

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ЗАПУСКОВ  
РОССИЙСКИХ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ  
ДЛЯ СБОРА ИНФОРМАЦИИ О КОСМИЧЕСКОМ МУСОРЕ**

**А.А. Пасынков**  
**А.С. Свешникова**  
**О.Г. Титов**

alex13-4@mail.ru  
sveshnikovaas@student.bmstu.ru  
titovog@student.bmstu.ru

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

---

**Аннотация**

*Определение наличия и появления космического мусора на наиболее востребованных орбитах — это очень актуальная задача в настоящее время ввиду серьезности проблемы его увеличения. В работе проведен анализ источника UCS SatelliteDatabase по общемировым запускам космических аппаратов на различные орбиты. На его основе в программе MS Access создана база данных, состоящая из объектов, критериями выбора которых были востребованность и страна-разработчик — Россия. Выявлено, что наиболее загруженной является низкая околоземная орбита, поэтому именно она была выбрана для исследования. Также было выяснено, что на низкой околоземной орбите среди российских аппаратов широко представлены отечественные спутники связи, дистанционного зондирования Земли, научно-исследовательские и экспериментально-технологические. По проанализированным данным и с использованием разработанной базы по запускам российских малых космических аппаратов на низкую околоземную орбиту за период 2011–2021 гг. можно определить количество имеющегося в настоящее время и прогнозируемого космического мусора.*

**Ключевые слова**

*Базы данных, запуски, космические аппараты, спутник, космический мусор, прогнозирование, трендовая модель*

Поступила в редакцию 23.05.2022  
© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022

**Введение.** В работе рассмотрена актуальная в настоящее время проблема космического мусора. На основе созданной базы данных решается задача поиска и обработки информации по российским запускам спутников на низкую околоземную орбиту за последнее десятилетие.

В последние годы как в России, так и во всем мире все более востребованным становится направление разработки, запусков и эксплуатации космических аппаратов (КА). К примеру, если в 1966 г. только 6 стран имели свои спутники, то к 2020 г. уже больше чем у 80 стран были свои объекты на орбитах. Спутниковые группировки заполняют околоземное пространство и с течением времени

вырабатывают свой ресурс, в дальнейшем становясь космическим мусором. Распадаясь на фрагменты, отработанные космические аппараты начинают представлять угрозу как действующим аппаратам на целевых орбитах, так и будущим, которым предстоит преодолеть барьер из космического мусора на пути к цели [1].

Любая страна при запуске КА на различные орбиты несет ответственность за их утилизацию [2]. Для успешного решения проблемы обнаружения и утилизации космического мусора необходимо вести учет вышедших из эксплуатации спутников с учетом массы, габаритов и материалов космических аппаратов. Для этого целесообразно создать соответствующую базу данных, оптимизированную для решения задачи поиска всей необходимой информации, связанной не только с характеристиками каждого спутника в отдельности, но и с общими статистическими данными по спутниковым группировкам.

**Проблема космического мусора.** Космическим мусором считают все искусственные объекты и их фрагменты, которые уже неисправны, не функционируют и никогда более не смогут служить никаким полезным целям, но являются опасным фактором воздействия на функционирующие космические аппараты, особенно пилотируемые.

Космический мусор классифицируют по размеру [3] и выделяют три группы:

К первой группе относят малый космический мусор, размеры которого меньше 1 см. В силу малого размера объектов их невозможно отследить с Земли и спрогнозировать их траекторию движения. Такие фрагменты приобретают значительные скорости и способны нанести серьезные повреждения космическому аппарату с последующим отказом бортовой электроники.

Вторая группа включает в себя объекты с диаметром наибольшего поперечного сечения от 1 до 10 см, называемые средним космическим мусором. Столкновение любого спутника с таким объектом вызовет серьезные повреждения. Скорее всего, аппарат потеряет функциональность, вдобавок образуются мелкие обломки нового космического мусора.

В третью группу выделяют крупный космический мусор, диаметр поперечного сечения которого больше 10 см.

Объекты второй и третьей группы можно отслеживать с помощью автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве (АСПОС ОКП). При получении от этой системы сигнала о сближении объекта космического мусора и МКС проводится коррекция орбиты (подъем или опускание) во избежание столкновения.

На диаграмме, представленной на рис. 1, показано количественное соотношение космического мусора в околоземном пространстве по данным Роскосмоса на 2021 г. [4]. В материалах говорится, что вокруг Земли вращается 25 тыс. фрагментов размером более 10 см, 900 тыс. — размером 1...10 см и 128 млн размером от 1 мм до 1 см.



Рис. 1. Количественное соотношение различных фрагментов в зависимости от их размеров

В период с 2006 г. количество космического мусора резко возросло (рис. 2) [5].

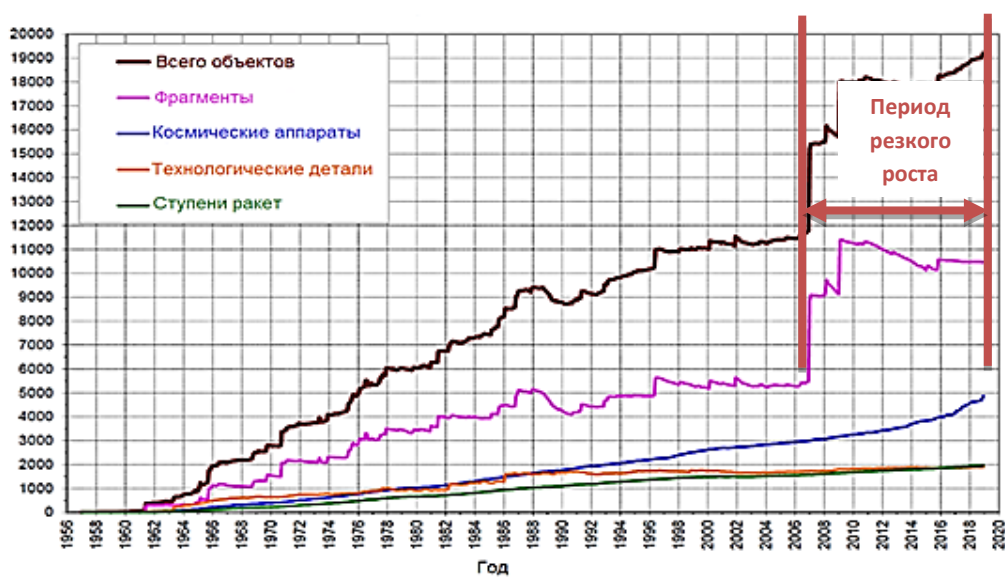


Рис. 2. Динамика увеличения количества космического мусора в околоземном космическом пространстве

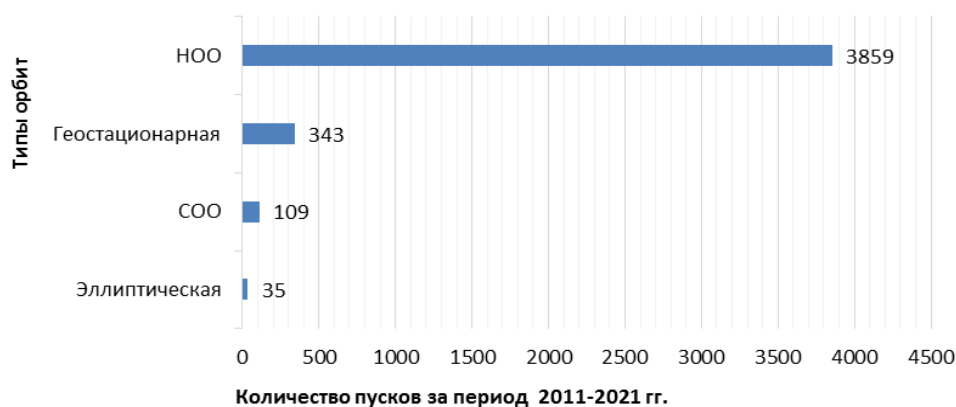
Такая активная динамика роста количества объектов космического мусора может привести к воплощению в действительности сценария Кesslera. То есть к возникновению синдрома Кesslera — явления, описанного Дональдом Кesslerом, характеризуемого хаотичным нарастанием числа объектов искусственного происхождения на орбите Земли [6]. Этот рост может привести к запуску цепной реакции, которая сделает преумножение космического мусора некон-

тролируемым. Так, из вышеописанного мы можем выявить ряд проблем, связанных с наличием космического мусора на околоземной орбите:

- 1) падение космического мусора на Землю;
- 2) столкновение с действующими космическими аппаратами;
- 3) увеличение количества мусора в геометрической прогрессии;
- 4) непригодность ближнего космоса для практического использования.

**Характеристика базы данных и обоснование выбора объектов для обработки.** На основе анализа общемировой базы данных [7] было выявлено, что наиболее загруженной является низкая околоземная орбита [8].

На рис. 3 показана диаграмма, на которой видно, что на низкой околоземной орбите за период 2011–2021 гг. было выведено 4000 беспилотных КА.



**Рис. 3.** Распределение по орбитам спутников за период 2011–2021 гг.

Данная орбита была рассмотрена с точки зрения «заселения» ее спутниками и спутниковыми системами различных стран. В итоге построена диаграмма (рис. 4), в которой показано распределение стран, активно использующих рассматриваемую орбиту. Ранжированный список выглядит следующим образом: США, Китай, Великобритания, Франция, Российская федерация.

Наиболее активно данную орбиту используют спутники Соединенных Штатов Америки и Великобритания. Это связано со стремлением конкурирующих компаний SpaceX и OneWeb создать новые космические широкополосные сети [9]. Также на диаграмме видно, что Россия является одной из пяти стран, занимающих лидирующие позиции в освоении низкой околоземной орбиты.

На низкой околоземной орбите среди российских спутников широко представлены отечественные спутники следующих типов (рис. 5): спутники связи, дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), научно-исследовательские и экспериментально-технологические. Именно они выбраны в качестве объектов исследования.

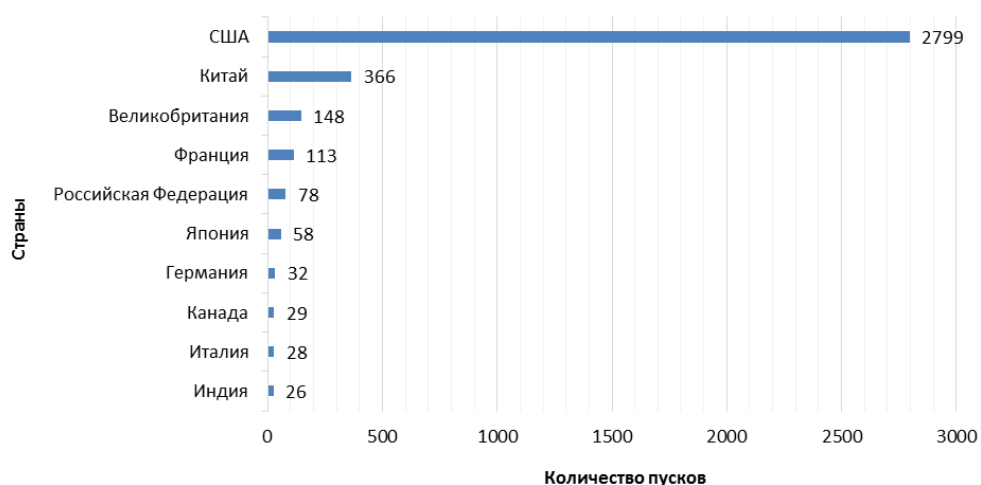


Рис. 4. Распределение по странам запусков спутников за период 2011–2021 гг.

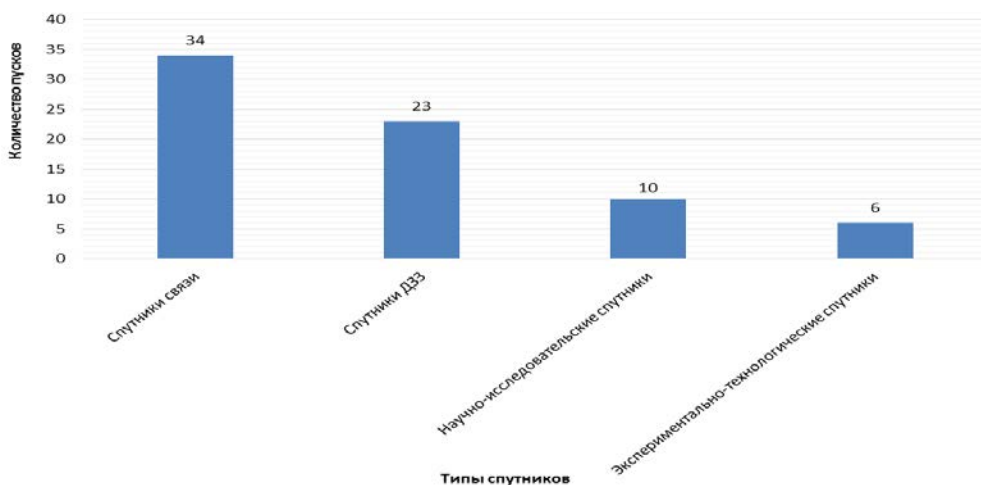


Рис. 5. Распределение по орбитам запусков российских спутников за 2011–2021 гг.

Спутники связи — это искусственные спутники, ретранслирующие и усиливающие радиотелекоммуникационные сигналы с помощью систем телеметрии. Они служат каналом связи для приема и передачи информации между наземными станциями в разных местах Земли.

Спутники дистанционного зондирования Земли оснащены съемочной аппаратурой различного вида и осуществляют наблюдение за земной поверхностью. В зависимости от съемочной системы, установленной на космическом спутнике ДЗЗ, выделяют два типа получения геопространственных данных: оптико-электронную и радарную съемку.

Научно-исследовательские спутники предназначены для изучения космического пространства. С их помощью осуществляется сбор сведений об околоземном пространстве, в частности — о магнитосфере Земли, верхних слоях атмосферы, межпланетной среде и радиационных поясах планеты; изучение небесных тел Солнечной системы; исследование дальнего космоса, производящееся при помощи телескопов и другой специальной аппаратуры, установленной на спутниках.

Под термином «технологические космические аппараты» понимают искусственные спутники Земли, которые создаются для отработки технологий в условиях микрогравитации и открытого пространства космоса. В общем и целом в последнее время данный класс аппаратов активно развивается, поскольку на рынке появилось достаточно большое количество малых космических аппаратов. Производителями данного класса техники обычно выступают образовательные учреждения. Среди особенностей данного класса аппаратов — малый срок активного существования и осуществления полета на низкой околоземной орбите. При этом в последнее время относительно данного класса у более крупных участников космической деятельности появляется все больше вопросов, которые связаны с тем, что до настоящего времени данные аппараты вводились с орбиты только в результате торможения об атмосферу Земли, что приводило к засорению околоземного пространства мусором.

**Критерии, определяющие структуру базы данных.** В ходе проектирования базы данных в программе MS Access была создана общая таблица российских космических аппаратов, запущенных на низкую околоземную орбиту за период 2011–2021 гг. Таблица, на основе которой и будет строиться вся база данных, сформирована так, что в ней содержится вся необходимая информация по запуску каждого из спутников.

В качестве необходимых полей избраны следующие категории, характеризующие изделие: название КА, применение, тип, стартовая масса, дата запуска, срок службы, производитель, космодром, ракета-носитель, код КА, заказчик. Тип данных каждого поля был выбран в соответствии с содержанием. Также в таблице было создано вычисляемое поле «Дата выхода из эксплуатации», в котором с помощью функции «=DateSerial()» вычисляется и автоматически выводится дата выхода из эксплуатации каждого из спутников (рис. 6). Вычисления проводятся на основе данных о сроке службы и даты запуска каждого КА.

Для удобства работы с данными таблицы все КА были разделены по типам (рис. 7). Для этого на основе исходной таблицы с помощью условия отбора (рис. 8) были созданы соответствующие запросы.

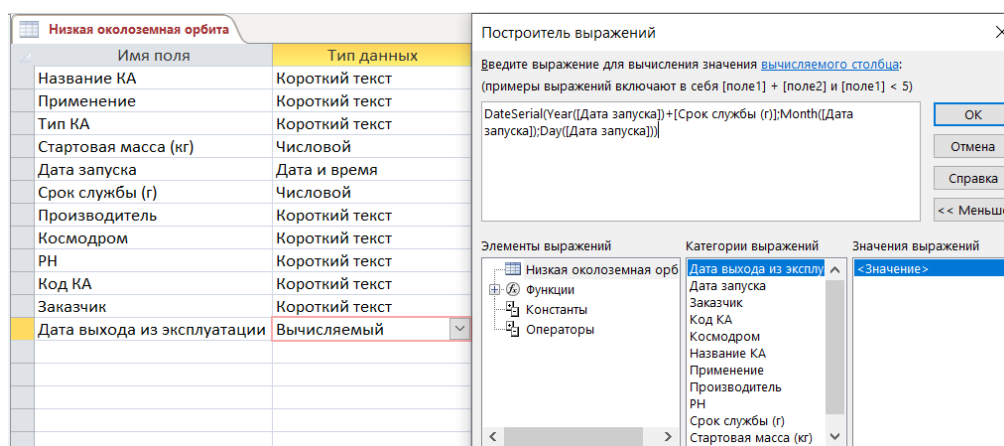


Рис. 6. Таблица запусков космических аппаратов на низкую околоземную орбиту в режиме конструктора

Название КА	Применение	Тип КА	Стартовая масса (кг)	Дата запуска	Срок службы (г)	Производитель	Космодром	РН
Гонец М-14	Коммерческий	Спутник связи	270	11.09.2013	7	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Гонец М-16	Коммерческий	Спутник связи	270	11.09.2013	7	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Гонец М-17	Коммерческий	Спутник связи	270	11.09.2013	7	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Космос 2488	Военный	Спутник связи	280	25.12.2013	5	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Космос 2489	Военный	Спутник связи	280	25.12.2013	5	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Космос 2490	Военный	Спутник связи	280	25.12.2013	5	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Космос 2496	Военный	Спутник связи	280	23.05.2014	5	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Космос 2497	Военный	Спутник связи	280	23.05.2014	5	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Космос 2498	Военный	Спутник связи	280	23.05.2014	5	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Гонец М-18	Коммерческий	Спутник связи	280	03.07.2014	7	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Гонец М-19	Коммерческий	Спутник связи	280	03.07.2014	7	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Гонец М-20	Коммерческий	Спутник связи	280	03.07.2014	7	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Гонец М-11	Коммерческий	Спутник связи	280	31.03.2015	7	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	
Гонец М-12	Коммерческий	Спутник связи	280	31.03.2015	7	АО «ИСС» имени академика Плесеца	Рокот	

Рис. 7. Часть экранной копии запроса по спутникам связи в режиме таблицы

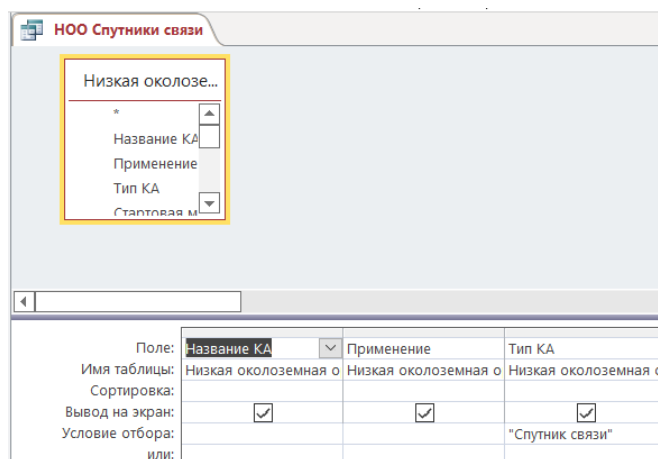


Рис. 8. Запрос по спутникам связи в режиме конструктора

Далее на основе запросов для каждого типа спутников были созданы формы (рис. 9), в которых информация по запускам предоставляется в более компактном и наглядном виде. Для этого были выбраны основные поля (столбцы) запроса: название КА, производитель, стартовая масса, дата запуска, срок службы. На основе данных из этих полей в форме также были созданы вычисляемые поля. Поле «Дата выхода из эксплуатации» вычисляется автоматически. В поле «Введите дату» с помощью функции «=Дата()» по умолчанию выводится текущая дата, но вместо него можно вписать любую другую дату. В поле «КА находится в эксплуатации» автоматически с помощью формулы показанной на рис. 9 выводится результат в формате «Да/Нет».

Рис. 9. Экранная копия внешнего вида формы

Таким образом можно быстро получить информацию о статусе космического аппарата в интересующий вас момент времени.

Для получения данных об эксплуатации всех спутников была создана форма с данными об эксплуатации спутников. Она содержит поле, где по умолчанию значится текущая дата (рис. 10). Пользователь может ввести требующуюся ему дату. Также в форме есть две кнопки, открывающие соответствующие отчеты, которые будут описаны ниже.

Также были спроектированы общие запросы по спутникам, вышедшим из эксплуатации, и по действующим в настоящее время (рис. 11). В них условия отбора — это выражение, по которому по текущей дате фильтруются данные.

На основе запросов были созданы соответствующие отчеты, в которых выводится список спутников с необходимыми характеристиками: отчет по спутникам, вышедшим из эксплуатации (рис. 12), и отчет по действующим спутникам (рис. 13).

Таким образом можно узнать, какие КА находятся в эксплуатации на интересующий нас момент времени, а какие окончили свою работу.

С помощью функций «=Count()» и «=Sum()» в качестве итоговых значений получаем общее количество КА и их суммарную массу (рис. 14).



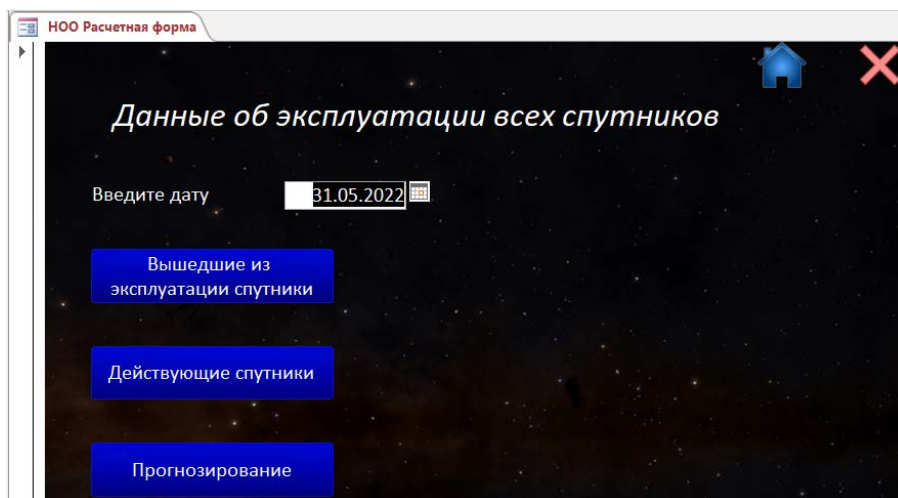


Рис. 10. Экранная копия внешнего вида формы с полем даты

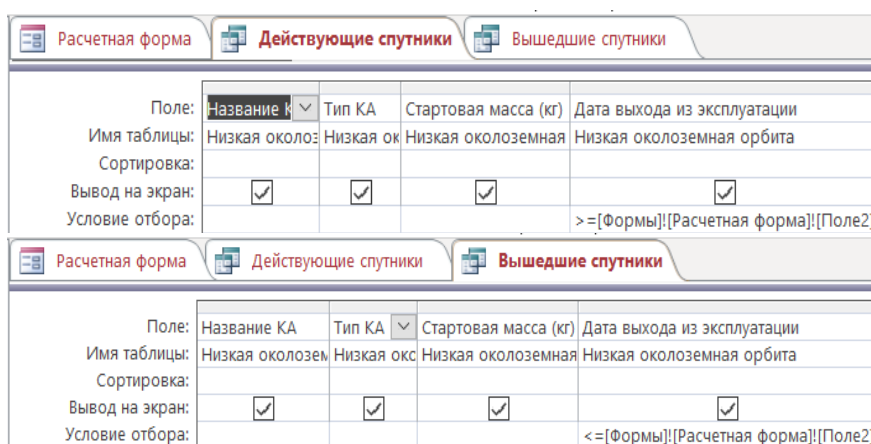


Рис. 11. Запросы по действующим спутникам и спутникам, вышедшим из эксплуатации

Вышедшие спутники

**Спутники вышедшие из эксплуатации**

Название КА	Тип КА	Стартовая масса (кг)	Дата выхода из эксплуатации
Канопус-Б	Спутник ДЗЗ	400	22.07.2017
Космос 2486	Спутник ДЗЗ	7000	07.06.2018
Ресурс-П1	Спутник ДЗЗ	5900	25.06.2016

Рис. 12. Экранная копия внешнего вида отчета по спутникам, вышедшим из эксплуатации

Действующие спутники			
Действующие спутники			
Название КА	Тип КА	Стартовая масса (кг)	Дата выхода из эксплуатации
ВДНХ-80	Спутник научно-исследовательский	4	05.07.2022
Сократ	Спутник научно-исследовательский	4	05.07.2022
АмГУ-1	Спутник научно-исследовательский	4	05.07.2022
Космос 2538	Спутник экспериментально-технологический	1000	10.07.2022

Рис. 13. Экранная копия внешнего вида отчета по действующим спутникам

Космос 2504	Спутник экспериментально-технологический	500	31.03.2020
<b>Кол-во КА:</b>	<b>38</b>	<b>58516</b>	

Рис. 14. Экранная копия внешнего вида расчетных полей итоговых количества и массы

**Прогнозирование.** По итогам структурированной информации и расчетных данных, сформированных в нашей базе, было проведено прогнозное исследование. Представив данные из нашей базы в виде числового регрессионного ряда, получили в программе MS Excel диаграмму запусков российских КА на низкую околоземную орбиту за период 2011–2021 гг. Далее построили несколько трендов (рис. 15) и по коэффициенту детерминации выбрали наиболее точно описывающий тенденции запусков. Получили полиномиальный тренд шестого порядка. По этому тренду выполнили прогноз до 2025 г. методом экстраполяции трендов, который говорит о том, что в 2025 г., при сохранении прежних тенденций, можно ожидать рост количества запусков спутников (в 2025 г. не менее девяти КА в год).

Аналогично на основании расчетов выполнена диаграмма с данными о количестве спутников, вышедших из эксплуатации за каждый год в период с 2016–2027 гг. и диаграмма, описывающая общее количество спутников, вышедших из эксплуатации в этот же период. Построены тренды и по коэффициенту детерминации выбраны наиболее соответствующие имеющимся данным. Для первой выбран полиномиальный тренд шестого порядка, для второй линейный тренд. Методом экстраполяции тренда построен прогноз (рис. 16). На графике явно прослеживается стремительный рост количества спутников, вышедших из эксплуатации. Так к 2028 г. число таких спутников может достичь 88 (это без учета аппаратов, которые еще будут запущены после 2021 г.). Все эти спутники с течением времени будут разрушаться и потенциально являются источниками нового космического мусора [10], если их своевременно не увести с рабочей орбиты, либо на орбиты захоронения, либо в плотные слои атмосферы.

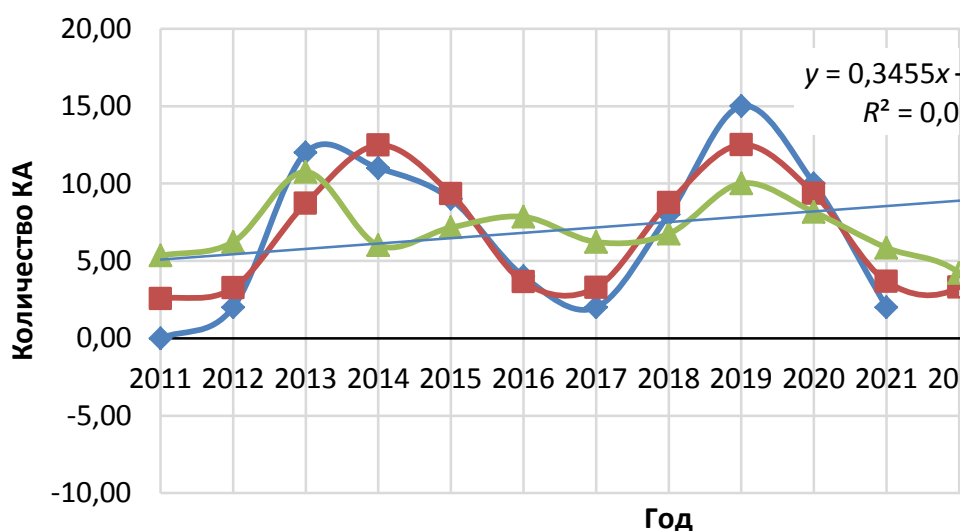


Рис. 15. Временной ряд запусков спутников на низкой околоземной орбите за 2011–2021 гг. с прогнозом на 2025 г.



Рис. 16. Временные ряды спутников, вышедших из эксплуатации за 2016–2027 гг. с прогнозом до 2028 г.

Увод отработавшего спутника с орбиты стараются осуществлять за счет собственных запасов топлива, без задействования специальной техники. Но топлива хватает не всегда, и в таком случае КА остается на рабочей орбите в виде космического мусора и представляет угрозу для действующих КА, в том числе и для орбитальных станций, в которых работают люди.

**Выводы.** Спроектирована база данных, из которой можно быстро узнать, какие космические аппараты находятся в эксплуатации на интересующий нас момент времени, а какие окончили свою работу, а также их общее количество и суммарную массу. По общей массе спутников, вышедших из эксплуатации, можно судить об объемах потенциального космического мусора, который в будущем следует утилизировать.

В базу данных в дальнейшем планируется добавить данные о габаритах и материалах конструкции космических аппаратов. На основе этой информации можно будет выполнить расчет объемов и характеристик потенциального мусора, в который могут превратиться действующие и запущенные спутники.

### Литература

- [1] Носенко Я. Как стремительное развитие спутников может повлиять на жизнь на земле. *rb.ru: веб-сайт*. URL: <https://rb.ru/story/satellites-impact-earth/> (дата обращения: 01.05.2022).
- [2] Конвенция о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами (принята резолюцией 2777 (XXVI) Генеральной Ассамблеи ООН от 29 ноября 1971 года).
- [3] Восемь способов уборки мусора на орбите и синдром Кесслера. *habr.com: веб-сайт*. URL: <https://habr.com/ru/company/leader-id/blog/571310/> (дата обращения: 01.05.2022).
- [4] "Роскосмос" оценил, сколько космического мусора ежегодно падает на Землю. *ria.ru: веб-сайт*. URL: <https://ria.ru/20210524/kosmos-1733641467.html> (дата обращения: 01.05.2022).
- [5] Мусорный пояс. *nanonewsnet.ru: веб-сайт*. URL: <https://www.nanonewsnet.ru/news/2018/musornyi-royas> (дата обращения: 01.05.2022).
- [6] Ключников В.Ю. Синдром Кесслера: будет ли закрыта дорога в космос? *Воздушно-космическая сфера*, 2021, № 4, с. 32–43.
- [7] UCS satellite database. *ucsusa.org: веб-сайт*. URL: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (дата обращения: 01.05.2022).
- [8] Пасынков А.А., Свешникова А.С., Титов О.Г. и др. Анализ и сравнение методов прогнозирования запусков спутников различных типов на низкую околоземную орбиту. *Политехнический молодежный журнал*, 2022, № 2. DOI: <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2022-2-767>
- [9] One Web опережает SpaceX в развертывании сети интернет спутников. *habr.com: веб-сайт*. URL: <https://habr.com/ru/post/442476/> (дата обращения: 01.05.2022).
- [10] Колпаков В.И., Васильева Т.В., Гуревский А.В. Математическое моделирование высокоскоростного взаимодействия космических частиц с обшивкой космического аппарата. М., Изд-во НИИ РЛ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015.

**Пасынков Александр Алексеевич** — студент кафедры «Технологии ракетно-космического машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Свешникова Анастасия Сергеевна** — студентка кафедры «Технологии ракетно-космического машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Титов Олег Георгиевич** — студент кафедры «Технологии ракетно-космического машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

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

**Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:**

Пасынков А.А., Свешникова А.С., Титов О.Г. Проектирование базы данных запусков российских малых космических аппаратов для сбора информации о космическом мусоре. *Политехнический молодежный журнал*, 2022, № 06(71).  
<http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2022-06-799>

## DESIGNING A DATABASE OF RUSSIAN SMALL SPACECRAFT LAUNCHES TO COLLECT INFORMATION ON SPACE DEBRIS

A.A. Pasyнков

A.S. Sveshnikova

O.G. Titov

alex13-4@mail.ru

sveshnikovaas@student.bmstu.ru

titovog@student.bmstu.ru

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

---

### Abstract

*Determining the presence and occurrence of space debris in the most demanded orbits is a very urgent task at the present time due to the severe problem of its increase. In this paper an analysis of the UCS Satellite Database source for worldwide launches of spacecraft into various orbits was carried out. On its basis, a database consisting of objects, which criteria were the relevance and Russia as the country-developer, was created in MS Access. It was found that the lowest Earth orbit was the most loaded, thus it was chosen for the research. It was also revealed that domestic research as well as experimental and technological communication satellites of the Earth remote sensing are well represented among the Russian vehicles in low-Earth orbit. Based on the analyzed data and with the use of the developed database on launches of Russian small spacecraft into low-Earth orbit for the period 2011-2021, it is possible to determine the amount of space debris currently available and predicted.*

### Keywords

*Databases, launches, spacecraft, satellite, space debris, forecasting, trend model*

Received 23.05.2022

© Bauman Moscow State Technical University, 2022

---

### References

- [1] Nosenko Ya. Kak stremitel'noe razvitie sputnikov mozhet povliyat' na zhizn' na zemle [How can intense development of satellites influence life on Earth]. *rb.ru: website* (in Russ.). URL: <https://rb.ru/story/satellites-impact-earth/> (accessed: 01.05.2022).
- [2] Konventsiya o mezhdunarodnoy otvetstvennosti za ushcherb, prichinenny kosmicheskimi ob'ektami (prinyata rezolyutsiey 2777 (XXVI) General'noy Assamblei OON ot 29 noyabrya 1971 goda) [Convention on international liability for damage caused by space objects (accepted by a 2777 (XXVI) resolution of the United Nations General Assembly of 29.11.1971)] (in Russ.).
- [3] Vosem' sposobov uborki musora na orbite i sindrom Kesslera [Eight ways for cleaning debris on orbit and Kessler syndrome]. *habr.com: website* (in Russ.). URL: <https://habr.com/ru/company/leader-id/blog/571310/> (accessed: 01.05.2022).
- [4] "Roskosmos" otsenil, skol'ko kosmicheskogo musora ezhegodno padaet na Zemlyu ["Roskosmos" made an assessment on the amount of space debris annually falling on Earth surface]. *ria.ru: website* (in Russ.). URL: <https://ria.ru/20210524/kosmos-1733641467.html> (accessed: 01.05.2022).

- [5] Musornyy poyas [Debris belt]. *nanonewsnet.ru: website* (in Russ.).  
URL: <https://www.nanonewsnet.ru/news/2018/musornyi-poyas> (accessed: 01.05.2022).
- [6] Klyushnikov V.Yu. Kessler's syndrome: will the road to space be closed? *Vozdushno-kosmicheskaya sfera* [Aerospace Sphere Journal], 2021, no. 4, pp. 32–43 (in Russ.).
- [7] UCS satellite database. *ucsusa.org: website*.  
URL: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (accessed: 01.05.2022).
- [8] Pasyнков A.A., Sveshnikova A.S., Titov O.G. et al. Analysis and comparison of methods for predicting launches of satellites of various types into low Earth orbit. *Politekhnicheskii molodezhnyy zhurnal* [Politechnical Student Journal], 2022, no. 2.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2022-2-767> (in Russ.).
- [9] One Web operezhaet SpaceX v razvertyvanii seti internet sputnikov [One Web leave SpaceX behind in deployment of internet satellites net]. *habr.com: website* (in Russ.).  
URL: <https://habr.com/ru/post/442476/> (accessed: 01.05.2022).
- [10] Kolpakov V.I., Vasil'yeva T.V., Gurevskiy A.V. Matematicheskoe modelirovanie vysokorostnogo vzaimodeystviya kosmicheskikh chastits s obshivkoy kosmicheskogo apparata [Mathematical modeling of high-speed interaction of cosmic particles with spacecraft skin]. Moscow, Izd-vo NII RL MGTU im. N.E. Baumana Publ., 2015 (in Russ.).

**Pasyнков A.A.** — Student, Department of Rocket and Space Engineering Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Sveshnikova A.S.** — Student, Department of Rocket and Space Engineering Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Titov O.G.** — Student, Department of Rocket and Space Engineering Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Scientific advisor** — Vasilieva T.V., Senior Lecturer, Department of Rocket and Space Engineering Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Please cite this article in English as:**

Pasyнков A.A., Sveshnikova A.S., Titov O.G. Designing a database of russian small spacecraft launches to collect information on space debris. *Politekhnicheskii molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2022, no. 06(71).  
<http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2022-06-799.html> (in Russ.).