

Стратегии управления космическим аппаратом на гало-орбите

Нугманов Артур

Научный руководитель: Аксенов С.А.

Национальный Исследовательский Институт
Высшая Школа Экономики (Москва)

6 Июня 2019

Цель:

- ▶ Корректировка траектории космического аппарата, находящегося на гало-орбите вокруг точки L_1

Задачи:

- ▶ Определение направлений неустойчивости
- ▶ Расчет направлений неустойчивости для семейства гало-орбит
- ▶ Построение стратегии коррекции космического аппарата на гало-орбите

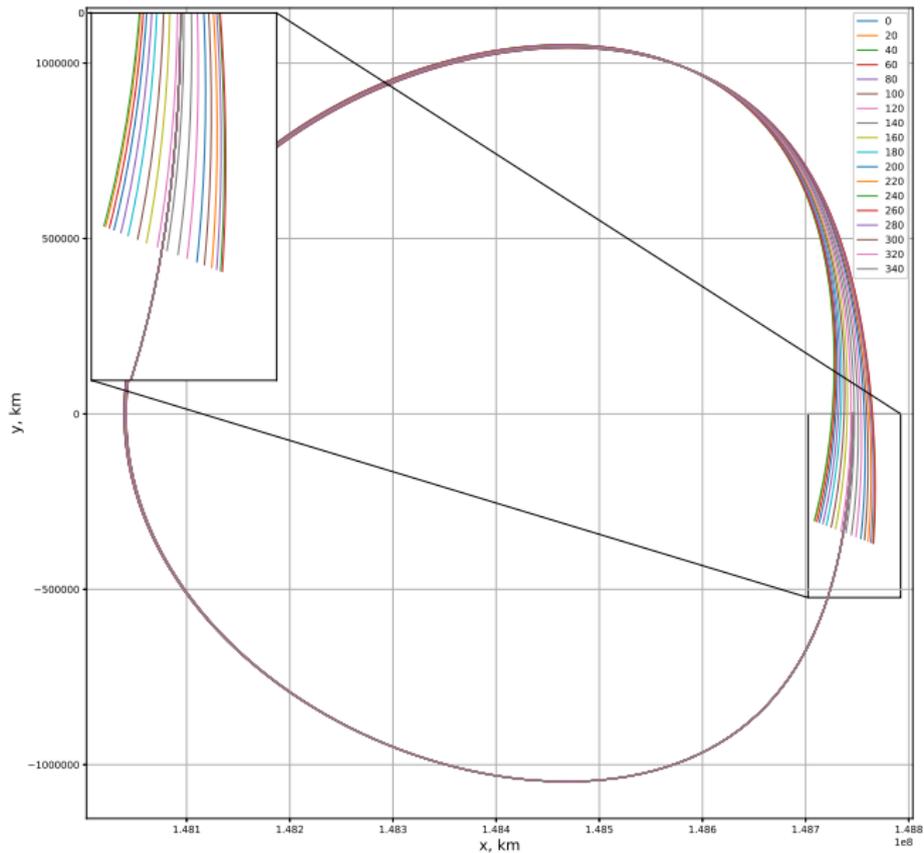


Рис. 1: Вариация гало-орбиты в зависимости от вариации начального значения

Вариация орбиты и вариация начального значения

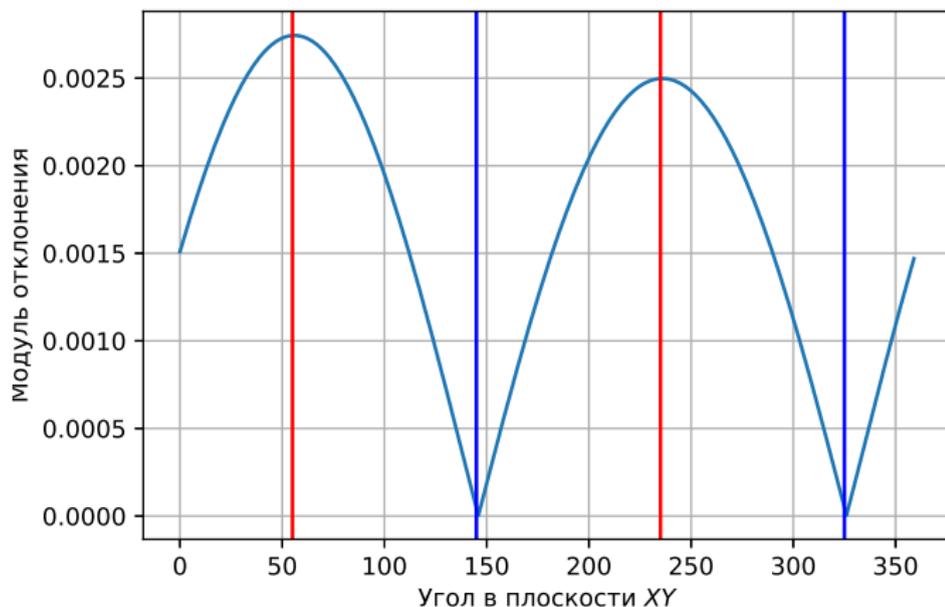


Рис. 2: Вариация орбиты в зависимости от вариации начального значения

Расширенная линеаризация

$$\vec{X} = (x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z})^T \quad (1)$$

$$\dot{\vec{X}} = \vec{f}(\vec{X}) \quad (2)$$

$$\delta \dot{\vec{X}} = A(t) \delta \vec{X} \quad (3)$$

$$\delta \vec{X}(t) = \Phi(t, t_0) \delta \vec{X}_0, t \geq t_0 \quad (4)$$

$$\Phi(t, t_0) \rightsquigarrow \overrightarrow{\lambda_{e_{\max}}}, \overrightarrow{\lambda_{e_{\min}}} \quad (5)$$

Направления неустойчивости

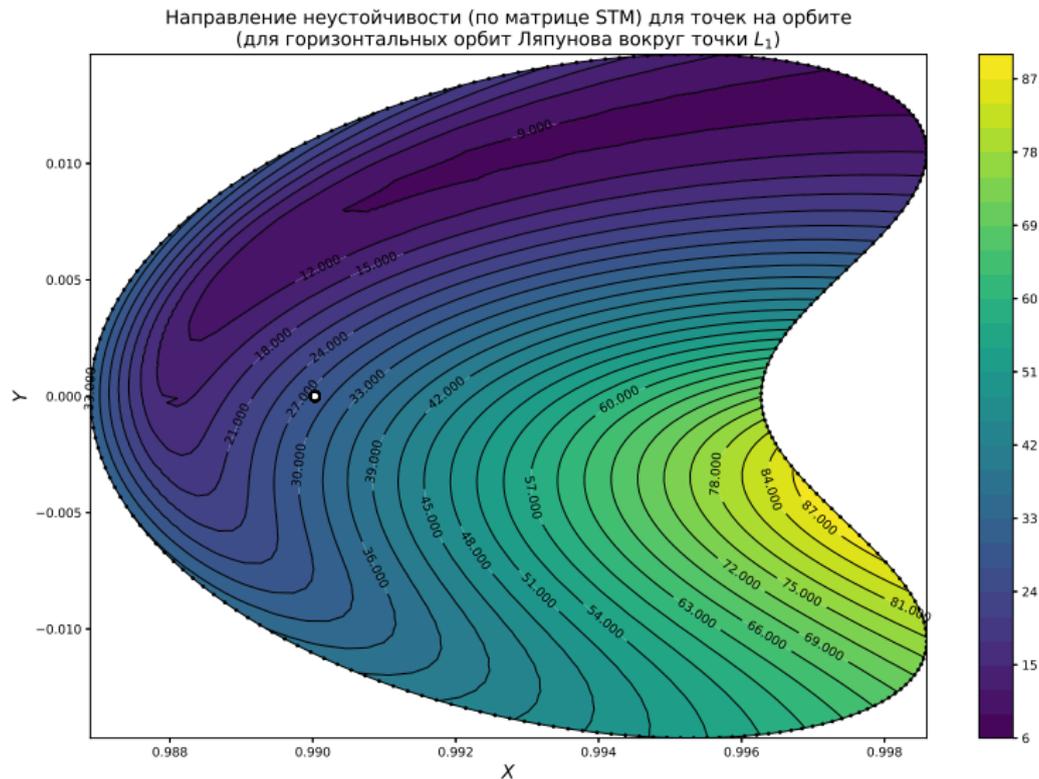


Рис. 3: Направления неустойчивости для горизонтальных орбит Ляпунова

Направления неустойчивости

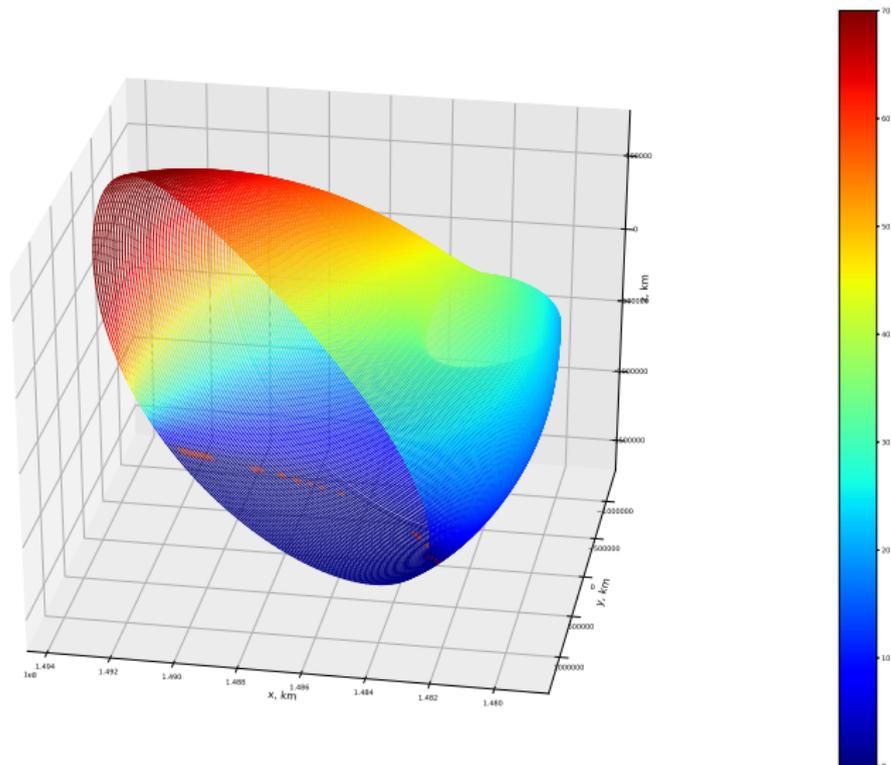


Рис. 4: Направления неустойчивости для семейства гало-орбит

Управление

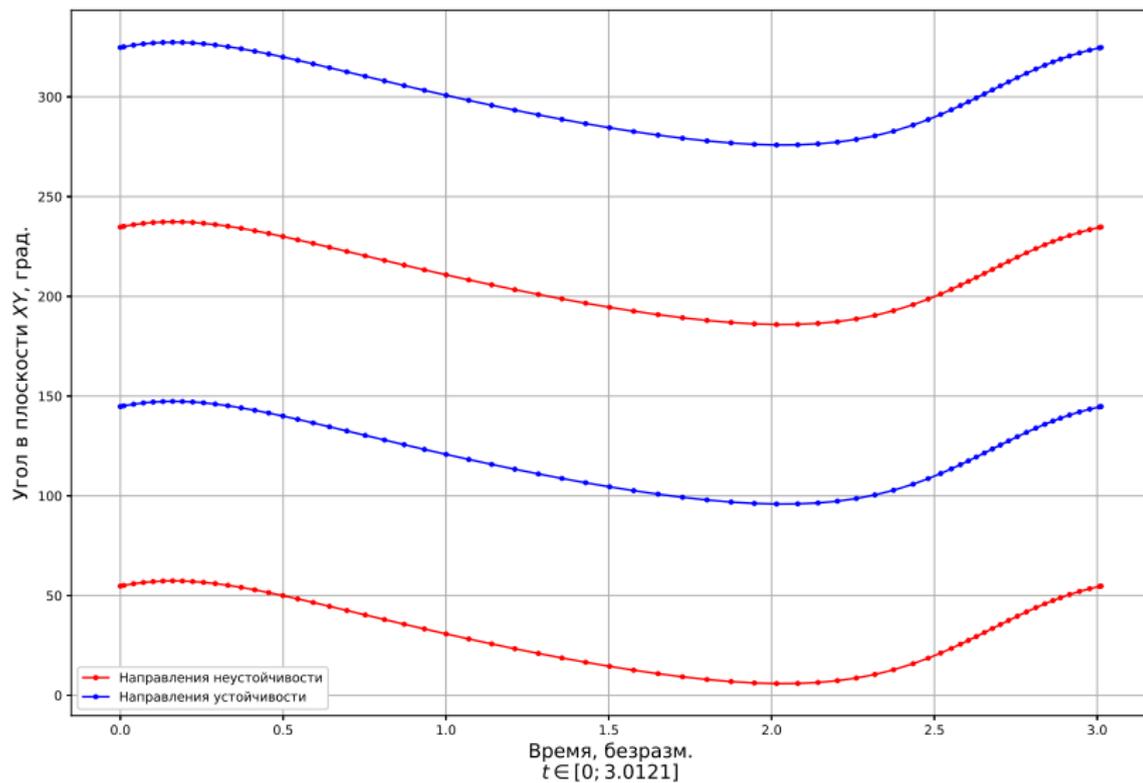


Рис. 5: Направления устойчивости-неустойчивости для гало-орбиты

Управление

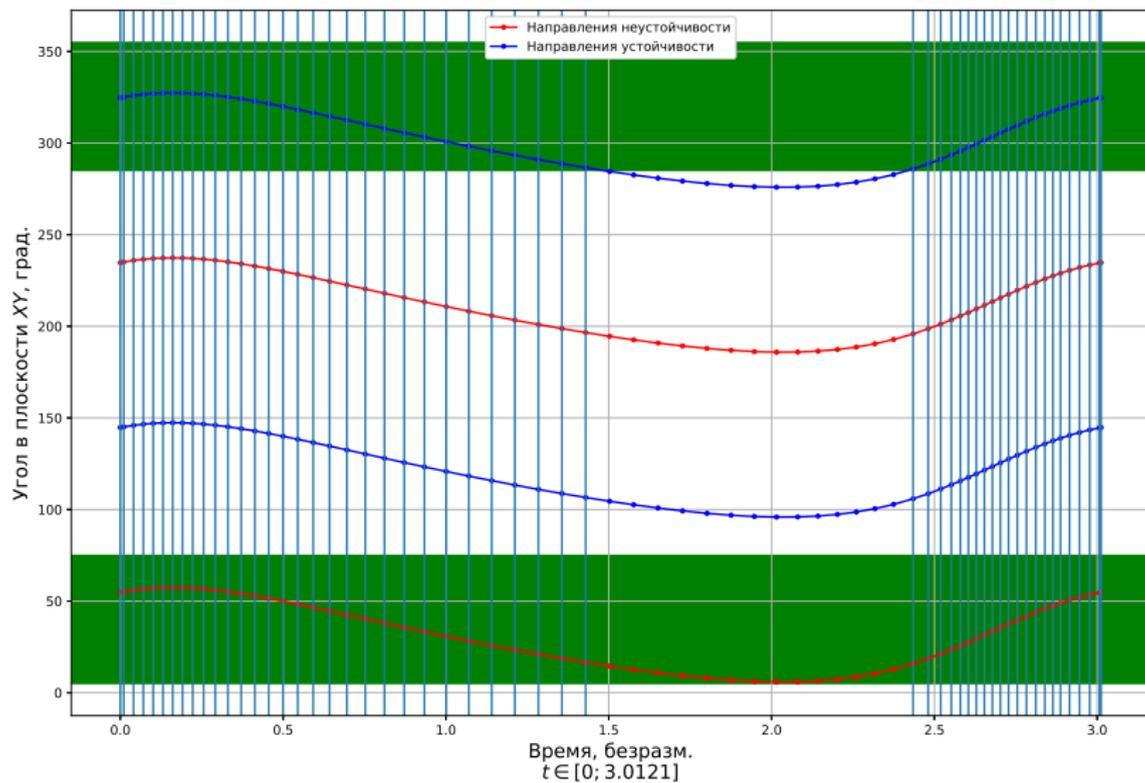


Рис. 6: Управляемость гало-орбиты $x = 0.9943, z = 0.0044$

Имитационное моделирование

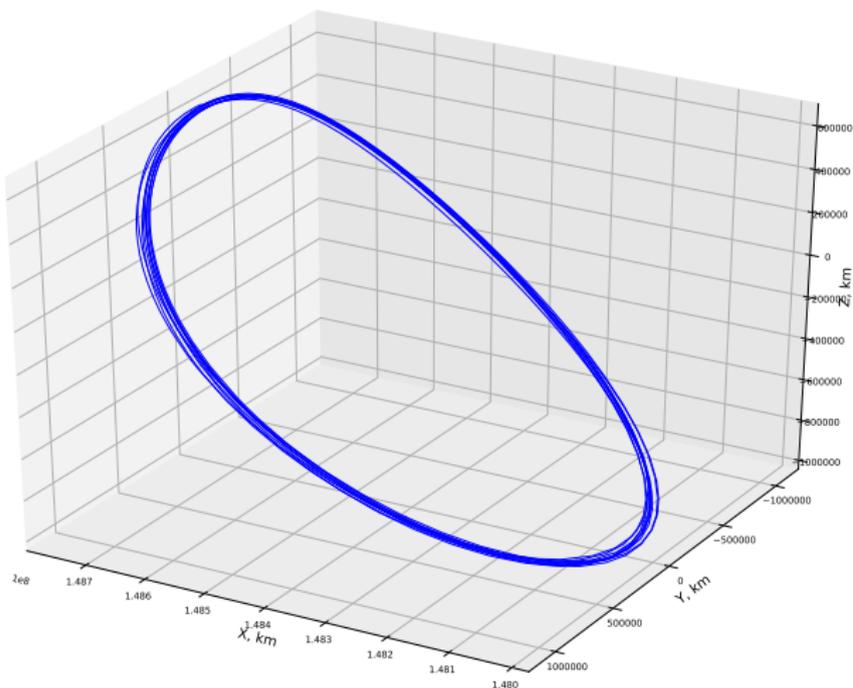


Рис. 7: Имитационное моделирование разработанной стратегии коррекции на 10 оборотов

Имитационное моделирование

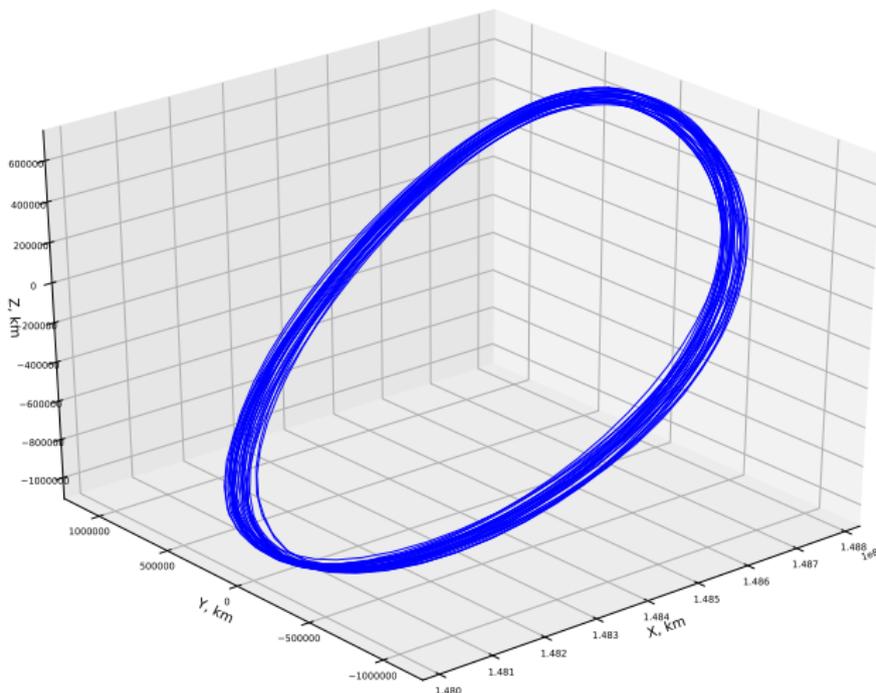


Рис. 8: Имитационное моделирование разработанной стратегии коррекции на 30 оборотов

Имитационное моделирование

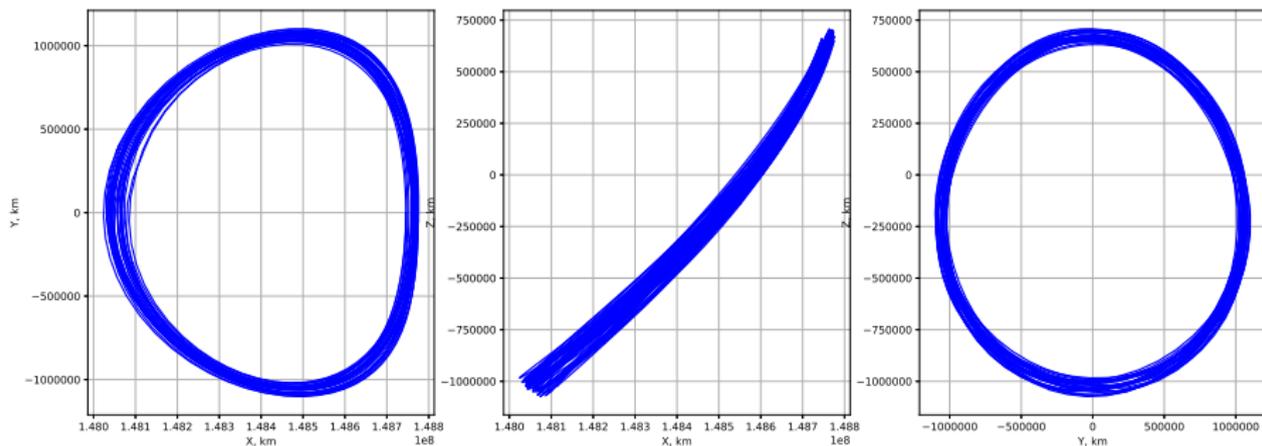


Рис. 9: Имитационное моделирование разработанной стратегии коррекции на 30 оборотов

Используемая литература

- [1] Маркеев А.П. (1978). Точки либрации в небесной механике и космодинамике.
- [2] Aksenov, Sergey & Bober, Stanislav. (2018). Calculation and Study of Limited Orbits around the L_2 Libration Point of the Sun-Earth System. Cosmic Research. 56. 144-150. 10.1134/S0010952518020016
- [3] Murray, C., & Dermott, S. (2000). Solar System Dynamics. Cambridge: Cambridge University Press. 63-67. doi:10.1017/CBO9781139174817
- [4] Farquhar, Robert. (1998). The flight of ISEE-3/ICE - Origins, mission history, and a legacy. Journal of the Astronautical Sciences. 49. 10.2514/6.1998-4464.
- [5] Craig Gordon, Steven. (1991). Orbit determination error analysis and station-keeping for libration point trajectories. ETD Collection for Purdue University. 47-50
- [6] Roberts, Craig E. (1 January 2011). Long Term Missions at the Sun-Earth Libration Point L1: ACE, SOHO, and WIND
- [7] Heuberger, H. (1977). Halo orbit station keeping for International Sun-Earth Explorer-C /ISEE-C/.
- [8] T. Pavlak. Trajectory Design and Orbit Maintenance Strategies in Multi-Body Dynamical Regimes. Ph.D., May 2013
- [9] Farquhar, R.W., The Control and Use of Libration-Point Satellites // NASA TR R-346, 1970

Стратегии управления космическим аппаратом на гало-орбите

Нугманов Артур

Научный руководитель: Аксенов С.А.

Национальный Исследовательский Институт
Высшая Школа Экономики (Москва)

6 Июня 2019