

\* \*  
\*

УДК: 629.783, 521.182

DOI: 10.17223/00213411/65/1/65

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ  
В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА\***

Н.А. Кучерявченко, А.Г. Александрова, Н.А. Попандопуло

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Представлено описание приложения, предназначенного для проведения исследований динамической эволюции околоземных космических объектов, а именно для расчета и визуализации часто используемых в исследованиях характеристик околоземных объектов. Кроме того, приложение позволяет упростить работу с рядом известных каталогов космических объектов. Приведены результаты применения разработанного программного обеспечения к обработке совокупности объектов из каталогов NORAD и ESA «Classification of Geosynchronous Objects», а также объектов, данные о которых получены из наблюдений, выполненных сотрудниками отдела небесной механики и астрометрии НИИ ПММ ТГУ.

**Ключевые слова:** численное моделирование, динамика ИСЗ, орбитальная эволюция, космический мусор.

**Введение**

Численное моделирование является одним из основных инструментов для исследования динамики космического мусора. В настоящее время существует множество программ для мониторинга и исследования динамики околоземных объектов: Nova, JSatTrak, Gpredict, SatPC32 и Wisat32, Orbitron, STL Tracker Online и др. [1–3], с различной степенью доступа к ним.

В настоящей работе речь пойдет о разработанном нами программном обеспечении (ПО) – SDVEApp 1.0 (application for experiments and visualization of space debris characteristics, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020661122), которое предназначено для исследования динамики объектов космического мусора, как приведенных в широко известных каталогах, так и тех, данные о которых получены из наблюдений, выполненных сотрудниками отдела небесной механики и астрометрии НИИ ПММ ТГУ на телескопе Цейсс–2000 ЦКП «Терскольская обсерватория» ИНАСАН.

На данный момент ПО SDVEApp 1.0 в совокупности с «Численной моделью движения ИСЗ» [4] позволяет работать с каталогами NORAD, ESA «Classification of Geosynchronous Objects», а также создавать собственный каталог из выбранных объектов и собственных наблюдений. В дальнейшем планируется расширить перечень каталогов.

SDVEApp-1.0 дает возможность:

- привести данные из перечисленных выше каталогов в формат, который требуется пользователю (предоставляется выбор выходных параметров);
- рассчитать и построить трассу объекта;
- получить двумерные и трехмерные графики распределения объектов, в том числе распределение по большой полуоси и долготе;
- рассчитать пространственную плотность распределения объектов из выбранного диапазона больших полуосей;
- выявить тесные сближения между объектами, которые могут привести к столкновению, с построением соответствующих диаграмм и таблиц.

Прогнозирование движения околоземных объектов осуществляется при помощи подключения «Численной модели движения ИСЗ», также разработанной в отделе небесной механики и астрометрии НИИ ПММ ТГУ [4, 5].

\* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 0721-2020-0049).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>