

АНАЛИЗ ЗАПУСКОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ К ПЛАНЕТАМ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

И.А. Коноплянова

sim-girl@yandex.ru

SPIN-код: 6806-8103

И.М. Киреев

kireevim@mail.ru

SPIN-код: 2161-3129

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

В ходе выполнения аналитической работы, описанной в статье, выполнен сбор данных по запускам космических аппаратов планетам Солнечной системы в период 1957–2026 гг. согласно базе данных планируемых и совершенных запусков. Также проведен анализ и прогнозирование запусков космических аппаратов методами экстраполяции и временного (динамического) ряда. Кроме того, проанализированы запуски по статусу миссии, году запуска, исследуемому объекту, по стране, осуществляющей запуск. В работе наглядно отображено количество запусков к планетам Солнечной системы, которое было осуществлено или планируется в ближайшее время по объекту исследования. Сформулирована общая тенденция изменения количества запусков с прогнозом до 2026 г. включительно.

Ключевые слова

Анализ, запуск, космический аппарат, трендовая модель, планета, Солнечная система, прогноз, методы прогнозирования

Поступила в редакцию 01.12.2020

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020

Введение. Изучение планет Солнечной системы открывает перед учеными огромный пласт данных, в перспективе способных повлиять на межпланетные перелеты. До момента высадки человека на Марс или колонизации Луны пройдет еще не один десяток лет, данные о других планетах изучаются на протяжении десятилетий. В настоящее время активной космической деятельностью занимается более 60 стран.

Запуски космических аппаратов (КА) к планетам Солнечной системы играют большую роль в развитии космической отрасли. На одну из ведущих позиций выходит прогнозирование количества запусков КА к планетам солнечной системы на ближайшие годы. Это позволит предопределить динамику запусков и технологию разработки средств выведения.

Поскольку современные средства выведения являются сложными и дорогостоящими техническими устройствами, стремление к снижению стоимости их разработки и изготовления при безусловном сохранении надежности и безотказности их функционирования в полете является ключевой целью развития ракетно-космической отрасли.

Цель работы — анализ запусков КА к планетам солнечной системы и построение трендовых моделей.

Задачи работы: сбор данных и их прогноз по запускам КА к планетам Солнечной системы с использованием метода экстраполяции трендов в период 1957–2026 гг.

Создание базы данных для анализа запусков КА к планетам Солнечной системы. В настоящее время данная тема работы весьма актуальна в ракетно-космической отрасли, поскольку отражает не только количество запусков к планетам, а также их успешность [1].

Для исследования была создана база данных «Запуски к планетам» периода 1957–2026 гг. в программе Access. Схема данных базы вместе с экранной копией части таблицы «Запуски к планетам» показана на рис. 1 [2–5].

Код	Страна	Космический аппарат	Дата запуска	Дата завершения	Объект исследования	Статус миссии
54	ЕСА, США	СОНО	02.12.1955		Солнце	Т
136	СССР	Луна-2А	18.06.1958	18.06.1958	Луна	Н
129	США	Пионер-0	17.08.1958	17.08.1958	Луна	Н
130	СССР	Луна-1А	23.09.1958	23.09.1958	Луна	Н
135	США	Пионер-3	06.10.1958	06.10.1958	Луна	Н
133	США	Пионер-2	08.11.1958	08.11.1958	Луна	Н
131	СССР	Луна-1В	11.11.1958	11.11.1958	Луна	Н
132	США	Пионер-1	11.11.1958	11.11.1958	Луна	Н
134	СССР	Луна-1С	04.12.1958	04.12.1958	Луна	Н
122	СССР	Луна-1	02.01.1959		Луна	Ч
123	США	Пионер-4	03.03.1959		Луна	Ч
14	СССР	Луна-2	12.09.1959	14.09.1959	Луна	У
137	США	Пионер П-1	24.09.1959	24.09.1959	Луна	Н
15	СССР	Луна-3	04.10.1959	07.10.1959	Луна	У
138	США	Пионер П-3	26.11.1959	26.11.1959	Луна	Н
216	СССР	Марс 1960А	01.01.1960	01.01.1960	Марс	Н
217	СССР	Марс 1960Б	01.01.1960	01.01.1960	Марс	Н
41	США	Пионер-5	11.03.1960	30.04.1960	Солнце	У
139	СССР	Луна-4А	19.04.1960	15.04.1960	Луна	Н
140	СССР	Луна-4В	19.04.1960	19.04.1960	Луна	Н
141	США	Пионер П-30	25.09.1960	25.09.1960	Луна	Н
142	США	Пионер П-31	15.12.1960	15.12.1960	Луна	Н
89	СССР	Венера-1	12.02.1961	19.02.1961	Венера	Н
88	СССР	Спутник-7	26.02.1961	26.02.1961	Венера	Н
218	СССР	Марс 1962А	01.01.1962	01.01.1962	Марс	Н
219	СССР	Марс-1	01.01.1962	01.01.1962	Марс	Н
220	СССР	Марс 1962В	01.01.1962	01.01.1962	Марс	Н
143	США	Рейнджер-3	26.01.1962	26.01.1962	Луна	Н

Рис. 1. Часть экранной копии окна базы данных «Запуски к планетам»

В данной базе данных приведена информация о национальной принадлежности КА, дате запуска, дате завершения миссии (в месте, где дата не указана, миссия в процессе выполнения либо еще не началась), объекту исследования и статус миссии (успешная, неуспешная, частично успешная, планируемая, текущая).

Выбор метода прогнозирования. *Прогнозирование* — это процесс построения предсказания будущего на основе исторических данных, текущих данных (текущей ситуации) и на основе анализа трендов. Риск и неопределенность являются центральными факторами для прогнозирования, поэтому в соответ-

ствии с лучшими практиками, необходимо указывать степень неопределенности по отношению к прогнозам [6].

В качестве метода прогнозирования была выбран метод экстраполяции трендов. Прогноз по тренду учитывает факторы, влияющие на развитие явления только в неявном виде. Основная идея экстраполяции — изучение сложившихся как в прошлом, так и настоящем стойких тенденций развития предприятия и перенос их на будущее [7–9].

Анализ запусков с использованием метода экстраполяции трендов (линейный). Для собранных данных в базе были определены следующие трендовые линии по всем периодам запусков КА к планетам Солнечной системы.

Линейный тренд выбирают, если уровень явлений изменяется с постоянной скоростью ($\Delta i = \text{const}$):

$$Y = a + bt .$$

Для удобства работы данные из базы данных были перенесены в программу Excel, где для наглядности были построены графики.

Трендовая линия запусков к планетам, отражающая количество запусков в конкретный год, показана на рис. 2.



Рис. 2. Количество запусков по годам

Трендовая линия количества запусков по странам отображена на рис. 3.

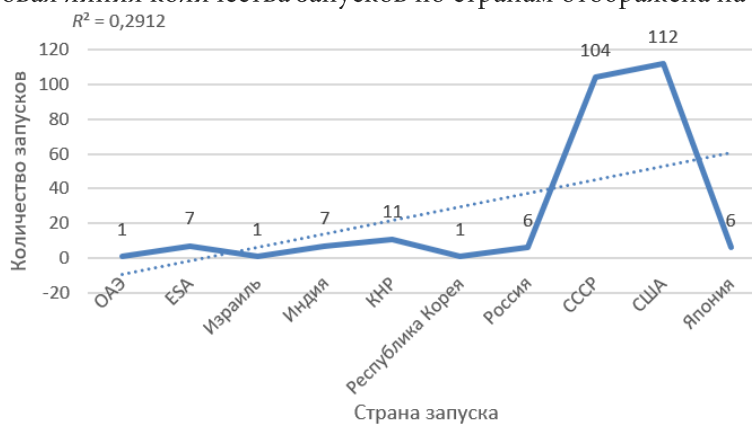


Рис. 3. Количество запусков по странам

Трендовая линия количества запусков по статусу миссии приведена на рис. 4.

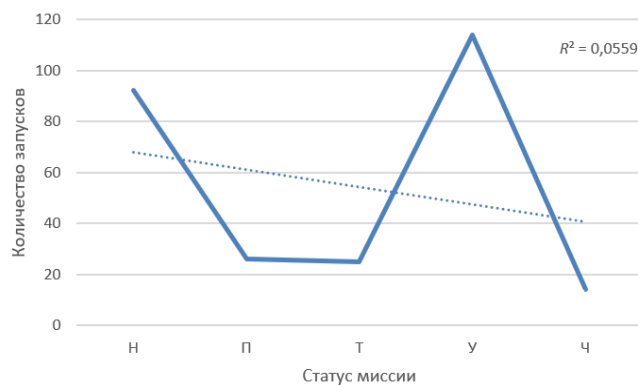


Рис. 4. Количество запусков по статусу миссии:

Н — неудавшаяся; П — планируемая; Т — текущая; У — успешная; Ч — частично успешная

Трендовая линия запусков к каждой планете показана на рис. 5.

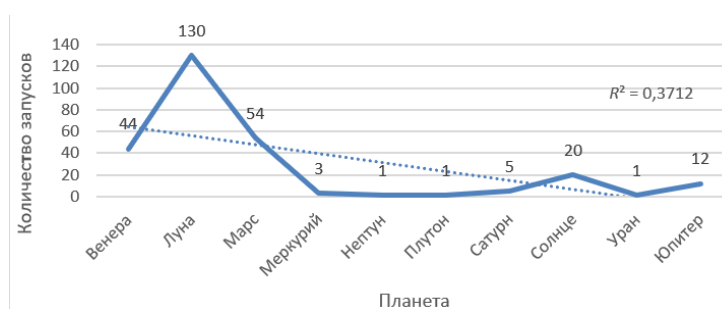


Рис. 5. Количество запусков к планетам

Из анализа видно, что на втором месте по количеству запусков является Марс. Он и был выбран целью анализа по количеству запусков к нему космических аппаратов разных стран (рис. 6, а) и статусу этих запусков (рис. 6, б).



а

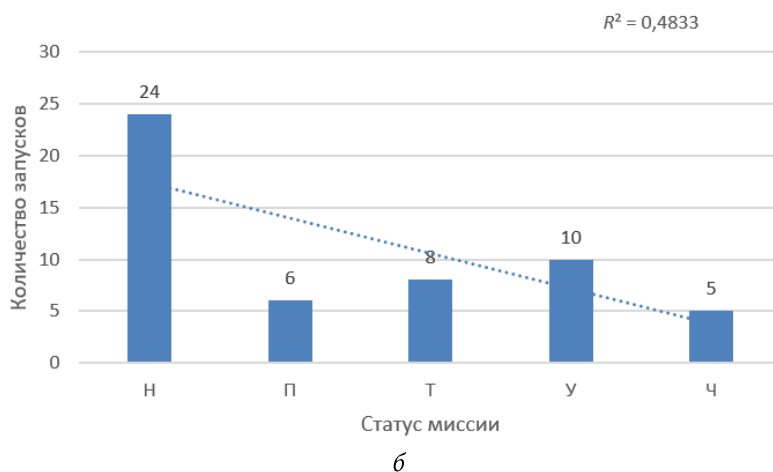


Рис. 6. Количество запусков на Марс:

a — по странам; *б* — по статусу миссии (обозначения см. на рис. 4)

Также анализ данных позволил наглядно отобразить количество запусков к планетам Солнечной системы, которое планируется в ближайшее время по объекту исследования (рис. 7, *a*) и стране (рис. 7, *б*).

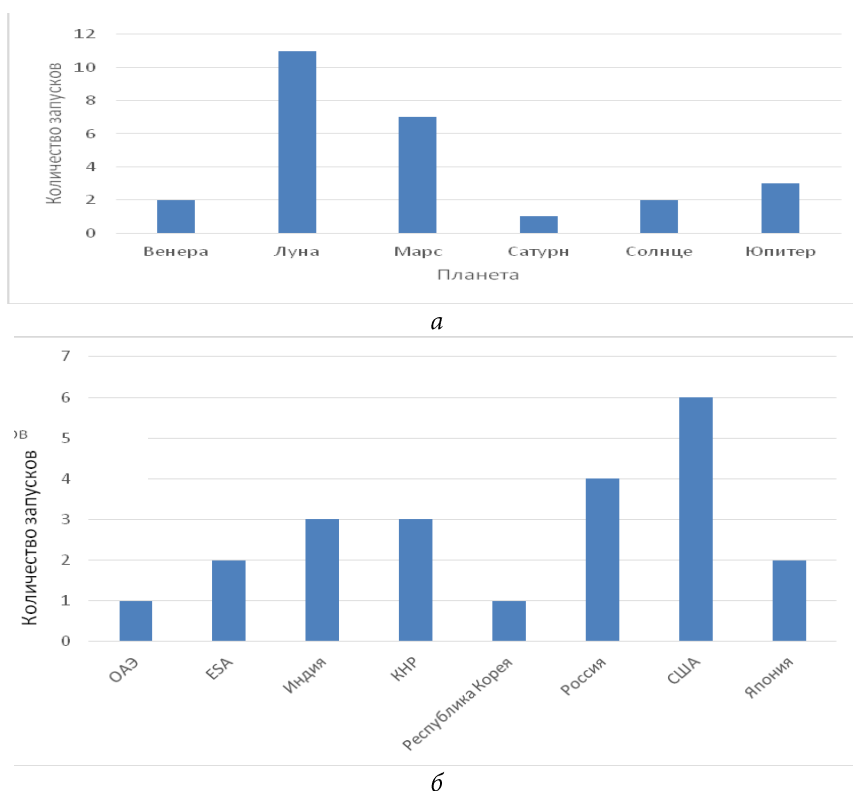


Рис. 7. Количество планируемых запусков к планетам Солнечной системы:

a — по объектам исследования; *б* — по странам

Заключение. Анализ выполненных исследований и построение трендовых моделей позволили наглядно продемонстрировать заинтересованность конкретных стран в изучении планет Солнечной системы. Из результатов анализа отчетливо видно, что на данный момент наибольший интерес проявляется к планетам, расположенным ближе всего к Земле, а именно Венера и Марс. Общее количество успешных миссий превышает количество неуспешных, хотя ошибок также совершалось много. Общая тенденция количества запусков к планетам демонстрирует спад интереса к изучению планет Солнечной системы.

Литература

- [1] Левин А. Миссия «Улисса» завершена, но странствия продолжаются. *elementy.ru: веб-сайт*. URL: https://elementy.ru/novosti_nauki/431112 (дата обращения: 07.12.2019).
- [2] Chronology of space launches. *space.skyrocket.de: веб-сайт*. URL: <https://space.skyrocket.de/directories/chronology.htm> (дата обращения 03.04.2019).
- [3] Крылов А.М. Анализ космической деятельности РФ в период с 2001 по 2013 годы. URL: <http://pdf.knigi-x.ru/21raznoe/213323-1-a-krilov-analiz-kosmicheskoy-deyatelnosti-rossiyskoy-federacii-period-2001-2013-godi-moskva-ma.php> (дата обращения: 04.12.2019).
- [4] Chronology of lunar and planetary exploration. *nssdc.gsfc.nasa.gov: веб-сайт*. URL: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/chronology.html> (дата обращения: 03.12.2019).
- [5] Космическая деятельность. *roscosmos.ru: веб-сайт*. URL: <https://www.roscosmos.ru/115/> (дата обращения: 24.12.2020).
- [6] Запуски. *roscosmos.ru: веб-сайт*. URL: <https://www.roscosmos.ru/launch/2020/> (дата обращения: 24.12.2020).
- [7] UCS satellite database. *ucsusa.org: веб-сайт*. URL: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (дата обращения: 24.12.2020).
- [8] Кулакова О.В. Методы прогнозирования. Анализ аддитивной модели. *cis2000.ru: веб-сайт*. URL: <http://www.cis2000.ru/Budgeting/Mailing/AdditiveModel.html> (дата обращения: 14.12.2019).
- [9] Бараз В.Р., Пегашин В.Ф. Использование MS Excel для анализа статических данных. Нижний Тагил, НТИ, 2014.

Коноплянова Инна Андреевна — студентка кафедры «Технологии ракетно-космического машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Киреев Илья Михайлович — студент кафедры «Технологии ракетно-космического машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Васильева Татьяна Васильевна, старший преподаватель кафедры «Технологии ракетно-космического машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Коноплянова И.А., Киреев И.М., Анализ запусков космических аппаратов к планетам солнечной системы. *Политехнический молодежный журнал*, 2020, № 12(53). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2020-12-663>

ANALYSIS OF SPACECRAFT LAUNCHES TO THE PLANETS OF THE SOLAR SYSTEM

I.A. Konoplyanova

sim-girl@yandex.ru

SPIN-code: 6806-8103

I.M. Kireev

kireevim@mail.ru

SPIN-code: 2161-3129

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

In the course of the analytical work described in the article, the authors collected data on spacecraft launches to the planets of the solar system in 1957–2026 according to the database of planned and completed launches. In addition, the analysis and prediction of spacecraft launches by extrapolation and time (dynamic) series methods were carried out. Launches were analyzed by mission status, launch year, object under study, and launching country. The work clearly shows the number of launches to the planets of the Solar System, which have been carried out or are planned in the near future. The general trend of changes in the number of launches is formulated with a forecast up to 2026 inclusive.

Keywords

Analysis, launch, spacecraft, trend model, planet, solar system, forecast, forecasting methods

Received 01.12.2020

© Bauman Moscow State Technical University, 2020

References

- [1] Levin A. Missiya «Ulissa» zavershena, no stranstviya prodolzhayutsya [“Uliss” mission is over, but the journey goes on]. *elementy.ru: website* (in Russ.). URL: https://elementy.ru/novosti_nauki/431112 (accessed: 07.12.2019).
- [2] Chronology of space launches. *space.skyrocket.de: website*. URL: <https://space.skyrocket.de/directories/chronology.htm> (accessed 03.04.2019).
- [3] Krylov A.M. Analiz kosmicheskoy deyatelnosti RF v period s 2001 po 2013 gody [Analysis of Russian space activities in period from 2001 to 2013] (in Russ.). URL: <http://pdf.knigi-x.ru/21raznoe/213323-1-a-krilov-analiz-kosmicheskoy-deyatelnosti-rossiyskoy-federacii-period-2001-2013-godi-moskva-ma.php> (accessed: 04.12.2019).
- [4] Chronology of lunar and planetary exploration. *nssdc.gsfc.nasa.gov: website*. URL: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/chronology.html> (accessed: 03.12.2019).
- [5] Kosmicheskaya deyatelnost' [Space activities]. *roscosmos.ru: website* (in Russ.). URL: <https://www.roscosmos.ru/115/> (accessed: 24.12.2020).
- [6] Zapuski [Launches]. *roscosmos.ru: website* (in Russ.). URL: <https://www.roscosmos.ru/launch/2020/> (accessed: 24.12.2020).
- [7] UCS satellite database. *ucsusa.org: website*. URL: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (accessed: 24.12.2020).

- [8] Kulakova O.V. Metody prognozirovaniya. Analiz additivnoy modeli [Prediction methods. Analysis of additive model]. *cis2000.ru: website* (in Russ.). URL: <http://www.cis2000.ru/Budgeting/Mailing/AdditiveModele.shtml> (accessed: 14.12.2019).
- [9] Baraz V.R., Pegashin V.F. Ispol'zovanie MS Excel dlya analiza staticheskikh dannykh [Using MS Excel for analysis of statistic data]. Nizhniy Tagil, NTI Publ., 2014 (in Russ.).

Konoplyanova I.A. — Student, Department of Aerospace Engineering Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Kireev I.M. — Student, Department of Aerospace Engineering Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — Vasilyeva T.V., Senior Lecturer, Department of Aerospace Engineering Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Please cite this article in English as:

Konoplyanova I.A., Kireev I.M. Analysis of spacecraft launches to the planets of the solar system. *Politekhnicheskii molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2020, no. 12(53). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2020-12-663.html> (in Russ.).