

Можно ли управлять крупными астероидами с помощью мелких?

Можно ли с помощью достаточно маленького небесного тела изменить траекторию более крупного, в первую очередь, увести его с траектории столкновения с Землёй.

Возможность защиты Земли от угрожающих астероидов на семинаре «Первые результаты изучения Челябинского метеорита» (21 марта 2013 г., Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ) представил Антон Ледков, сотрудник Института космических исследований РАН и лаборатории космических исследований, технологий, систем и процессов Московского института электроники и математики НИУ «Высшая школа экономики». При этом речь идёт не только о единичной экспедиции, но о целой системе защиты, в которой будут использоваться малые тела, движущиеся по близким к Земле орбитам.

Идея «сбивать» одни астероиды другими на первый взгляд кажется фантастической, но с технической точки зрения в ней нет ничего, принципиально не осуществимого. Цель при этом — не пытаться раздробить крупный астероид (это, кроме того, что технически почти невыполнимо, так ещё и опасно, поскольку траектории крупных осколков могут направиться как раз к Земле), а перевести его с опасного курса, сообщив дополнительный импульс скорости.

Однако, когда говорят об угрожающих астероидах, имеют в виду небесные тела диаметром несколько десятков и сотни метров и массой от десятка тысяч до миллионов тонн. «Сдвинуть» такую массу с курса для современных космических аппаратов непросто. Поэтому исследователи предложили более сложную схему.

«Концепция заключается в следующем, — рассказывает Антон Ледков, — Мы сажаем космический аппарат на малый астероид и в определенный момент времени передаём ему небольшой импульс, который измеряется в метрах в секунду (от двух до десяти). Тем самым мы переводим этот малый астероид на траекторию гравитационного манёвра у Земли. В результате этого манёвра он так изменяет свою орбиту, что, следуя по ней, малый астероид «стреляет» по опасному».

Малый астероид в данном случае — это тело диаметром 10–15 метров с массой около 1,5–2 тысяч тонн, орбита которого пересекает орбиту Земли. Хотя это довольно мало, непосредственно управлять им невозможно, поэтому необходим гравитационный манёвр. Так в баллистике называют пролёт вблизи крупного тела, например, планеты или её спутника, гравитационное поле которого определенным образом меняет траекторию и скорость пролетающего объекта (в данном случае — на малый астероид с аппаратом на нём).

«Получается, что, сообщая крошечный импульс — метры в секунду, мы переводим его в километры в секунду, изменяя траекторию астероида».

И уже далее, с помощью направленного малого астероида можно свести с курса астероид—«мишень» диаметром уже несколько десятков — сотни метров.

Принципиальный вопрос, на который следует ответить, прежде чем продолжать расчёты: а есть ли в окрестности Земли подобные малые тела. В результате расчётов, проведённых ИКИ РАН и МИЭМ НИУ ВШЭ, были найдены подходящие кандидаты.

Антон Ледков привёл пять возможных астероидов-«снарядов», характеристики которых: скорость и параметры орбиты — позволяют достичь их и направить на необходимую траекторию гравитационного маневра с помощью существующей техники. Поскольку

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

наблюдения продолжаются, то и число таких «снарядов» должно вырасти. В качестве «мишени» использовался знаменитый астероид Апофис (хотя, по последним наблюдениям, вероятность столкновения этого тела с Землёй очень мала).

При этом импульс, который требуется сообщить «снаряду», не превышает 15 м/с, — за ограничение принимаются возможности существующих двигателей. Количество топлива, которое должен взять с собой космический аппарат, составляет порядка 2–3 тонн. Предварительные расчеты, с какой скоростью аппарат должен уйти с околоземной орбиты, чтобы подойти к астероиду и сблизиться с ним, также показывают, что эту схему можно реализовать с помощью современных технологий.

Схема такой экспедиции была рассчитана, например, для астероида 2011 UK10. Её длительность, от старта до «встречи» с Апофисом, — 6 лет, со стартом в 2021 г. и подлётом к астероиду-«снаряду» в 2022 г.

Работа продолжается: сейчас исследователи проверяют примерно 10 тысяч околоземных астероидов, выбирая из них те, которые можно направить на встречу с Апофисом.

У этого плана единичной экспедиции может быть продолжение. Из множества околоземных астероидов можно выбрать несколько объектов (около 10–11) и с помощью гравитационных маневров так синхронизировать их орбиты с годовым ходом Земли, чтобы в каждый месяц рядом с нашей планетой (разумеется, на безопасном расстоянии) находился хотя бы один потенциально пригодный «снаряд», который можно отправить на курс столкновения с угрожающим объектом.

В принципе, среди уже рассмотренных малых тел с подходящими диаметрами и скоростями достаточно объектов, которые можно использовать в этом проекте. Схему движения подобной «выборки» из 13 астероидов показал Антон Ледков.

Идея защиты от астероидов с помощью астероидов, достаточно простая и элегантная, — это признают и скептики. Но, если её развивать далее, она требует очень тщательной проработки многих технических деталей, и неудивительно, что представленный доклад вызвал очень много вопросов.

Часть элементов такой экспедиции уже были отработаны в научных миссиях пролета, удара и посадок на астероиды и кометы: NEAR (НАСА, астероид Эрос), Hayabusa (JAXA, астероид Итокава), Deep Impact (комета Темпеля 1). Но во всех этих случаях речь шла о малых телах с размерами от 0,5 до десятков километров, то есть на порядки большими, чем у предполагаемого «снаряда». Соответственно, появляется вопрос точности: можно ли приземлиться на столь малое тело и изменить его орбиту именно так, как нужно Земле?

Но даже малые размеры астероида-«снаряда» и, как следствие, почти полное отсутствие силы гравитации — не главная сложность. Такие тела обычно очень сложно наблюдать, и орбиты их известны лишь приблизительно, по данным нескольких дней или даже часов. По той же причине для большинства малых астероидов не известны ни точная форма, ни параметры вращения. Для принципиального понимания решимости задачи это не так существенно, но если переходить к практике, эти детали становятся критически важными.

Наконец, скептики сомневаются, позволяет ли существующий математический аппарат решить такую задачу в принципе; можем ли мы с достаточной вероятностью предсказать исход столкновения «снаряда» с «мишенью».

Ответить на эти частные вопросы и, в конечном счете, на вопрос, будет ли работать такая

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

система в принципе, можно только в ходе дальнейших исследований. Они должны включать и тщательные наблюдения за выбранными астероидами и уточнение их параметров, и математически расчеты, и, безусловно, практическую отработку отдельных элементов в миссиях к малым телам Солнечной системы.

Расчёты и математическое обоснование этой схемы проводятся в Институте космических исследований РАН и в лаборатории космических исследований, технологий, систем и процессов МИЭМ НИУ ВШЭ, которой руководит ведущий ученый Дэвид Данхем (David W. Dunham) — специалист НАСА, ныне работающий в команде проекта MESSENGER (миссия по изучению Меркурия с орбиты его искусственного спутника). Дэвид Данхем также разрабатывал баллистические решения для проектов НАСА NEAR, STEREO, ICE, SOHO, WIND и других. Лаборатория была создана в 2011 г. по программе грантов Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования.

В работе также принимают участие сотрудники ИКИ РАН, Физического института им. П.Н. Лебедева РАН.

Дополнительная информация:

Объединенный семинар, организованный ИНАСАН, ИДГ РАН, ГЕОХИ, ИКИ РАН и ГАИШ МГУ по результатам исследования метеорита «Челябинск»

<http://www.sai.msu.ru/news/2013/03/18/primer.html>

Лаборатория космических исследований, технологий, систем и процессов Московского института электроники и математики (технического университета) Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

<http://astro.miem.edu.ru/>

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

Базовая концепция



Принципиальная схема возможной миссии по изменению траекторию крупного астероида с помощью меньшего. (с) ИКИ РАН

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

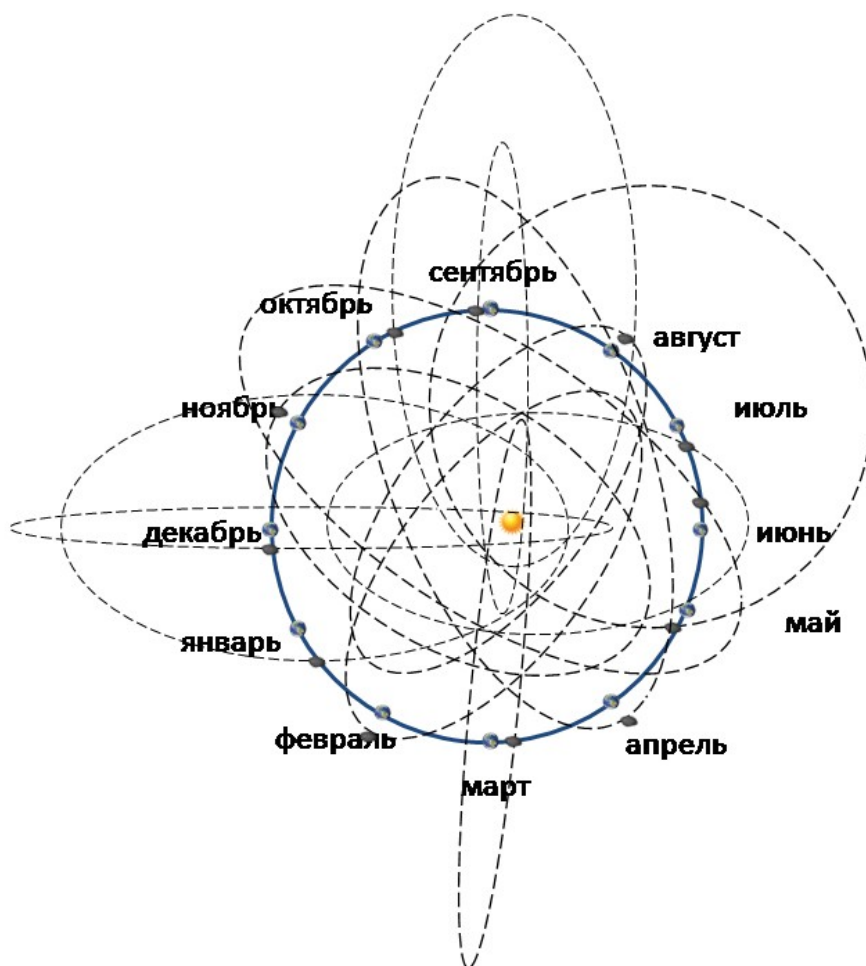


Схема движения астероидов, синхронизированных с годовым вращением Земли. (с) ИКИ
РАН