

02, февраль 2016

УДК 681.7 + 338.12

Исследование некоторых видов спутников при изменяющейся конъюнктуре рынка в период с 1961г по 2014г.

Живило Д. Г., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»*

Лахвич Н. С., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»*

Игнатъев С. А., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»*

Научный руководитель: Васильева Т.В.

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»*

Sm12@sm.bmstu.ru

Введение

Под космической деятельностью понимается любая деятельность, связанная с непосредственным проведением работ по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела. В настоящее время активной космической деятельностью занимается свыше 60 стран. Почти все развитые государства мира успешно используют космические технологии в связи и вещании, в дистанционном зондировании поверхности Земли (метеорологическое наблюдение, картография, геодезия и т.д.), в навигации и в научных исследованиях. Космос XXI века стал сферой удовлетворения амбиций и столкновения интересов стран, осваивающих околоземное пространство.

Создание базы данных для анализа современного космического рынка

Тема данной работы в настоящее время очень актуальна, ввиду большой важности эффективных исследований для дальнейшего развития ракетно-космических предприятий в условиях рыночной экономики [1,2,3]. В данной работе продемонстрирован

комплексный подход к анализу исследований запусков космических спутников. Изучены теоретические основы характеристик спутников, данные по их запускам, уделив приоритетное внимание прогнозированию дальнейших запусков. Изучив данные из первичных источников («Википедия», «NASA» и сводные таблицы космических запусков из журнала «Новости космонавтики») [4,5], была создана база данных в программе Microsoft Access.

| КОД | Дата | Стартовый комплекс | Ракета-носитель | Назначение | Имя КА | Тип |
|-----|------------|--------------------|----------------------|------------------|-------------|-----------|
| 1 | 11.12.1961 | Байконур Пл.1 | Восток-8K72K E103-21 | Видовая разведка | Зенит-2 №01 | Зенит-2 Н |
| 2 | 16.03.1962 | Капустин Яр Маяк-2 | Космос 63C1 6LK | Видовая разведка | Космос-1 | ДС-2 Н |
| 3 | 06.04.1962 | Капустин Яр Маяк-2 | Космос 63C1 5LK | Видовая разведка | Космос-2 | 1МС Н |
| 4 | 24.04.1962 | Капустин Яр Маяк-2 | Космос 63C1 4LK | Видовая разведка | Космос-3 | 2МС Н |
| 5 | 26.04.1962 | Байконур Пл.1 | Восток-8K72K E103-20 | Видовая разведка | Космос-4 | Зенит-2 Н |
| 6 | 28.05.1962 | Капустин Яр Маяк-2 | Космос 63C1 3LK | Видовая разведка | Космос-5 | 2МС Н |
| 7 | 01.06.1962 | Байконур Пл.1 | Восток-2М 8A92 | Видовая разведка | Нет дан. | Зенит-2 Н |
| 8 | 30.06.1962 | Капустин Яр Маяк-2 | Космос 63C1 | Видовая разведка | Космос-6 | ДС-П1 Н |
| 9 | 28.07.1962 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-7 | Зенит-2 Н |
| 10 | 27.09.1962 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-9 | Зенит-2 Н |
| 11 | 17.10.1962 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-10 | Зенит-2 Н |
| 12 | 22.12.1962 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-12 | Зенит-2 Н |
| 13 | 21.03.1963 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-13 | Зенит-2 Н |
| 14 | 22.04.1963 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-15 | Зенит-2 Н |
| 15 | 28.04.1963 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-16 | Зенит-2 Н |
| 16 | 24.05.1963 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-18 | Зенит-2 Н |
| 17 | 10.07.1963 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-19 | Зенит-2 Н |
| 18 | 18.10.1963 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-20 | Зенит-2 Н |
| 19 | 16.11.1963 | Байконур Пл.1 | Восход G15000-06 | Видовая разведка | Космос-22 | Зенит-4 Н |
| 20 | 19.12.1963 | Байконур Пл.1 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-24 | Зенит-2 Н |
| 21 | 25.04.1964 | Байконур Пл.31 | Восток-2 8A92 R15001 | Видовая разведка | Космос-29 | Зенит-2 Н |
| 22 | 04.06.1964 | Байконур Пл.1 | Молния G15000-18 | Связь на ВЗО | Молния-1 №2 | Молния |
| 23 | 10.06.1964 | Байконур Пл.31 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-32 | Зенит-2 Н |
| 24 | 23.06.1964 | Байконур Пл.31 | Восток-2 8A92 | Видовая разведка | Космос-33 | Зенит-2 Н |
| 25 | 01.07.1964 | Байконур Пл.1 | Восход T15000-04 | Видовая разведка | Космос-34 | Зенит-4 Н |

Рис. 1. База данных запусков КА в период с 1961 по 2014 года

Для анализа созданной базы использовались функции запросов на выборку. Параметрами запросов были типы спутников, их характеристики, типы ракетопосредителей и т.д. Запросы создавались с помощью мастера запросов в режиме конструктора (Рис.2.) и SQL (Рис.3.).

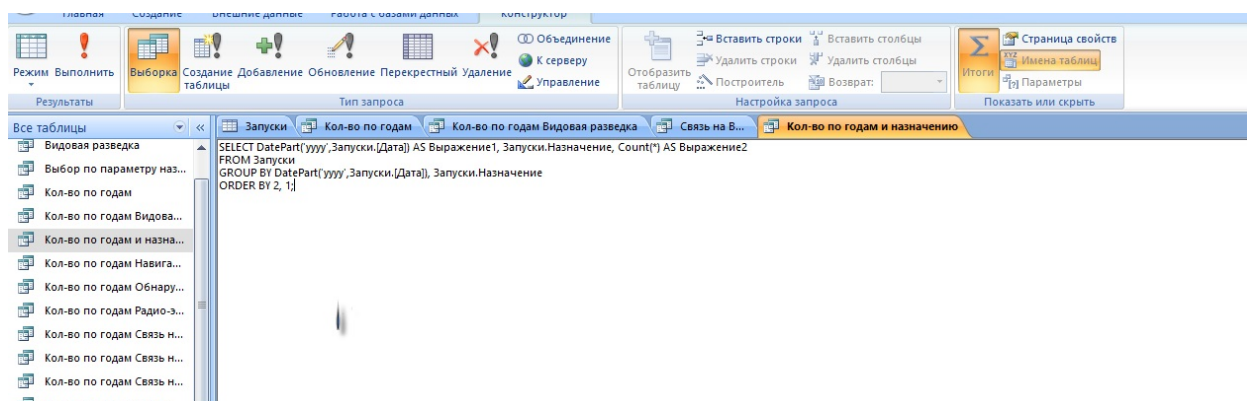


Рис. 2. Запросы, созданные с помощью мастера запросов в режиме конструктора

| Выражение | Назначение | Выражение |
|-----------------------|------------|-----------|
| 1973 Видовая разведка | | 35 |
| 1974 Видовая разведка | | 28 |
| 1975 Видовая разведка | | 32 |
| 1976 Видовая разведка | | 29 |
| 1977 Видовая разведка | | 30 |
| 1978 Видовая разведка | | 28 |
| 1979 Видовая разведка | | 20 |
| 1980 Видовая разведка | | 27 |
| 1981 Видовая разведка | | 31 |
| 1982 Видовая разведка | | 30 |
| 1983 Видовая разведка | | 28 |
| 1984 Видовая разведка | | 27 |
| 1985 Видовая разведка | | 24 |
| 1986 Видовая разведка | | 27 |
| 1987 Видовая разведка | | 26 |
| 1988 Видовая разведка | | 28 |
| 1989 Видовая разведка | | 23 |
| 1990 Видовая разведка | | 16 |
| 1991 Видовая разведка | | 11 |
| 1992 Видовая разведка | | 11 |
| 1993 Видовая разведка | | 6 |
| 1994 Видовая разведка | | 6 |
| 1995 Видовая разведка | | 3 |
| 1996 Видовая разведка | | 1 |
| 1997 Видовая разведка | | 2 |

Рис. 3. Запросы, созданные с помощью мастера запросов в режиме SQL.

Для составления прогноза были выбраны запросы по кол-ву запусков спутников и их назначению на период с 2000 по 2014гг.

На основе запросов были созданы формы с использованием функции построения графиков, в дальнейшем импортированные в программу Microsoft Excel (Рис.4.).

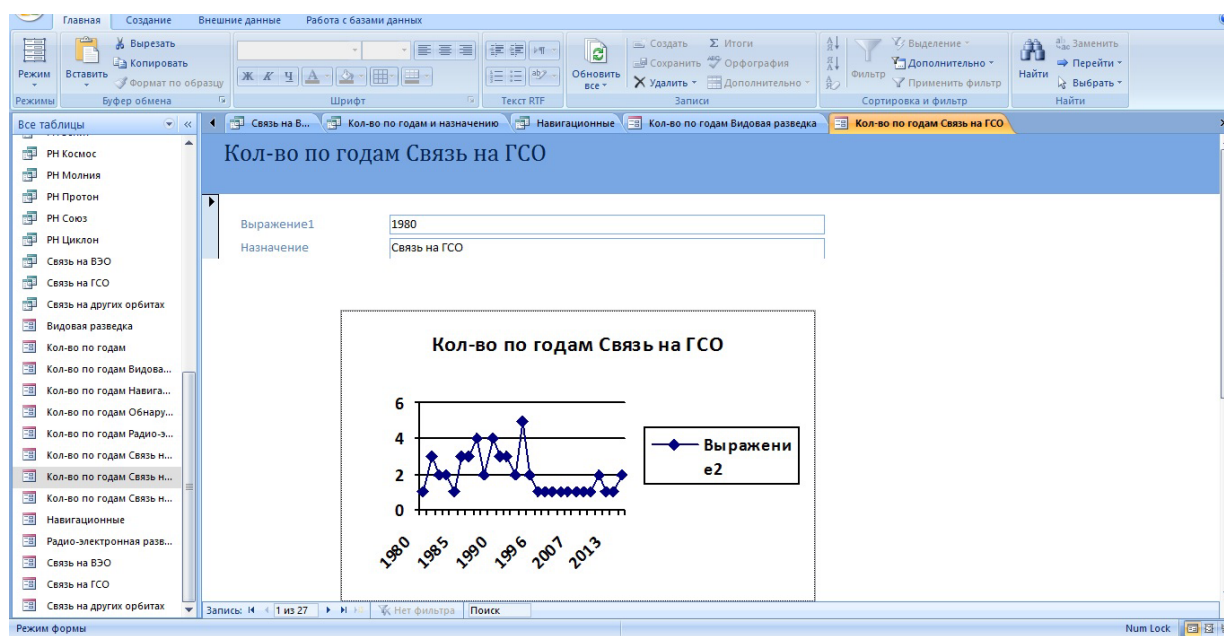


Рис. 4. Формы, созданные с использованием функции построения графиков

Прогнозирование запусков спутников с использованием метода экстраполяции трендов

В качестве метода прогнозирования на период с 2014 по 2020гг была выбрана экстраполяция трендов [6]. Прогноз по тренду учитывает факторы, влияющие на развитие явления только в неявном виде. Срок, на который делается прогноз, должен быть не более трети базы прогноза.

Экстраполяция – это предсказание значения уровня (прогноз) на будущее время; при этом делается предположение, что параметры тренда сохраняются до прогнозируемого периода.

Для составления прогноза на графиках были изображены линии тренда.

Формы линий тренда, отражающие эволюцию уровней временного ряда, как общую тенденцию, выбирают по графику действительных значений уровней временного ряда.

Выбор формы линий тренда осуществляется путём сравнения критериев, позволяющих судить о близости линий тренда к исходным данным.

1. Линейная форма тренда выбирается, если цепные абсолютные приросты относительно стабильны, не имеют отчетливой тенденции к росту или снижению, т.е. уровень явлений изменяется с постоянной скоростью ($\Delta_i = \text{const.}$):

$$\tilde{Y} = a + bt.$$

2. Параболическая форма тренда выбирается, если стабильны абсолютные ускорения ($\Delta_i' = \text{const.}$), цепные абсолютные прироста более или менее равномерно увеличиваются (уменьшаются), т.е. равномерно растёт (уменьшается) абсолютная величина спроса:

$$Y = a + b \cdot t + c \cdot t^2.$$

3. Экспоненциальная форма тренда (показательная кривая) выбирается, если относительно стабильными являются цепные темпы прироста. $T_i \sim \text{const.}$, т.е. уровень явлений растёт с более или менее постоянной относительной скоростью:

$$\tilde{Y} = a \cdot b^t.$$

4. Логарифмическая форма тренда при замедляющемся росте уровней, не достигающих предельно возможных значений; хорошо описывает величину, которая вначале быстро растёт или убывает, а затем постоянно стабилизируется.

$$\tilde{Y} = a + b \cdot \log(t).$$

5. Степенная кривая отображает изменение уровней с разной мерой пропорциональности изменений во времени:

$$y=a*t^b.$$

Если в данных имеются нулевые или отрицательные значения, использование степенного приближения невозможно.

6. Гиперболическая функция тренда

$$\tilde{y} = a + \frac{b}{t},$$

если $b > 0$, тенденции замедляющегося снижения уровней, стремящихся к a ; если $b < 0$ – тенденции замедляющегося снижения уровней, стремящихся к a .

7. Логистическая (S - образная) кривая, кривая.

$$\tilde{y} = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{e^{a+b \cdot t} + 1} + y_{\min},$$

где если $y_{\min}=0$; $y_{\max}=1$ или 100%, то

$$y = \frac{1}{e^{a+b \cdot t} + 1},$$

где t – время (переменная);

a, b, c – const, параметры уравнения тренда.

Расчёт параметров тренда производится методом наименьших квадратов. Таким образом, чтобы сумма квадратных значений от действительных была минимальной:

$$\sum_i (y_i - \tilde{y}_i) \rightarrow \min.$$

В MS Excel тренд можно построить на графике, а параметры тренда вычислить с помощью функции «ЛИНЕЙН».

в MS Excel используется величина R^2 (R квадрат), коэффициент достоверности аппроксимации, который показывает, насколько хорошо тренд описывает исходные данные.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2}{\sum_i (y_i^2) - \frac{(\sum_i y_i)^2}{n}}$$

$0 < R^2 < 1$, чем ближе R^2 к 1, тем ближе выбранный тренд к исходным данным.



Рис.5. Прогноз запусков навигационных спутников на период с 2014 г. по 2020 г.



Рис.6. Прогноз запусков спутников видовой разведки на период с 2014 г. по 2020 г.



Рис. 7. Прогноз запусков спутников обнаружения стартов МБР
на период с 2014 г. по 2020 г.



Рис. 8. Прогноз запусков спутников радио-электронной разведки
на период с 2014 по 2020 г.



Рис. 9. Прогноз запусков спутников связи на ВЭО на период с 2014 г. по 2020 г.

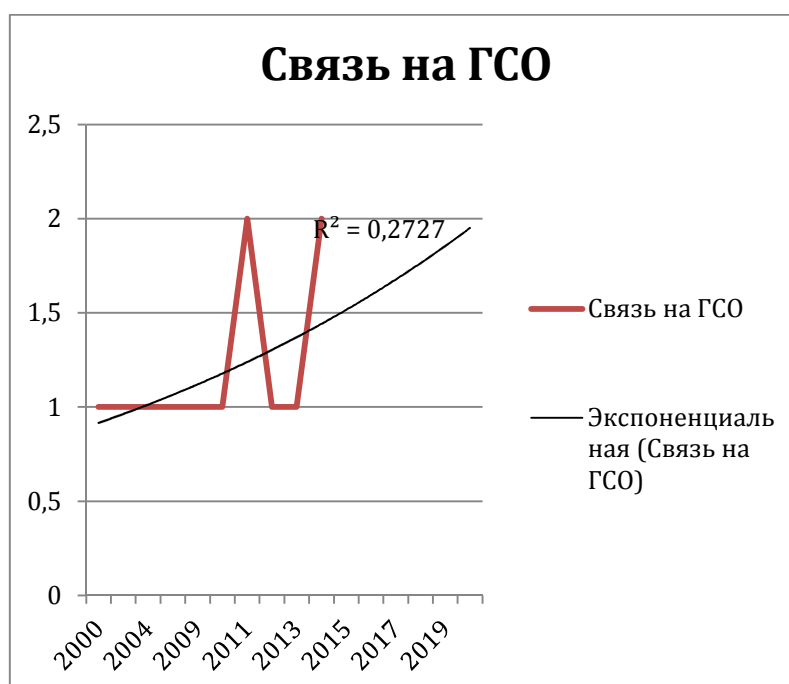


Рис. 10. Прогноз запусков спутников связи на ГСО на 2014- 2020 г.



Рис. 11. Прогноз запусков спутников связи на других орбитах на 2014- 2020 г.



Рис. 12. Прогноз запусков спутников на период с 2014 г. по 2020 г.

Заключение

По изученным данным и составленному прогнозу можно сделать вывод, что некоторые виды спутников имеют тенденцию к увеличению кол-ва запусков (См. Рис.5. – Рис.12.). По сравнению с XX веком кол-во запусков резко упало. Это может быть связано с потерей актуальности некоторых видов спутников. Также возможен вариант замены большого числа устаревших спутников новыми многофункциональными. В любом случае технологии РКТ развиваются, тем самым улучшаются параметры запускаемых аппаратов и растет их кол-во.

Список литературы

- [1]. Крылов А.М. Анализ космической деятельности Российской Федерации в период с 2001 по 2013 годы. Режим доступа: http://mosspaceclub.ru/3part/krilov_1.pdf (дата обращения 21.06.2015).
- [2]. Крылов А.М. Сравнительный анализ космической деятельности России, Китая и Индии. Режим доступа: http://mosspaceclub.ru/3part/akd_rki.pdf (дата обращения 21.06.2015).
- [3]. Абашин М.И., Винокурова Е.В., Галиновский А.Л., Коршунов С.В. Мировые тенденции совершенствования системы подготовки инженеров // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2014. № 2. С. 57-65.
- [4]. Каталог космических запусков . NSSDC Master Catalog Search. Режим доступа: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/> (дата обращения 21.06.2015).
- [5]. Список космических запусков. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_космических_запусков (дата обращения 21.06.2015).
- [6]. Бакланов А. Рынок и маркетинг авиакосмической продукции в условиях нестабильности. Монография. М.: КДУ, 2007. 400 с.