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಗ್ರಾಮೀಣ ರೋಗಿಗಳಿಗೆ ಅಲ್ಲಿನ ವೈದ್ಯರು ನೀಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

- **ದೂರಶಿಕ್ಷಣ**

ದೂರದೂರದ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮತ್ತು ವೃತ್ತಿಪರರಿಗೆ ಉತ್ತಮ ಶಿಕ್ಷಣ ಲಭ್ಯವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ವೀಡಿಯೊ ತರಗತಿಗಳ ಮೂಲಕ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಈ ಶಿಕ್ಷಣ ವಿಧಾನವನ್ನು ಇ–ಕಲಿಕೆ ಎಂದು ಉಲ್ಲೇಖಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಈಗ ಬಹು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿರುವ ಯೂಟ್ಯೂಬ್ ತರಗತಿಗಳು ಲಭ್ಯವಾಗುವ ದಿನಗಳಿಗೂ ಮೊದಲು ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ದೂರಶಿಕ್ಷಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಎಜುಸ್ಯಾಟ್ ಎಂಬ ಇಸ್ರೊ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಉಪಗ್ರಹವು ದೂರಶಿಕ್ಷಣ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಮೀಸಲಾಗಿತ್ತು. ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶದ ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಅವಶ್ಯಕ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪಾಠಗಳನ್ನು ಖ್ಯಾತ ಶಿಕ್ಷಕರಿಂದ ಮಾಡಿಸಿ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಸಂದೇಹಗಳನ್ನು ಸಹ ನಿವಾರಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು.

- **ಬ್ಯಾಂಕಿಂಗ್**

ವಿಶ್ವದ ಆರ್ಥಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಬ್ಯಾಂಕಿಂಗ್ ಬೆನ್ನೆಲುಬು ಅಂತಾ ಹೇಳಬಹುದು. ಬ್ಯಾಂಕುಗಳು ಮತ್ತು ಎಟಿಎಂಗಳು ತಮ್ಮ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಗ್ರಾಹಕರ ಮಾಹಿತಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿರುವ ಸರ್ವರ್ ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ಗಳ ಜೊತೆ ಡೇಟಾವನ್ನು ವಿನಿಮಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸುರಕ್ಷಿತ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ ಸಂಪರ್ಕ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಆಧಾರಿತವಾದ ವರ್ಚುವಲ್ ಪ್ರೈವೇಟ್ ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್

(ವಿಪಿಎನ್) ಸೇವೆಯು ಅನಿಯಮಿತವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ವಹಿವಾಟುಗಳಿಗೆ ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ.

- **5–ಜಿ ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್**

ಜನರು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಒಂದು ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್‌ನ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ತಂದು, ಅವುಗಳನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿರಿಸಲು, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗುವ ಮೊಬೈಲ್ ಪ್ರಸರಣ ಕೇಂದ್ರಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಸಾಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ, ಐದನೇ ತಲೆಮಾರಿನ 5–ಜಿ ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. 5–ಜಿ ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್‌ನ ಸೇವೆಗಳಿಗೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ. ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಕ, ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನು ದೇಶದ ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ 5–ಜಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವು ಇಂಟರ್ನೆಟ್ ಆಫ್ ಥಿಂಗ್ಸ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲು ಸಹ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

5–ಜಿ ಸಂಪರ್ಕ ಸೇವೆಯನ್ನು ಉಪಗ್ರಹದ ಬಳಕೆಯ ಹೊರತಾಗಿಯೂ ನೀಡಬಹುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಮಾಹಿತಿ ವಿನಿಮಯವು ಭೂಸ್ಥಿತ ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಫೈಬರ್ ತರಹದ ತಂತುಗಳ ಮೂಲಕ ಆಗುವುದು. ಈ ತಂತುಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿ ಕಳಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ವಿಳಂಬವಿಲ್ಲದ ವೇಗದ ಸಂಪರ್ಕ ಏರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಪ್ರಸರಣದಲ್ಲಿ ವಿಳಂಬ, ಹೆಚ್ಚು ವೆಚ್ಚ ಮತ್ತು ಅನುಮತಿ ಪಡೆಯಲು ಕ್ಲಿಷ್ಟವೆನಿಸುವ ನಿಯಮಗಳ ಹೊರತಾಗಿಯೂ ಒನ್ ವೆಬ್, ಸ್ಟಾರ್ ಲಿಂಕ್, ಕೈಪರ್ (ಅಮೇಜಾನ್ ಸಂಸ್ಥೆ), ಕೆನಡಾದ ಟೆಲೆಸ್ಯಾಟ್ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಮುನ್ನಡೆದಿವೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಭೂಸ್ಥಿತ ಸಂಪರ್ಕಗಳಿಗೆ ಪೂರಕವಾಗಿ ಗ್ರಾಮೀಣ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುತ್ತಿವೆ. ಅಲ್ಲದೇ ಪ್ರಕೃತಿ ವಿಕೋಪಗಳಿಂದ ತಂತುಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಭೂಕೇಂದ್ರಗಳಿಗೆ ಹಾನಿಯಾದಾಗ ಉಪಗ್ರಹದ ಮೂಲಕ 5–ಜಿ ಸೇವೆ ನೀಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

- ## ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಪುಂಜದಿಂದ ಅಂತರ್ಜಾಲ ಸೇವೆ

ಪ್ರಪಂಚದಾದ್ಯಂತದ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಖಾಸಗಿ ಕಂಪನಿಗಳು ದೇಶದ ಮೂಲೆ ಮೂಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಗ್ರಾಹಕರಿಗೆ ಅತಿ ವೇಗದ ಅಂತರ್ಜಾಲ ಸೌಲಭ್ಯವನ್ನು, ಕಡಿಮೆ ವೆಚ್ಚದಲ್ಲಿ ನೀಡುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಯೋಚಿಸುತ್ತಿವೆ. ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳೆಂದರೆ ಬೃಹತ್ ಗಾತ್ರದ್ದು ಹಾಗೂ ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರಬೇಕಾದವು ಎಂಬ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಬದಲಾಗಿ ಹಲವಾರು ಚಿಕ್ಕ ಗಾತ್ರದ ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಪುಂಜವನ್ನು ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿರಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ದೇಶದ ಯಾವುದೇ ಮೂಲೆಯ ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೂ, ಅತಿ ವೇಗದ ಅಂತರ್ಜಾಲ ಸೌಲಭ್ಯವನ್ನು ನೀಡಬಹುದಾಗಿದೆ.

- ## ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಮೂಲಕ ಇಂಟರ್ನೆಟ್ ಆಫ್ ಥಿಂಗ್ಸ್

ಇಂಟರ್ನೆಟ್ ಆಫ್ ಥಿಂಗ್ಸ್‌ನ(ಐಒಟಿ) ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವು ನಾವು ಬಳಸುವ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಇಂಟರ್ನೆಟ್ ಮೂಲಕ

ಸಂಪರ್ಕಿಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ಬಳಸಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಗಾತ್ರದ ಹಲವಾರು ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಇರಿಸಿದರೆ ಇಂಟರ್ನೆಟ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಐಒಟಿ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಸಂಪರ್ಕ ಜಾಲದೊಳಕ್ಕೆ ತರಬಹುದು. ಹೀಗಾಗಿ, ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ಕಾರುಗಳು ಮತ್ತು ಇತರ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ದೂರದ ಸ್ಥಳಗಳಿಂದ ಅಂತರ್ಜಾಲದ ಮೂಲಕ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು.

- **ನೈಜಸಮಯ(ರಿಯಲ್ ಟೈಮ್)ದ ಟ್ರ್ಯಾಕಿಂಗ್**

ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಸಾಕಾರಗೊಳ್ಳುವ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಹವಾಮಾನ ಬದಲಾವಣೆಗಳು, ವಿಪತ್ತಿನ ಮಾಹಿತಿ, ಮಿಲಿಟರಿ ವಿಷಯದ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳನ್ನು ಆಯಾ ಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

- **ದೂರದರ್ಶನ ಪ್ರಸಾರ ಮತ್ತು ಡಿಟಿಎಚ್**

ಚಲನಚಿತ್ರಗಳು, ಕ್ರೀಡೆಗಳ ಹಾಗೂ ಘಟನೆಗಳ ನೇರಪ್ರಸಾರವನ್ನು ದೂರದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಆಯಾ

ಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿಯೇ ನೋಡಲು ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನೀಡಲಾಗುವ ಡೈರೆಕ್ಟ್ ಬ್ರಾಡ್ ಕಾಸ್ಟ್ ಸಾಟಲೈಟ್ (ಡಿಬಿಎಸ್) ಮತ್ತು ಡೈರೆಕ್ಟ್ ಟು ಹೋಮ್ (ಡಿಟಿಹೆಚ್) ಸೇವೆಗಳು ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತವೆ(ಚಿತ್ರ–3). ಪ್ರಸ್ತುತದಲ್ಲಿ ಡಿಟಿಹೆಚ್ ಸೇವೆಗಳನ್ನು ಕೆಲವು ಕಂಪನಿಗಳು

ಚಿತ್ರ–3: ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ದೂರದರ್ಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ

ನೀಡುತ್ತಿವೆ.

- **ಆಯಾ ಕ್ಷಣದ ಸುದ್ದಿಗಳ ನೇರಪ್ರಸಾರ**

ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಯಾವುದೇ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ, ಘಟನೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದರೂ ಜಗತ್ತಿನ ಯಾವುದೇ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿರುವ ವೀಕ್ಷಕರು ಆ

ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಆಯಾ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೇ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಸೂಕ್ತ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಹಾಗೂ ಪ್ರಸರಣ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಔಟ್‌ಸೈಡ್ ಬ್ರಾಡ್ ಕಾಸ್ಟಿಂಗ್(ಒಬಿ) ವ್ಯಾನ್‌ಗಳು (ಚಿತ್ರ–4), ಆ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳ ವಿಡಿಯೋಗಳನ್ನು ಟಿವಿ ಸ್ಟುಡಿಯೋಗಳಿಗೆ

ಚಿತ್ರ–4: ಒಬಿ ವ್ಯಾನ್‌ಗಳು

ತಲುಪಿಸಿ, ಅಲ್ಲಿಂದ ಎಲ್ಲೆಡೆ ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

- **ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರಸಾರ**

ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮತ್ತು ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ರೇಡಿಯೋ ಕೇಂದ್ರಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗುಣಮಟ್ಟದ ಧ್ವನಿಯುಳ್ಳ ಡಿಜಿಟಲ್ ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಸ್ಥಾಪಿತವಾದ ಆಂಟೆನಾಗಳ ಮೂಲಕ ನೀಡುವ ರೇಡಿಯೋ

ಸೇವೆಗಳಿಗಿಂತ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ಪಷ್ಟತೆಯ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಇನ್ನೂ ವಿಸ್ತಾರದ ಭೂಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ, ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರಸಾರ ಸೇವೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹ ರೇಡಿಯೋ ಸೇವೆಯಿಂದ ಗ್ರಾಮೀಣ ಮತ್ತು ನಗರ ಕೇಂದ್ರಗಳ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ, ಗ್ರಾಹಕರಿಗೆ ಮನರಂಜನೆ, ಕ್ರೀಡೆ ಮತ್ತು ಸುದ್ದಿ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳ ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

- **ಶೋಧ ಮತ್ತು ರಕ್ಷಣೆ**

ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಶೋಧ ಮತ್ತು ರಕ್ಷಣೆ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಕೋಸ್ಟ್ ಗಾರ್ಡ್, ನೌಕಾಪಡೆ ಮತ್ತು ವಾಯುಪಡೆಗಳು ನಡೆಸುತ್ತವೆ. ಮೀನುಗಾರರು, ಚಾರಣಿಗರು, ಚಂಡಮಾರುತಕ್ಕೆ ಸಿಲುಕಿ ಕಳೆದುಹೋದವರನ್ನು, ಹುಡುಕಿ, ರಕ್ಷಿಸಲು ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಶೋಧ ಮತ್ತು ರಕ್ಷಣೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ 2013ರಲ್ಲಿ, ಭಾರತದಲ್ಲಿ 14 ವಿವಿಧ ವಿಕೋಪ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಶೋಧ ಮತ್ತು ರಕ್ಷಣೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ, ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯು 94 ಮಾನವ ಜೀವಗಳನ್ನು ಉಳಿಸಲು ಕೊಡುಗೆ ನೀಡಿದೆ.

3. ಭೂವೀಕ್ಷಣಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು

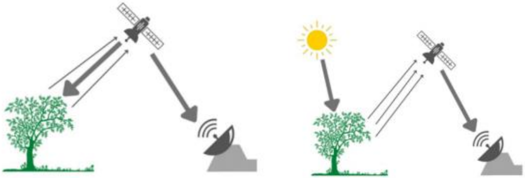
ಹವಾಮಾನ ಮುನ್ಸೂಚನೆ, ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿಪತ್ತುಗಳ ಮುನ್ಸೂಚನೆ, ಭೂಮೇಲ್ಮೈನ ವರ್ಗೀಕರಣ, ಮೊದಲಾದ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಭೂವೀಕ್ಷಣಾ (ಅರ್ಥ್ ಅಬ್ಸರ್ವೇಷನ್) ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುವ ದೂರಸಂವೇದಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವು (ರಿಮೋಟ್ ಸೆನ್ಸಿಂಗ್) ಬಹಳ ಉಪಯೋಗಕರವಾಗಿದೆ.

ಭೂಮಿಯ ಯಾವುದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರದೇಶವು ಈ ಬಗೆಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನೋಟದ ಪರಿಧಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಬರುವುದರಿಂದ, ಆಯಾ ಭೂಪ್ರದೇಶಗಳ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಕಾಲದ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಭೂಮಿಯ ಎಲ್ಲಾ ಬಗೆಯ ಮೇಲ್ಮೈಗಳು, ಅವುಗಳ ತಾಪಮಾನದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು(ರೇಡಿಯೇಷನ್ಸ್) ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ ಆ ಭೂಭಾಗದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ, ಅದರ ಮೇಲೆ ಬೀಳಿಸಲಾಗುವ ವಿಕಿರಣಗಳ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಭಾಗವನ್ನು ಆ ಭೂಭಾಗ

ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತವೆ. ಭೂಮಿಯ ವಿವಿಧ ಮೇಲ್ಮೈಗಳು, ವಿವಿಧ ತರಂಗಾಂತರಗಳಲ್ಲಿ ಹೊರಸೂಸುವ ಅಥವಾ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು, ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸಂವೇದಕಗಳು, ಆ ವಿಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿ, ದಾಖಲಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಮಾಹಿತಿಯು ಭೂಮಿಯ ಆಯಾ ಭಾಗದ ಮೇಲ್ಮೈ ಬಗ್ಗೆ ಅಪಾರವಾದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ.

ದೂರಸಂವೇದಿ ಕಾರ್ಯಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಮೂಲದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ, ಎರಡು ಬಗೆಯ ದೂರಸಂವೇದಿ ವಿಧಾನಗಳಿವೆ (ಚಿತ್ರ–6).



ಚಿತ್ರ–6: ಸಕ್ರಿಯ ಹಾಗೂ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ದೂರಸಂವೇದಿ ವಿಧಾನಗಳು

1. ಸಕ್ರಿಯ(ಆಕ್ಟಿವ್) ದೂರಸಂವೇದಿ ವಿಧಾನ:

ಇದರಲ್ಲಿ, ಉಪಗ್ರಹಗಳು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣ ಮೂಲವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಅದನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರದೇಶದತ್ತ ಹೊರಸೂಸಿ, ಆ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವ ಅಥವಾ ಚದುರಿದ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ತನ್ನಲ್ಲಿನ ಸಂವೇದಕಗಳಿಂದ ಗ್ರಹಿಸಿ, ದಾಖಲಿಸಿಕೊಂಡು ಆ ಪ್ರದೇಶದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಭೂಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ನೀಡುತ್ತದೆ.

2. ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ(ಪ್ಯಾಸಿವ್) ದೂರಸಂವೇದಿ ವಿಧಾನ:

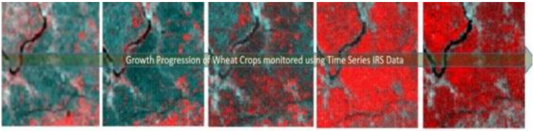
ಇದರಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವ ಸೌರ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ಆ ಮೇಲ್ಮೈಗಳು ಹೊರಸೂಸುವ ಉಷ್ಣ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿನ ಸಂವೇದಕಗಳು ಗ್ರಹಿಸಿ, ದಾಖಲಿಸಿಕೊಂಡು ಆ ಪ್ರದೇಶದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಭೂಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ನೀಡುತ್ತದೆ.

ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸಂವೇದಕಗಳು, ವಿವಿಧ ತರಂಗಾಂತರಗಳ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುವ ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಭೂಭಾಗ, ಸಾಗರ, ವಾತಾವರಣಗಳ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು

ಹಲವಾರು ಬಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈಗ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಉಪಯೋಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳೋಣ.

- **ಕೃಷಿ**

ದೇಶದ ವಿವಿಧ ಭೂಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ, ಎಷ್ಟು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಆಹಾರ ಧಾನ್ಯಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಯಲಾಗುತ್ತಿದೆ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಇಳುವರಿ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಆಹಾರ ಧಾನ್ಯಗಳ ವಿತರಣೆ ಮತ್ತು ಸಂಗ್ರಹಣೆ, ಸರ್ಕಾರಿ ಕೃಷಿ ನೀತಿಗಳು, ಬೆಲೆ ನಿಗದಿ, ಆಹಾರ ಭದ್ರತೆಯಂತಹ ಕೃಷಿ ಕ್ಷೇತ್ರದ ನಿರ್ಧಾರಗಳನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತಿದೆ.



ನವೆಂಬರ್ ಡಿಸೆಂಬರ್ ಜನವರಿ ಫೆಬ್ರವರಿ ಮಾರ್ಚ್

ಚಿತ್ರ–7: ಗೋಧಿ ಬೆಳೆಯ ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳ ಉಪಗ್ರಹ ಚಿತ್ರಗಳು

ಹವಾಮಾನದ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ನಿಯತಾಂಕಗಳನ್ನು ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಪಡೆದು, ಅವುಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಯಾವುದೇ ಬೆಳೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಮತ್ತು ಇಳುವರಿ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು, ಅಗತ್ಯ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ಕೃಷಿಕರಿಗೆ ನೀಡಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ದೇಶಾದ್ಯಂತ ವಿವಿಧ ಬೆಳೆ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಅಂದಾಜು, ಬೆಳೆಗಳ ಇಳುವರಿ ಮತ್ತು ಉತ್ಪಾದನೆಯ ಅಂದಾಜು, ಬೆಳೆಗಳ ಸ್ಥಿತಿ, ಮಣ್ಣಿನ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು, ಬೆಳೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಬೆಳೆಗಳ ಮೇಲೆ ಬರಗಾಲದ ಪರಿಣಾಮಗಳು, ಬೆಳೆಗಳ ವಿಮೆ ಇತ್ಯಾದಿಗಳಂತಹ ಹಲವು ನಿರ್ಣಾಯಕ ಅಂಶಗಳನ್ನು ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ನೀಡುವ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ದೇಶದ ವಿವಿಧ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕೃಷಿ, ತೋಟಗಾರಿಕಾ ಬೆಳೆಗಳ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮತ್ತು ಬೆಳೆಗಳ ಭೂವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ವಿವಿಧ ಕೇಂದ್ರ ಹಾಗೂ ರಾಜ್ಯ ಸರ್ಕಾರಗಳ ಕೃಷಿ ವಿಭಾಗಗಳಿಗೆ ನೀಡುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಇಸ್ರೊ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ.

• ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ

ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಹೆಚ್ಚು ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಪ್ರದೇಶದ, ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲಾವಧಿಯ ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ. ದೂರಸಂವೇದಿ ದತ್ತಾಂಶದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪವನ, ಸೌರ ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರದ ಅಲೆಗಳ ಶಕ್ತಿಗಳ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು. ಇಸ್ರೊದ ಇನ್ಸಾಟ್ 3ಡಿ ಹಾಗೂ 3ಡಿಆರ್ ಭೂಸ್ಥಿರ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಸೌರಶಕ್ತಿಯ ಬಗ್ಗೆ, ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಕ್ಯಾಟರೋಮೀಟರ್‌ನ ದತ್ತಾಂಶದಿಂದ ಪವನಶಕ್ತಿಯ ಬಗ್ಗೆ, ಆಲ್ಟಿಮೀಟರ್ ದತ್ತಾಂಶದಿಂದ ಸಮುದ್ರದ ಅಲೆಗಳ ಶಕ್ತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಕೈಗೊಂಡು, ಈ ಶಕ್ತಿಗಳ ಸಾಂಖ್ಯಿಕ ಮಾದರಿ(ಮ್ಯಾಥೆಮೆಟಿಕಲ್ ಮಾಡೆಲ್)ಗಳನ್ನು ರಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತರ್ಜಾಲದಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ವೇದಾಸ್ ತರಹದ ಮೊಬೈಲ್ ಅಪ್ಲಿಕೇಶನ್‌ಗಳಿಂದ ಜನರು ತಮ್ಮ ಮನೆಯ ಮೇಲ್ಛಾವಣಿಯ ಮೇಲೆ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುವ ಸೌರಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನಾ ಪ್ಯಾನೆಲ್‌ಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅರಿಯಬಹುದು.

- **ಅರಣ್ಯ ಮತ್ತು ಪರಿಸರ**

ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕಳಿಸುವ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅರಣ್ಯ ಮತ್ತು ಪರಿಸರ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ವಿವಿಧ ಅಧ್ಯಯನ ಹಾಗೂ ಜನೋಪಯೋಗಿ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಉಪಯೋಗಗಳೆಂದರೆ ಜೀವವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಅಧ್ಯಯನ, ಜೌಗು ಪ್ರದೇಶಗಳ ಗುರುತಿಸುವಿಕೆ, ಅರಣ್ಯ ಮತ್ತು ಜೀವರಾಶಿಯ ಮಾದರಿಗಳ ರಚನೆ, ಭೂಫಲವತ್ತತೆಯ ಕ್ಷೀಣಿಸುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಮರುಭೂಮೀಕರಣ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನ, ಕರಾವಳಿ ತೀರದ ಜೌಗು ಪ್ರದೇಶಗಳು, ಹವಳ, ಸಮುದ್ರ ತೀರದ ಮ್ಯಾಂಗ್ರೋವ್ ಕಾಡುಗಳು, ಹಿಮನದಿಗಳು, ವಾಯು ಮತ್ತು ಜಲ ಮಾಲಿನ್ಯಗಳ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಇತ್ಯಾದಿ. ಮಲ್ಟಿ-ರೆಸಲ್ಯೂಶನ್ ಉಪಗ್ರಹ ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು ಅರಣ್ಯನಾಶದ ಮಾಪನ, ಜೀವರಾಶಿಗಳ ಅಂದಾಜು, ಅರಣ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳು, ಕಾಳ್ಗಿಚ್ಚುಗಳ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

• ಭೂವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಭೂರೂಪಶಾಸ್ತ್ರ

ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಪಡೆಯುವ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಗಣಿ, ಉಕ್ಕು, ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಮತ್ತು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಅನಿಲ, ಪರಮಾಣು ಇಂಧನ ಮೊದಲಾದ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಶಿಲಾಶಾಸ್ತ್ರ, ಭೂರೂಪಶಾಸ್ತ್ರ (ಜಿಯೋ–ಮಾರ್ಫೋಲಾಜಿಕಲ್) ಮತ್ತು ಭೂರಚನೆಯ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಬಹು–ತರಂಗಾಂತರಗಳ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ಶಿಲಾಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಖನಿಜಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ವೈರುಧ್ಯಗಳ ಅಧ್ಯಯನ, ಖನಿಜೀಕರಣದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಬದಲಾಗುವ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

• ಭೂ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು

ದೇಶದ ಆರ್ಥಿಕತೆಯನ್ನು ಸುಸ್ಥಿರಗೊಳಿಸುವಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ನಿರ್ವಹಣೆಯು ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾದ ಅಂಶವಾಗಿದೆ.

ದೇಶದ ಆರ್ಥಿಕತೆಯನ್ನು ಸುಸ್ಥಿರಗೊಳಿಸುವಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ನಿರ್ವಹಣೆಯು ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾದ ಅಂಶವಾಗಿದೆ. ದೇಶದ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು ವಿವಿಧ ಕಾಲಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಪಡೆಯುವ ಮಾಹಿತಿಯು ನೀಡುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ–8). ಈ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ಸೂಕ್ತ ನಿರ್ವಹಣಾ

ಚಿತ್ರ–8: ಉಪಗ್ರಹ ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಹಾಗೂ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ತಯಾರಿಸಲಾದ ಭೂಉಪಯೋಗದ ನಕ್ಷೆ

ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಯೋಜಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಭೂಬಳಕೆ/ಹೊದಿಕೆ, ಭೂ–ಅವನತಿ, ಬಂಜರು ಭೂಮಿ, ಮರುಭೂಮಿ ಮೊದಲಾದುವುಗಳ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಹಾಗೂ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ದಕ್ಷವಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚಿತ್ರಗಳು ಹಾಗೂ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿವೆ.

- **ಸಾಗರವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆ**

ಸಾಗರವನ್ನು ಪರಿವೀಕ್ಷಿಸುವ ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಲಭ್ಯವಾದ ದತ್ತಾಂಶದಿಂದ ಹಲವಾರು ಉಪಯೋಗಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖವಾದುವು: ಸಂಭಾವ್ಯ ಮೀನುಗಾರಿಕೆ ವಲಯಗಳ ಗುರುತಿಸುವಿಕೆ, ಸಾಗರದ ವಾತಾವರಣದ ಮುನ್ಸೂಚನೆ ಮತ್ತು ಕರಾವಳಿ ವಲಯದ ಅಧ್ಯಯನಗಳು.

ಸಾಗರದ ಮೇಲ್ಮೈ ಹಾಗೂ ಅದರ ಮೇಲೆ ಬೀಸುವ ಗಾಳಿಯ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ಹವಾಮಾನ ಮುನ್ಸೂಚನೆ, ಚಂಡಮಾರುತವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಅದರ ಜಾಡುಹಿಡಿಯಲು

(ಟ್ರ್ಯಾಕಿಂಗ್) ಮತ್ತು ಸಾಗರದ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಅರಿಯಲು ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಸರಲ್ ಎಂಬ ಉಪಗ್ರಹ ಹಾಗೂ ಓಷನ್‌ಸಾಟ್ ಸರಣಿಯ ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿವೆ.

ಸರಲ್ ಎಂಬುದು ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶದ ಪಾಲುದಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಇಂಡೋಫ್ರೆಂಚ್ ಉಪಗ್ರಹವಾಗಿದ್ದು, ಇದು ಸಾಗರದಲ್ಲಿನ ನೀರಿನ ಚಲನೆ ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟದ ಮಾಪನ, ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈನ ಉಬ್ಬರ–ಇಳಿತಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಭಾರತದ ಸರೋವರಗಳು, ನದಿಗಳು, ಸಮುದ್ರದ ಹಿನ್ನೀರುಗಳ ಸರಾಸರಿ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಸರಲ್ ಹಾಗೂ ಇನ್ನಿತರ ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ನೀಡುತ್ತವೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ, ಭೂಮಿಯ ಧ್ರುವಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿರುವ ಸಾಗರಗಳ ಪರಿವೀಕ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಹಾಗೂ ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿನ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೂ ಸಹ ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ನೀಡುವ ಮಾಹಿತಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿವೆ.

• ನಗರಾಭಿವೃದ್ಧಿ

ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ರಚಿಸಲಾಗುವ ನಕ್ಷೆಗಳಿಂದ (ಮ್ಯಾಪಿಂಗ್) ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ನಗರಗಳ ಭೂಪಟವನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ನಗರಗಳ ಒಂದೆರಡು ದಿನಗಳ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಸಹ ಮ್ಯಾಪಿಂಗ್ ಮಾಡಿ ನಗರಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯವಸ್ಥಿತಗೊಳಿಸುವ 'ಸ್ಮಾರ್ಟ್ ಸಿಟಿ' ಯೋಜನೆಗಳಿಗೆ ಬೆನ್ನೆಲುಬಾಗಿದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ರೆಸಲ್ಯೂಶನ್ ಹೊಂದಿರುವ ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ದತ್ತಾಂಶವು ಜನಸಂಖ್ಯಾ ದರದಲ್ಲಿನ ಹೆಚ್ಚಳ, ಭೂಬಳಕೆಯಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆಗಳು, ನಗರಗಳ ವಿಸ್ತರಣೆ ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಿಖರವಾದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ–9).

ಚಿತ್ರ – 9: ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಭುವನ್ ಪೋರ್ಟಲ್ ನಿಂದ ಪಡೆದ ನಗರವೊಂದರ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯ ಪರಿವೀಕ್ಷಣೆಯ ನಕ್ಷೆ

ಇವುಗಳಿಂದ ನಗರಾಭಿವೃದ್ಧಿ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ದಕ್ಷತೆ ಹಾಗೂ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯಿಂದ ಕೈಗೊಳ್ಳಬಹುದು. ನಗರಾಭಿವೃದ್ಧಿಯ ಯೋಜಕರು ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ:

ಅ) ನಗರಗಳ ವಲಯೀಕರಣ ಮತ್ತು ಯೋಜನೆ

ಆ) ಪರಿಸರ ಮಾಲಿನ್ಯ, ಸಂಚಾರ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಪ್ರಮಾಣದ ಮಾಪನ

ಇ) ನಗರಗಳ 3ಡಿ ಮಾಡೆಲ್ ರಚನೆ

ಈ) ನಗರಗಳ ಮೂಲಸೌಕರ್ಯಗಳ ಮಾದರಿಗಳ ರಚನೆ

- **ಜಲ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು**

ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹ ಗುಚ್ಛವನ್ನು (ಸಾಟಲೈಟ್ ಕನ್‌ಸ್ಟಲೇಷನ್) ವಿವಿಧ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿರಿಸಿ, ಪಡೆಯುವ ಭಾರತದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಿತ್ರಣದಿಂದ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಜಲಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ಉತ್ತಮವಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಈ

ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಭೂಮೇಲ್ಮೈ ನೀರು ಮತ್ತು ಅಂತರ್ಜಲವನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಪರಿವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು. ಜಲಮೂಲಗಳು, ಜಲಾಶಯಗಳು, ನದಿಗಳು, ಕಾಲುವೆಗಳು, ಹಿಮದ ಹೊದಿಕೆ ಇತ್ಯಾದಿಗಳಿಂದ ಭೂಮೇಲ್ಮೈನಲ್ಲಿ ನೀರು ಲಭ್ಯವಾಗುವುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದ ವಿಷಯ. ಈ ಜಲಮೂಲಗಳನ್ನು ಉಪಗ್ರಹಗಳು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಪರಿವೀಕ್ಷಿಸಿ ಅವುಗಳ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಕಳಿಸುವುದರಿಂದ ಅಂತರ್ಜಲ ಮಟ್ಟ, ಅಲ್ಪಾವಧಿಯ ಮತ್ತು ಋತುಮಾನದ ಹಿಮ ಕರಗುವ ಹರಿವು, ಕುಡಿಯುವ ಮತ್ತು ನಿರ್ಮಲವಾದ ನೀರಿನ ಮಟ್ಟ ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ಜಲವಿಜ್ಞಾನದ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ರಚಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

- **ಹವಾಮಾನ ಮತ್ತು ವಾತಾವರಣ**

ಹವಾಮಾನವು ರಾಷ್ಟ್ರದ ಒಟ್ಟಾರೆ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಹವಾಮಾನದ ಉಪಯೋಗಗಳಿಗೆ ತಯಾರಿಸಲಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸ್ಕ್ಯಾನ್ ಮಾಡಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ರೇಡಿಯೊಮೀಟರ್‌ಗಳು ಎಂಬ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು

ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಉಪಕರಣಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಣ್ಣ ದೂರದರ್ಶಕ ಅಥವಾ ಆಂಟೆನಾ, ಸ್ಕ್ಯಾನಿಂಗ್ ಯಾಂತ್ರಾವಳಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ದೃಗ್ಗೋಚರ, ಅವಗೆಂಪು ಅಥವಾ ಮೈಕ್ರೋವೇವ್ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವ ಶೋಧಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಈ ರೇಡಿಯೋಮೀಟರ್‌ಗಳು ನೀಡುವ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿ ಚಂಡಮಾರುತಗಳು, ಸುಂಟರಗಾಳಿಗಳು, ಭಾರೀ ಮಳೆ, ಮೋಡ ಕವಿದ ಆಕಾಶ ಮತ್ತು ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ತಾಪಮಾನ, ಬರಗಾಲ ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸರ್ಕಾರಗಳಿಗೆ ಹಾಗೂ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ಮಾಹಿತಿ ನೀಡಲಾಗುವುದು.

4. ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಸ್ಮಾರ್ಟ್‌ಫೋನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ಕಾರುಗಳಲ್ಲಿ, ಕೈಗಡಿಯಾರಗಳಲ್ಲಿ ಜಿಪಿಎಸ್ ಲೊಕೇಷನ್ ಬಳಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ತಿಳಿದಿದೆ. ಈ ಜಿಪಿಎಸ್ ನ್ಯಾವಿಗೇಷನ್ ಸೇವೆಗೆ ಭೂಮಿಯನ್ನು ನಿಗದಿತ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವ ನ್ಯಾವಿಗೇಷನ್ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಆಧಾರಸ್ಥಂಭವಾಗಿವೆ. ಸರಳವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಈ ಸೇವೆಯನ್ನು ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಜಿಪಿಎಸ್ ಎಂಬುದು ಅಮೇರಿಕಾ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಉಪಗ್ರಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿದೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ರಷ್ಯಾದ ಗ್ಲೊನಾಸ್, ಯುರೋಪಿನ ಗೆಲಿಲಿಯೊ ಹಾಗೂ ಚೈನಾದ ಬೆಡೋ ಎಂಬ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಸೇವೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತಿವೆ. ಇವುಗಳ ಪಂಕ್ತಿಗೆ ಸೇರಿದ ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಭಾರತೀಯ ನಾವಿಕ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಭಾರತೀಯರಿಗೆ ದೇಶೀಯ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಸೇವೆಯನ್ನು ನೀಡಹೊರಟಿರುವುದು ಹೆಮ್ಮೆಯ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ. ಸ್ವತಂತ್ರ,

ಸ್ವಾವಲಂಬನೆಯ ಭಾರತ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕವಾಗಿದೆ.

ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಉಪಯೋಗಗಳಿಂದಾಗಿ, ಆಧುನಿಕ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಸಂಚಾರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಾಂತಿ ಆಗಿದೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಜನಸಾಮಾನ್ಯರ ವಿಷಯವನ್ನೇ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ, ಹಿಂದಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಯಾವುದೇ ಸ್ಥಳ ತಲುಪಬೇಕಾದರೆ, ಹಾದಿಯುದ್ದಕ್ಕೂ ಹಲವರನ್ನು ಕೇಳಿ, ಅವರ ಸಹಾಯ ಪಡೆದು ಗಮ್ಯ ತಲುಪುತ್ತಿದ್ದೆವು. ಹಲವಾರು ಬಾರಿ ನಮ್ಮ ಗಮ್ಯ ಸ್ಥಳ ದೊರಕದೆ ವಾಪಸ್ಸಾಗುತ್ತಿದ್ದೆವು!! ಆದರೆ ಈಗ ಗೂಗಲ್ ಲೊಕೇಷನ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಯಾರನ್ನೂ ಕೇಳದೇ ನೇರವಾಗಿ ಗಮ್ಯ ತಲುಪುವ ವಿಷಯ ನಿಮಗೆಲ್ಲಾ ತಿಳಿದಿದೆ. ಇದು ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಸೇವೆಯು ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ನೀಡುತ್ತಿರುವ ನೇರವಾದ, ಸರಳವಾದ ಸೇವೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೇ ವಿಮಾನಗಳು, ರೈಲುಗಳು, ವಾಹನಗಳು, ರಕ್ಷಣಾಪಡೆಗಳು ಈ ಸೇವೆಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಕ್ಷಣವೂ ಬಳಸುತ್ತಿವೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಯಾವುದೇ ಸ್ಥಳದ ನಿಖರವಾದ

ಸ್ಥಾನದ ವಿವರವನ್ನು ನೀಡುವುದು ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಅಂಶವಾಗಿ ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ಸರ್ವರಿಗೂ ಅತ್ಯುಪಯೋಗಿಯಾಗಿದೆ.

ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧಗಳಿವೆ: ಡಾಪ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮ ಹಾಗೂ ಟ್ರೈಲೇಟರೇಶನ್ ಆಧಾರಿತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು.

1. ಡಾಪ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮ ಆಧಾರಿತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು:

ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುವ ಪರಮಾಣು ಗಡಿಯಾರವು (ಅಟೊಮಿಕ್ ಕ್ಲಾಕ್) ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ನಿಖರವಾದ ಸಮಯದ ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹವು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿನ ಅದರ ಮಾರ್ಗ ಮತ್ತು ಆಯಾ ಸಮಯದ ಬಗ್ಗೆ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿರುವ ರಿಸೀವರ್‌ಗಳಿಗೆ ರವಾನಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ರಿಸೀವರ್‌ಗಳು ತಮ್ಮ ನಿಲ್ದಾಣದ ಮೇಲೆ ಉಪಗ್ರಹವು ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ, ಅದು ಕಳಿಸುವ ಸಂಕೇತಗಳಲ್ಲಿನ ಡಾಪ್ಲರ್ ಶಿಫ್ಟ್ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯ ಎತ್ತರ,

ಉಪಗ್ರಹ ಸಂಕೇತ ಪ್ರಸರಣ ಮಾಡಿದ ಸಮಯ ಮತ್ತು ರಿಸೀವರ್‌ಉಪಕರಣಗಳು ಸಂಕೇತ ಸ್ವೀಕರಿಸಿದ ಸಮಯದ ಮಾಹಿತಿಯೊಂದಿಗೆ, ಡಾಪ್ಲರ್ ಶಿಫ್ಟ್ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಬಳಸಿ ರಿಸೀವರ್‌ಗಳು ತಮ್ಮ ಸ್ಥಳವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ, ಉಪಗ್ರಹವು ಒಂದು ಆವರ್ತನ(ಫ್ರಿಕ್ವೆನ್ಸಿ)ದಲ್ಲಿ ಕಳಿಸುವ ಸಂಕೇತ ರಿಸೀವರ್‌ನ ಸ್ಥಳವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಸಾಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ನಿಖರತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಪಡೆದ ಎರಡು ಆವರ್ತನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

2. ಟ್ರೈಲೇಟರೇಶನ್ ಆಧಾರಿತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು:

ಪ್ರಸ್ತುತ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಟ್ರೈಲೇಟರೇಶನ್ ಆಧಾರಿತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಾಗಿವೆ. ಇದು ಡಾಪ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮ ಆಧಾರಿತ ನ್ಯಾವಿಗೇಷನ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ವಿಸ್ತರಣೆಯಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ರಿಸೀವರ್‌ನ ಸ್ಥಳವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಮೂರು ವಿವಿಧ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಬರುವ ಸ್ಥಾನ ಹಾಗೂ ಸಮಯದ ಮಾಹಿತಿ ಅಡಕಗೊಂಡಿರುವ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುವುದು. ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ರಿಸೀವರ್ ಮತ್ತು ಮೂರು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಆಯಾ

ಗೋಳಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯ (ಸ್ಫಿಯರ್‌ನ ರೇಡಿಯಸ್) ಎಂದು ಊಹಿಸೋಣ. ಆಗ ರಿಸೀವರ್‌ನ ಸ್ಥಾನವು ಈ ಗೋಳಗಳ ಛೇದಕ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ(ಪಾಯಿಂಟ್ ಆಫ್ ಇಂಟರ್‌ಸೆಕ್ಷನ್) ಇರುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ–10).

ಚಿತ್ರ – 11: ನಾವಿಕ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ

2001ರಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಜಿಪಿಎಸ್ ಏಡೆಡ್ ಜಿಯೋ ಆಗ್ಮೆಂಟೆಡ್ ನ್ಯಾವಿಗೇಷನ್ (ಗಗನ್) ಎಂಬ ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ನಾಗರಿಕ ವಿಮಾನಯಾನ ಬಳಕೆಗಾಗಿ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿತು. ಗಗನ್ ಯೋಜನೆಯ ಯಶಸ್ಸು,

ಇಸ್ರೋದಿಂದ ನಾವಿಕ್ (ನ್ಯಾವಿಗೇಷನ್ ವಿತ್ ಇಂಡಿಯನ್ ಕನ್‌ಸ್ಟಲೇಷನ್) ಎಂಬ ಸ್ವತಂತ್ರ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ದಾರಿ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿತು. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಭಾಗವಾಗಿ ಮೂರು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ನಾಲ್ಕು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕೋನೀಯ ಭೂಮೇಳೈಕ (ಇನ್‌ಕ್ಲೈನ್ಡ್ ಜಿಯೋ ಸಿಂಕ್ರನಸ್) ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ (ಚಿತ್ರ–11).

ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಐಆರ್‌ಎನ್‌ಎಸ್‌ಎಸ್ ಸರಣಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳಿಸಿ, ಈಗ ಎನ್‌ವಿಎಸ್ ಸರಣಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಾವಿಕ್ ಯೋಜನೆಯ ಅಂಗವಾಗಿ ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಜಿಯೋಡೆಸಿ (ಸೌರಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಆಕಾರ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ, ಕೋನ ಮೊದಲಾದುವುಗಳ ಅಧ್ಯಯನ), ಟೆಲಿಕಾಂ ಸೇವೆಗಳು, ಸಾರಿಗೆ, ಕಡಲ ಭದ್ರತೆ, ಶೋಧ ಮತ್ತು ರಕ್ಷಣೆ, ವಿಪತ್ತು ನಿರ್ವಹಣೆ ಮೊದಲಾದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಉಪಯೋಗಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.

ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಆರಂಭಿಕ ಹಂತವಾದ 1980ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಇದ್ದ ಉದ್ದೇಶಗಳನ್ನು ಮೀರಿ ಈಗ ಇದರೊಡನೆ ಕೃತಕ ಬುದ್ಧಿಮತ್ತೆಯನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸಿ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರ ಬದುಕನ್ನು ಹಸನುಗೊಳಿಸುವ ಉದ್ದೇಶ ಸಾಧಿಸಲಾಗಿದೆ. ಯಾವುದೇ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಮೂರು ವಿಧಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು:

ಅ) ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗಾಗಿ ನಾಗರಿಕ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಆ) ಸರ್ಕಾರಗಳಿಗಾಗಿ ಭೂಸಮೀಕ್ಷೆ, ಗಣಿಗಾರಿಕೆ ಹಾಗೂ ಇತರ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಇ) ಮಿಲಿಟರಿ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಅ) ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗಾಗಿ ನಾಗರಿಕ ಉಪಯೋಗಗಳು

- **ಪ್ರಯಾಣ**

ಜನರು ತಾವು ನೋಡಿಲ್ಲದ ಅಜ್ಞಾತ ಸ್ಥಳಗಳಿಗೆ ಪ್ರಯಾಣವನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಅತೀ ಸರಳಗೊಳಿಸಿತು

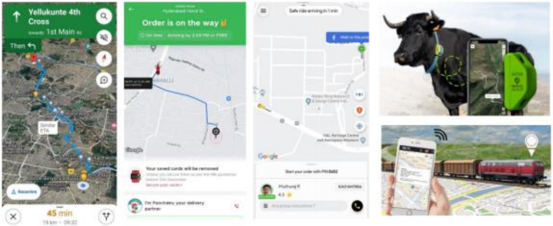
ಎನ್ನಬಹುದು. ಈಗ ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬರೂ ತಮ್ಮ ಫೋನಿನಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಗೂಗಲ್ ಮ್ಯಾಪ್ ಆಪ್‌ಗೆ ಬೆಸೆದುಕೊಂಡುಬಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಗಮ್ಯಸ್ಥಳ ತಲುಪಲು ಕಡಿಮೆ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ತಲುಪಲು ಮತ್ತು ಅಡೆತಡೆಯಿಲ್ಲದ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಕೃತಕ ಬುದ್ಧಿಮತ್ತೆಯ (ಆರ್ಟಿಫಿಷಿಯಲ್ ಇಂಟಲಿಜೆನ್ಸ್) ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಅಳವಡಿಕೆ ಹೊಂದಿರುವ ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾದ ಗೂಗಲ್ ಮ್ಯಾಪ್ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಜನರ ಪ್ರಯಾಣವನ್ನು ಸುಲಲಿತ ಮಾಡಿದೆ ಎನ್ನಬಹುದು.

- **ಜಾಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಮತ್ತು ವೀಕ್ಷಿಸುವುದು (ಟ್ರ್ಯಾಕಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಮಾನಿಟರಿಂಗ್)**

ನಾವು ಕಳಿಸಿದ ಅಥವಾ ಸ್ವೀಕರಿಸಬೇಕಾದ ಕೊರಿಯರ್ ಮಾಡಲಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು, ಹಾಗೂ ಕ್ಯಾಬ್, ಆಟೋಗಳನ್ನು ಕಾಯ್ದಿರಿಸಿ ಅದು ಬರುವ ಹಾದಿಯನ್ನು ಟ್ರಾಕ್ ಮಾಡುವುದು, ನಮ್ಮ ಆತ್ಮೀಯರು ಪಯಣಿಸುತ್ತಿರುವ ಪಯಣವನ್ನು ಟ್ರ್ಯಾಕ್ ಮಾಡುವುದು ಈಚಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿದೆ (ಚಿತ್ರ–12). ಹೀಗಾಗಿ ನಮ್ಮ ವಸ್ತುಗಳ

ಚಲನೆ ಹಾಗೂ ನಮ್ಮ ಆತ್ಮೀಯರ ಪಯಣವನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿಸಿವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ನೀಡಿರುವ ಕೊಡುಗೆ ಅಪಾರ ಎನ್ನಬಹುದು.

ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ, ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಲೊಕೇಷನ್ ಕಾಲರ್ ಅಳವಡಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಟ್ರಾಕ್ ಮಾಡುವುದು ಹಾಗೂ ರೈಲುಗಳ ಘರ್ಷಣೆ ತಪ್ಪಿಸುವಿಕೆ, ರೈಲ್ವೆಗಳ ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ಲೆವೆಲ್ ಕ್ರಾಸಿಂಗ್‌ಗಳ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆಯಲ್ಲೂ ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಸಹಾಯಕವಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ – 12: ಗೂಗಲ್ ಆಪ್‌ನಿಂದ ಜಾಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಮತ್ತು ವೀಕ್ಷಿಸುವುದು

- ## ಚಾರಣಿಗರ ಶೋಧ ಮತ್ತು ರಕ್ಷಣೆ

ಚಾರಣಿಗರು, ಪರ್ವತಾರೋಹಿಗಳು ಮತ್ತು ಪಾದಯಾತ್ರಿಕರು ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಉಪಕರಣವನ್ನು ತಮ್ಮೊಡನೆ ಇರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರೆ, ಹಾದಿ ತಪ್ಪಿ ಕಳೆದುಹೋದಾಗ, ತಮ್ಮ ದಾರಿಯನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಅವರು ಸ್ವತಃ ತಮ್ಮ ದಾರಿಯನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿದ್ದರೆ, ರಕ್ಷಣಾ ತಂಡದವರು ಅವರನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು ಸಹಾ ಈ ಉಪಕರಣದಿಂದ ಸಹಾಯ ಒದಗುತ್ತದೆ.

- ## ವಾಹನ ಸಂಚಾರ

ಇತ್ತೀಚಿನ ಪ್ರಸ್ತುತ ಪೀಳಿಗೆಯ ಬಹುತೇಕ ಎಲ್ಲಾ ವಾಹನಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ (ಸಾಟಲೈಟ್ ನ್ಯಾವಿಗೇಷನ್) ಉಪಕರಣ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂತರ್ಜಾಲ ಸಂಪರ್ಕ ಇಲ್ಲದೆಯೂ ಈ ಸಾಧನ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ವಾಹನಗಳಲ್ಲಿ ಜನರು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಗಮ್ಯಸ್ಥಾನವನ್ನು ತಲುಪಲು ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಕಳೆದುಹೋದ

ಮತ್ತು ಕಳ್ಳತನವಾದ ವಾಹನಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವಲ್ಲಿ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ತಪ್ಪು ಮಾಡಿದ ವಾಹನ ಸವಾರರಿಗೆ ದಂಡ, ಹೆದ್ದಾರಿಗಳ ಟೋಲ್ ಶುಲ್ಕ ಕಟ್ಟುವುದಕ್ಕೂ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. ಚಾಲಕರಹಿತ ವಾಹನಗಳು ಸಹ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಬಳಸುತ್ತವೆ.

- **ಸಾಗರಯಾನ**

ವಿಶಾಲವಾದ ಸಮುದ್ರ ಮತ್ತು ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿ ದೋಣಿಗಳು ಮತ್ತು ಹಡಗುಗಳು ಕಳೆದುಹೋಗಬಹುದಾದ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ (ಸಾಟಲೈಟ್ ನ್ಯಾವಿಗೇಷನ್) ಉಪಕರಣ ಸಹಾಯದಿಂದ, ಸ್ವಯಂ–ಸ್ಟೀರಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ಚಾರ್ಟ್ ಪ್ಲಾಟರ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವು ನೌಕಾಯಾನಕ್ಕೆ ಸುರಕ್ಷತೆ ಒದಗಿಸಿದೆ.

- **ವಿಮಾನಯಾನ**

ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಸೇವೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಿಮಾನಗಳು ಪೈಲಟ್ ಮೇಲಿನ ಮಾನಸಿಕ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದಲ್ಲದೇ, ಅಪಘಾತಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆ

ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಬಿರುಗಾಳಿಗಳು ಮತ್ತು ಮಂಜುಗಳಂತಹ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ, ಶೂನ್ಯ ಗೋಚರತೆಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಿದ್ದರೂ ವಿಮಾನಗಳು ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನದ ಮೂಲಕ ಹಾರಾಟವನ್ನು ಸುಗಮವಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸಬಹುದು.

ಆ) ಸರ್ಕಾರಗಳಿಗಾಗಿ ಭೂಸಮೀಕ್ಷೆ, ಗಣಿಗಾರಿಕೆ ಹಾಗೂ ಇತರ ಉಪಯೋಗಗಳು

- **ಭೂಸಮೀಕ್ಷೆ**

ಬೃಹತ್ ಕಟ್ಟಡಗಳ, ರಸ್ತೆಗಳ ಮತ್ತು ಇತರ ನಿರ್ಮಾಣದ ಕಾರ್ಯ ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಕಂಪನಿಗಳಿಗೆ, ಅವರ ಕಾರ್ಯಮಿತಿಯ ಸರಹದ್ದನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಲು ಭೂಸಮೀಕ್ಷೆಯ (ಸರ್ವೆ) ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೂಲಕ ಭೂಸಮೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ನಡೆಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಕಂಪನಿಗಳು ತಮ್ಮ ನಿರ್ಮಾಣ ಕಾರ್ಯದ ಬಜೆಟ್

ಅಂದಾಜು ಮತ್ತು ನಿರ್ಮಾಣದ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದಾಗಿದೆ.

- **ಗಣಿಗಾರಿಕೆ ಮತ್ತು ಪುರಾತತ್ತ್ವ ಶಾಸ್ತ್ರ**

ಈ ಎರಡೂ ವಲಯಗಳು ಉತ್ಖನನ ಮತ್ತು ಸಂಬಂಧಿತ ಭೂಪ್ರದೇಶದ 3ಡಿ ಮ್ಯಾಪಿಂಗ್‌ಗಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ನಿಖರವಾದ ಸರಹದ್ದು, ಪ್ರದೇಶದ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸರ್ಕಾರದ ಆಯಾ ವಿಭಾಗದವರು ಪಡೆಯಬಹುದಾಗಿದೆ.

- **ಕೃಷಿ**

ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕೃಷಿ ಉಪಕರಣಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಜಿಸಿದ ನಂತರ ಕೃಷಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಬಹಳಷ್ಟು ಮುಂದುವರೆದಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಬಿತ್ತನೆ, ಕೊಯ್ಲು ಮತ್ತು ಇತರ ಕೃಷಿ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳು ಈಗ ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತವಾಗಿವೆ.

• ಭೂಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ

ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ, ನಾಗರಿಕತೆ ವಿಸ್ತಾರವಾದಂತೆ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಅದರಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಒಳಪದರಗಳ ಫಲಕಗಳು (ಟೆಕ್ಟೋನಿಕ್ಸ್) ಸಹ ಬದಲಾಗುತ್ತಾ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಸೂಕ್ತ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ರಿಸೀವರ್ ಸಂವೇದಕಗಳನ್ನು ಇರಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ಭೂಫಲಕಗಳ ಚಲನೆಯ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಚಲನೆಯ ಯಾವುದೇ ಕ್ಷಣದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದಾಗಿದೆ.

• ಇತರೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಕಕ್ಷೆಯ ಮಾಹಿತಿ

ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ರಿಸೀವರ್‌ಗಳನ್ನು ಇತರೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಆ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸ್ಥಾನ, ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯ ನಿಖರ ವಿವರಗಳನ್ನು ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ವಿವಿಧ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸ್ವಾಯತ್ತ ಸಂಚಾರ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ

ನೌಕೆಗಳ ಡಾಕಿಂಗ್ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

- **ಕಾನೂನು ಮತ್ತು ಸುವ್ಯವಸ್ಥೆ:**

ರಕ್ಷಣಾ ಮತ್ತು ಶೋಧ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳ ಹೊರತಾಗಿ, ಪೆರೋಲ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಅಪರಾಧಿಗಳ ಮೇಲೆ ನಿಗಾ ಇಡಲು ಜಿಪಿಎಸ್ ಕಡಗಳನ್ನು ಅವರ ಕಾಲುಗಳಿಗೆ, ಕೈಗಳಿಗೆ ಅಳವಡಿಸಿ ಅವರ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಪರಿವೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಜಿಯೋ–ಫೆನ್ಸಿಂಗ್ (ಜಿಪಿಎಸ್ ಸಾಧನದ ಕಡಗಗಳನ್ನು ಹಾಕಿರುವ ಅಪರಾಧಿಗಳಿಗೆ ವರ್ಚುಯಲ್ ಬೇಲಿ) ಮತ್ತು ಜಿಪಿಎಸ್ ಟ್ರ್ಯಾಕರ್‌ಗಳನ್ನು ಪೊಲೀಸ್ ಪಡೆಗಳು ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಇ) ಮಿಲಿಟರಿ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಮಾನವರಹಿತ ವಿಮಾನಗಳು, ಕ್ಷಿಪಣಿಗಳು ಮತ್ತು ಬಾಂಬರ್ ಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಗುರಿಯಾಗಿರಿಸಿದರೆ, ಅದು ತನ್ನ ಗಮ್ಯವನ್ನು ಶೇಕಡಾ

ನೂರರಷ್ಟು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಇತ್ತೀಚಿನ ಯುದ್ಧಗಳಲ್ಲಿ ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಿಂದ ವೈರಿಪಡೆಗಳ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರು ಬಚ್ಚಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿದ್ದ ಸ್ಥಳದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಗೂಢಾಚಾರರಿಂದ ಪಡೆದು, ಅವರ ಬಂಕರ್‌ಗಳ ನೆಲೆ ದೂರಸ್ಥಳದಿಂದಲೇ ಉಡಾಯಿಸಿದ್ದನ್ನು ಜಗತ್ತು ತಿಳಿಯಿತು (ಚಿತ್ರ – 13). ಕನಿಷ್ಠ ಹಾನಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿ ವೈರಿಪಡೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ನಾಮ ಮಾಡುವಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಉಪಕರಣಗಳು ವಿವಿಧ ದೇಶಗಳ ಮಿಲಿಟರಿಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತಿವೆ. ಮುಂದಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಯುದ್ಧಗಳನ್ನು ಗೆಲ್ಲಲು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳ ಅಳವಡಿಕೆ ಪ್ರಮುಖ ಅಂಶವಾಗುತ್ತದೆ.

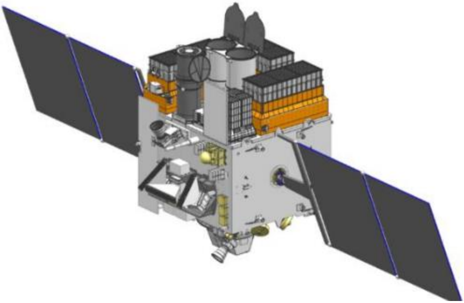
ಚಿತ್ರ – 13: ಉಪಗ್ರಹ ಆಧಾರಿತ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಉಪಕರಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮಿಲಿಟರಿ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳು

5. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವರ್ಣಪಟಲದ ಎಲ್ಲಾ ಆವರ್ತನಗಳ ವಿಕಿರಣಗಳು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವನ್ನು ಆವರಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ. ಈ ವಿಕಿರಣಗಳು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿರುವ ವಿವಿದ ಕಾಯಗಳಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮಿ ಅವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಉಪಯುಕ್ತ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ನೀಡುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿದೆ. ಆದರೆ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಇರುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಾಗೂ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳು ಈ ಎಲ್ಲಾ ಆವರ್ತನಗಳ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಾಯಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲು ಅಸಾಧ್ಯ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಆವರಿಸಿರುವ ವಾತಾವರಣವು ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಬರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣಗಳ ವರ್ಣಪಟಲದ ಬಹುಭಾಗಕ್ಕೆ ಅಪಾರದರ್ಶಕವಾಗಿದ್ದು, ಈ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ತಡೆಗೋಡೆಯಾಗಿದೆ. ಅದರಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ರಕ್ಷಣೆ ದೊರೆತಿರುವುದು

ನಮ್ಮೆಲ್ಲರ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಆದರೆ ಒಳಬರುವ ವಿಕಿರಣಗಳ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತರಂಗಾಂತರಗಳು ಮಾತ್ರ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ತಲುಪಿ, ಈ ವರ್ಣಪಟಲದ ಹೊರಗೆ ಇರುವ ಯಾವುದೇ ತರಂಗಾಂತರಗಳನ್ನು ನಾವು ಸ್ವೀಕರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಎದುರಾಗಿರುವ ಈ ಸವಾಲನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಆವರಿಸಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವರ್ಣಪಟಲಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಗಾಮಾ, ಎಕ್ಸ್ ರೇ, ಅತಿನೇರಳೆ, ದೃಗ್ಗೋಚರ, ಅವಗೆಂಪುಗಳ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ, ಅದರಿಂದ ಕಾಯಗಳ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಕಲೆಹಾಕುವ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಉದ್ದೇಶಗಳಿಗಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಾಗೂ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗಾಗಿ ಹಲವಾರು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಿದೆ (ಚಿತ್ರ – 14). ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಆಸ್ಟ್ರೋಸಾಟ್ ಉಪಗ್ರಹವು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಖಗೋಳ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಎಂದೇ ಹೆಸರಾಗಿದೆ. 1990ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ

ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾದ ನಾಸಾದ ಹಬಲ್ ದೂರರ್ಶಕವು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಬಗ್ಗೆ ಹಿಂದೆಂದೂ ತಿಳಿಯಲಾಗದಿದ್ದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿದೆ. ಅಂತಹ ಅವಲೋಕನಗಳು ನಮಗೆ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಆಕಾಶ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ಇತಿಹಾಸ, ವಿಕಸನ ಮತ್ತು ಪ್ರಸ್ತುತ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯ



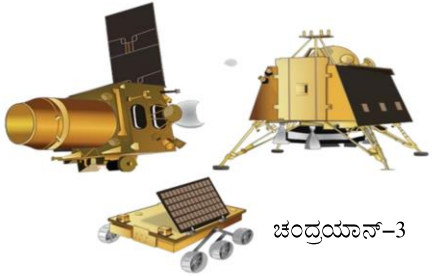
ಚಿತ್ರ – 14: ಇಸ್ರೊದ ಆಸ್ಟ್ರೋಸಾಟ್ ಉಪಗ್ರಹ

ಹಿಂದಿನ ಉದ್ದೇಶ ಇದಾಗಿದೆ.

6. ಅಂತರಗ್ರಹ ಅಭಿಯಾನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು

1966ರಲ್ಲಿ ಅಂದಿನ ಸೋವಿಯತ್ ಯೂನಿಯನ್ ಲೂನಾ–10 ಎಂಬ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪದ ಕಾಯವಾದ ಚಂದ್ರನ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳಿಸಿದ ನಂತರ ಉಪಗ್ರಹ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಹೊಂದಿರುವ ಜಗತ್ತಿನ ಹಲವಾರು ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಸೌರಮಂಡಲದ ವಿವಿಧ ಗ್ರಹಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಗಗನನೌಕೆಗಳನ್ನು ಕಳಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದವು. ಚಂದ್ರನ ನಂತರ ಮಂಗಳ, ಶುಕ್ರ, ಬುಧ, ಗುರು, ಶನಿ, ಯುರೇನಸ್, ನೆಪ್ಚೂನ್ ಗ್ರಹಗಳ ಆದ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಗಗನನೌಕೆಗಳನ್ನು ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಬಾರತವೂ ಸಹ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ವಿಕ್ರಮ್ ಲ್ಯಾಂಡರ್ ಇಳಿಸಿ, ಅದರೊಳಗಿದ್ದ ಪ್ರಗ್ಯಾನ್ ಎಂಬ ರೋವರ್ ಅನ್ನು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ನಡೆದಾಡಿಸಿ, ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿತು (ಚಿತ್ರ–15). ಇಸ್ರೊ ಕಳಿಸಿದ ಚಂದ್ರಯಾನ್–3 ಲ್ಯಾಂಡರ್, ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಇಳಿದ ದಿನ ಆಗಸ್ಟ್ 23, 2023. ಆದ್ದರಿಂದ ಆಗಸ್ಟ್ 23ನ್ನು ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ದಿನ ಎಂದು ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರವು ಘೋಷಿಸಿದೆ.



ಚಂದ್ರಯಾನ್–3

ಮಂಗಳಯಾನ್ (ಎಮ್‌ಒಎಮ್)

ಚಿತ್ರ – 15: ಇಸ್ರೊದ ಚಂದ್ರಯಾನ್–3 ಮತ್ತು ಮಂಗಳಯಾನ ಗಗನನೌಕೆಗಳು

ಸೂರ್ಯನ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ 2018ರಲ್ಲಿ ನಾಸಾ ಕಳಿಸಿದ ಪಾರ್ಕರ್ ಸೋಲಾರ್ ಪ್ರೋಬ್ ಹಲವಾರು ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದರೆ ಭಾರತದ ಆದಿತ್ಯ–ಎಲ್1 ಸಹ ಸೂರ್ಯನ ಬಗ್ಗೆ ಹಲವಾರು ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಹೊರತರುತ್ತಿದೆ.

ಸೌರಮಂಡಲದ ಪರಿಧಿಯನ್ನು ದಾಟಿ, ಅಲ್ಲಿರುವ ಕಾಯಗಳ ಮತ್ತು ಅಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲು ಇಂಟರ್‌ಸ್ಟೆಲ್ಲರ್ ಸ್ಪೇಸ್‌ಗೆ ನಾಸಾ 1977ರಲ್ಲಿ ವೊಯೇಜರ್–1 ಹಾಗೂ ವೊಯೇಜರ್–2 ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳನ್ನು ಕಳಿಸಿದೆ. ಇಸ್ರೋ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಚಂದ್ರ ಹಾಗೂ ಮಂಗಳನತ್ತ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಳಿಸಿದೆ. ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ, ಶುಕ್ರಗ್ರಹದತ್ತ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಕಳಿಸಲು ಯೋಜನೆ ಹಾಕಿಕೊಂಡಿದೆ.

ಉಪಸಂಹಾರ

ಮಾನವನು ಇಂದಿನ ಆಧುನಿಕ ಯುಗದಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಹಾಗೂ ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತನಾಗಿಬಿಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. ಸಂವಹನ, ಕೃಷಿ, ಮೀನುಗಾರಿಕೆ, ನಗರಾಭಿವೃದ್ಧಿ, ಗ್ರಾಮೀಣಾಭಿವೃದ್ಧಿ, ನಕ್ಷೆಗಳು, ಸಂಪನ್ಮೂಲ ನಿರ್ವಹಣೆ, ಹವಾಮಾನ ಮುನ್ಸೂಚನೆ, ರಕ್ಷಣೆ, ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಹಾಗೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಖಗೋಳ ಸಂಶೋಧನೆ – ಹೀಗೆ ಜೀವನದ ಎಲ್ಲಾ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೂ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ಹಾಗೂ ಸರ್ಕಾರಗಳಿಗೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು ಅಪಾರವಾಗಿವೆ.

ಭವಿಷ್ಯದ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಇಂದಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡು, ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಇನ್ನೂ ಬಗೆಬಗೆಯ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾನವಕುಲಕ್ಕೆ ನೀಡಲೆಂದು ಹಾರೈಸೋಣ.

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

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

ಡಾ. ಬೆ. ರಾ. ನಾಗೇಂದ್ರ 1990ರಿಂದ ಇವರು ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಹಲವಾರು ಉಪಗ್ರಹ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಉಪಘಟಕಗಳ ಮೇಲೆ ಕಂಪನ ಮತ್ತು ಪ್ರಘಾತ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದ ಅನುಭವ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ಮಾನವ ಸಂಪನ್ಮೂಲ ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಉಪಗ್ರಹ ವಾತಾವರಣ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳು ಹಾಗೂ ಇತರ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಬಂಧಿತ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಇವರು ಬರೆದ ಮೂವತ್ತಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ತಾಂತ್ರಿಕ ಲೇಖನಗಳು ಹಾಗೂ ನಾಲ್ಕು ಕನ್ನಡ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಪ್ರಕಟಗೊಂಡಿವೆ.

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ – 2025

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17