

УДК 521.3

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХВАТЧИКА ДЛЯ ОТВЕДЕНИЯ АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТИ

Здражевская Н. Д., Николаева Е. А., Старинова О. Л.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Основной целью работы является исследование возможности предотвращения астероидной опасности при помощи специального космического аппарата (КА) – кинетического перехватчика. Эта тема очень интересна и актуальна, особенно учитывая условия, в которых мы живем. Все мы стараемся обезопасить свою жизнь, чтобы быть уверенными в завтрашнем дне. Также как мы думаем о самих себе, стоит иногда подумать о нашем общем доме, о планете Земля (рис. 1) [1]. Ей тоже угрожают различные опасности, и она порой нуждается в нашей защите и заботе. Неприятности могут прийти, откуда угодно, например, из космоса, из самого малоизученного и непредсказуемого места в нашей Вселенной. Астероиды – рыцари темных небес могут серьезно угрожать нашей планете, незаметно появляясь как бы совершенно ниоткуда. Даже небольшой астероид диаметром в несколько сотен метров может при падении на Землю причинить огромные разрушения. Именно поэтому всегда важно знать, как близко астероиды находятся от Земли, какую опасность они представляют, и как же нам с ними бороться в случае неизбежного столкновения. Как средневековые королевства знали слабости вражеских отрядов, так же и мы должны знать уязвимые места этих огромных «валунов». Астрономы, скорее всего, заблаговременно обнаружат подобные опасные объекты, но сможем ли мы предотвратить столкновение?

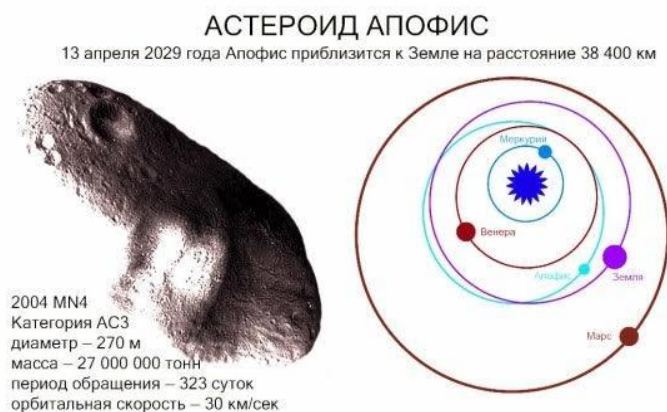


Рис.1. Орбиты потенциально-опасных объектов [1]

Существует множество способов предотвращения столкновения астероидов с Землей: от самых разумных и вполне выполнимых вплоть до сказочных и порой абсурдных [2]. Стратегии по предотвращению столкновения могут быть прямыми и непрямыми. Прямые способы требуют меньше времени и средств, они направлены на разрушение или отклонение астероида с опасной орбиты. Предлагаемый нами кинетический перехватчик относится к прямым методам. Космический аппарат подлетает к опасному астероиду с большой скоростью и врезается в него. При этом импульс скорости космического аппарата передается астероиду (рис. 2).

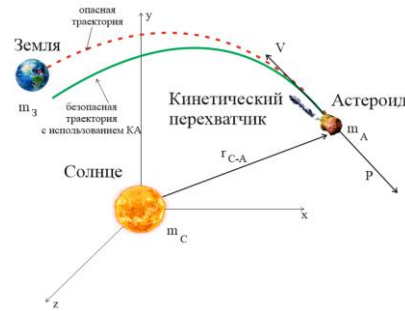


Рис. 2. Схема использования кинетического перехватчика для изменения орбиты потенциально опасного астероида

Такой метод эффективен для отклонения достаточно прочных объектов небольшой массы, поддающихся обнаружению при наличии работающей и быстродействующей системы мониторинга околоземного пространства. Для слабо соединенных груд обломков, вероятно, более эффективными окажутся непрямые методы. В этом случае к отклоняемому объекту посылается специальное устройство (гравитационный буксир, ракетные двигатели или электромагнитные катапульты), которое тратит значительное время для изменения траектории астероида, позволяющего ему избежать столкновения с Землей.

Использование кинетического перехватчика подразумевает прямое попадание КА в астероид, при этом КА не несёт никакого заряда взрывчатого вещества. Европейское космическое агентство уже сейчас ведет предварительную разработку миссии «Don Quijote», нацеленную на отклонение астероида. В работе [3] доказано, что отражение астероида (99942) Апофис может быть произведено путем отправки КА весом меньше тонны на таран с этим объектом.

С точки зрения физики изменение траектории астероида произойдет за счет закона сохранения импульса:

$$m_{ast} \mathbf{V}_{ast}(t_1) + m_{SC} \mathbf{V}_{SC}(t_1) = (m_{ast} + m_{SC}) \mathbf{V}_{ast}(t_2), \quad (1)$$

где  $m_{ast}$ ,  $m_{SC}$  - массы астероида и КА,

$\mathbf{V}_{ast}$ ,  $\mathbf{V}_{SC}$  - скорость астероида и КА,

$t_1, t_2$  - момент времени до и после воздействия КА.

Эффективность использования кинетических перехватчиков для изменения траектории астероида зависит от множества факторов. Конечно, прежде всего это скорость и масса КА. В нашей работе было проведено моделирование изменения орбиты астероида Апофис при помощи КА массой 10 000 кг. Рассмотрены различные по длительности пассивные траектории движения кинетического перехватчика, позволяющие проанализировать возможное отклонение астероида, учитывая запас времени от его обнаружения до предполагаемого столкновения с Землей.

Таким образом, метод под названием «кинетический перехват» может быть очень полезен в конкретных ситуациях. Он очень удобен и довольно доступен, учитывая возможности современных технологий.

#### Библиографический список

1. Соколов Л. Л., Башаков А. А., Питьев Н. П. О возможных сближениях АСЗ 99942 Апофис с Землей // с. 33 - 38
2. Алимов Р. В., Дмитриев Е. В. Противоастероидная защита Земли // Природа, 1995, № 6, с. 94-101.
3. Бранец, В. Н. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела / В. Н. Бранец, И. П. Шмыглевский. – М.: Наука, 1973. - 320 с.