

СМЕРТЬ

На

Текст
АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВ

ПОДДЛЕТЕ

ОДНАЖДЫ ВСЕ ВЫПУСКИ
ТЕЛЕНОВОСТЕЙ НА ПЛАНЕТЕ
НАЧНУТСЯ С ОДНОГО И ТОГО
ЖЕ СООБЩЕНИЯ: К ЗЕМЛЕ
ПРИБЛИЖАЕТСЯ ОБЪЕКТ
ДИАМЕТРОМ 10 КИЛОМЕТРОВ.
СТОЛКНОВЕНИЕ НЕИЗБЕЖНО.
ЧЕРЕЗ НЕСКОЛЬКО МЕСЯЦЕВ
ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ ПРИДЕТ
КОНЕЦ*

* В статье рассматривается гипотетическая ситуация. На момент сдачи номера опасных объектов, угрожающих Земле столкновением, не обнаружено (но это не значит, что их нет).



От «булыжников» 10-километрового размера у человечества нет защиты сейчас, и вряд ли она появится в ближайшие десятилетия. Но что, если «булыжник» будет поменьше, раз в тридцать хотя бы?

300-метровый каменный астероид, упавший на поверхность планеты со скоростью 30 км/с, вызовет взрыв мощностью 5000 мегатонн (в 100 раз мощнее рекордного термоядерного взрыва на Новой Земле в 1961 году). Мгновенно образуется 5-километровый кратер, залитый расплавленной породой, а над ним возникает такого же размера огненный шар, от которого в радиусе 50–70 км начинаются сплошные пожары. Через семь секунд землетрясение полностью уничтожает все постройки в радиусе 30–40 км. А еще за полминуты рухнет большая часть несейсмостойких сооружений в радиусе 150–200 км. Спустя 1–2 минуты районы в радиусе 100 км от эпицентра подвергнутся бомбардировке обломками размером до десятков сантиметров. Довершит разрушения воздушная ударная волна, которая в 100-километровом радиусе повалит все деревья.

Если такому удару подвергнется мегаполис, он будет уничтожен. В сельской местности жертв окажется меньше, но все равно (с учетом средней плотности населения Земли около 50 человек на квадратный километр суши) могут погибнуть сотни тысяч человек.

У этой катастрофы будут еще и долгосрочные последствия. Колоссальный взрыв и массивные пожары поднимут в атмосферу огромное количество пыли, сажи и аэрозольных частиц, которые заслонят солнечный свет и усилят облачность. Конечно, один 300-метровый астероид не спровоцирует

глобальную ядерную зиму, но он способен привести к «году без лета» и голоду во многих странах мира, как это было в 1816 году после извержения вулкана Тамбора.

ТЕХНОЛОГИИ СПАСЕНИЯ

Предположим, астрономы смогли увидеть опасный объект не за несколько месяцев, а пораньше. Чтобы предотвратить катастрофу, нужно к моменту встречи с планетой скорректировать его орбиту примерно на величину радиуса Земли — 6350 км.

КИНЕТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ

Если запустить в астероид тяжелую болванку (импактор), то удар повлияет на его скорость. Достаточно изменить скорость астероида всего на 3 см/с, чтобы через 10 лет отклонение достигло 10 000 км. Современная техника позволяет направить к астероиду импактор массой в несколько тонн и ударить со скоростью 10 км/с. Этого хватит, чтобы внести нужную поправку, при условии, что масса астероида не больше миллиона тонн, а размер не превышает 100 метров, да и то если вся энергия удара пойдет на коррекцию орбиты, что недостижимо.

Однако пока это единственный метод, опробованный на практике. Зонд «Дип Импакт» в 2005 году сбросил на ядро кометы Темпеля-1 импактор массой 370 кг. На скорости встречи 10 км/с произошел взрыв, эквивалентный пяти тоннам тротила. С кометы было выброшено 10 000 тонн вещества. На ней образовался кратер диаметром 100 м. На траекторию кометы эксперимент не повлиял — ядро ее слишком велико (7,6 × 4,9 км).



Кинетическое отклонение

ВЫСТРЕЛ ТЯЖЕЛОЙ БОЛВАНКОЙ. Простая доступная технология годится только для малых астероидов



Двигатели на поверхности

СЛОЖНОЕ РЕШЕНИЕ. Двигатели можно ставить только на полюсах астероида

Новый подобный эксперимент *AIDA* запланирован на 2022 год. Импактор массой 300 кг со скоростью 6 км/с ударит по 150-метровой компоненте двойного астероида Дидим. Рядом будет находиться другой аппарат, фиксирующий изменения в движении двойной системы. Ожидаемая коррекция скорости астероида — 0,4 мм/с. В случае успеха можно будет сказать, что у нас есть технология отклонения небольших астероидов, если знать об угрозе за несколько десятилетий.

ЯДЕРНЫЙ ВЗРЫВ

Словосочетание «ядерный взрыв» ассоциируется у нас с небывалой разрушительной мощью. И это верно, но в земных условиях, ведь в космосе нет атмосферы, и потому не возникнет мощных ударных волн. Взрыв возле астероида лишь оплавит его поверхность, не изменив существенно траекторию.

Можно, однако, разрушить астероид ядерным взрывом изнутри. Но для закладки бомбы на астероиде надо вести буровые работы, а это пока находится далеко за пределами возможностей космонавтики. Кроме того, трудно предсказать, как будет разрушаться астероид. Если часть осколков продолжит двигаться по прежней траектории, можно вместо одной катастрофы получить несколько, хотя и меньшего масштаба.



Ядерный взрыв

ПОМОЖЕТ ДАЛЕКО НЕ ВСЕГДА. На поверхности астероида бесполезен, заряд нужно закладывать внутрь

Гравитационный тягач сможет изменить скорость 200-метрового астероида на 3–4 мм/с в год — и этого будет достаточно

ДВИГАТЕЛИ НА ПОВЕРХНОСТИ

Альтернатива однократному сильному воздействию — длительное слабое. На поверхности астероида устанавливаются ионные двигатели, способные годами обеспечивать небольшую тягу. Современный двигатель с тягой 0,1 ньютона (10 грамм-силы), работая непрерывно в течение года, может ускорить стометровый астероид на 1 мм/с. Несколько таких двигателей, питаемых от атомного реактора, обе-

спечат нужную коррекцию орбиты. Правда, все астероиды вращаются, и поэтому ставить двигатели имеет смысл только на полюсах. Но если ось вращения направлена в неподходящую сторону, от этого метода придется отказаться. Ну и конечно, космонавтика пока не готова к решению подобной задачи.

ГРАВИТАЦИОННЫЙ ТЯГАЧ

В 2005 году астронавты Эдвард Лу и Стэнли Лав из космического цен-



Гравитационный тягач

УДАЧНОЕ РЕАЛИЗУЕМОЕ РЕШЕНИЕ. Двигатели устанавливаются не на сам астероид, а рядом



Покраска

ТОЛЬКО КРАСКА, И НИКАКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Для крупных небесных тел этот метод не подходит

КАЛЬКУЛЯТОР

Ударная волна*

Размер

Скорость 20 км/с,
под углом 30° к поверхности Земли

Скорость 40 км/с,
под углом 80° к поверхности Земли

100 м

Взрыв на высоте 2 км мощностью 70 мегатонн. Без образования кратера. Серьезные разрушения от ударной волны в радиусе 20–25 км.
Вероятность падения: раз в 6000 лет
Жертвы: ~5000 чел.

Кратер диаметром 3 км. Взрыв 300 мегатонн. Тотальные разрушения в радиусе 20 км. Серьезные разрушения от обломков в радиусе 40–50 км и от землетрясений в радиусе 60 км.
Вероятность падения: раз в 9000 лет
Жертвы: ~100 000 чел.

1 км

Кратер диаметром 14 км. Взрыв 70 гигатонн. Тотальные разрушения в радиусе 60–70 км. Пожары в радиусе 150–170 км. Землетрясение 7 баллов в радиусе 350 км.
Вероятность падения: раз в 600 000 лет.
Жертвы: ~3 млн чел.

Кратер диаметром 25 км. Взрыв 300 гигатонн. Тотальные разрушения и пожары в радиусе 200–250 км. Землетрясения 7 баллов в радиусе 400–450 км.
Вероятность падения: раз в 2 млн лет.
Жертвы: ~10 млн чел.

10 км

Кратер диаметром 100 км. Взрыв 75 000 гигатонн. Тотальные разрушения в радиусе 500–600 км. Пожары в радиусе 1200 км. Серьезные разрушения ударной волной в радиусе 2000 км.
Вероятность падения: раз в 130 млн лет.
Жертвы: ~150 млн чел.

Кратер диаметром 190 км. Взрыв 300 000 гигатонн. Тотальные разрушения и пожары в радиусе 1000–1500 км. Серьезные разрушения ударной волной в радиусе 3000 км.
Вероятность падения: раз в 370 млн лет.
Жертвы: ~400 млн чел.

* По данным калькулятора Impact: Earth! (impact.ese.ic.ac.uk) при плотности объекта 3000 кг на куб.м.

тра NASA им. Джонсона развили идею с ионными двигателями. Они предложили связать их с астероидом не механически, а гравитационно. Для этого двигатели ставятся на тяжелом космическом аппарате, который зависает на небольшой высоте над астероидом. Астероид и аппарат притягиваются друг к другу, но ионные двигатели не дают аппарату упасть. И постепенно «падать», а точнее ускоряться в сторону аппарата, начинает астероид. Такое решение избавляет от необходимости монтажных работ на астероиде и снимает проблему с его вращением. Интересно, что ускорение связки «корабль — астероид» зависит только от массы аппарата и высоты, на которой он висит, но не от массы самого астероида. Просто чем массивнее астероид, тем мощнее нужны двигатели. Двадцатитонный гравитационный тягач может менять скорость 200-метро-

вого астероида на 3–4 мм/с в год — вполне достаточно, чтобы за 10 лет убрать его с пути Земли. Для этого понадобится 10–20 ионных двигателей, что не проблема: они небольшие и на современных аппаратах их ставят по несколько штук.

ПОКРАСКА

Этот оригинальный метод основан на использовании давления солнечного света. Именно за счет него разворачиваются от Солнца хвосты комет. Действует это давление и на астероиды. Если поверхность темная, свет поглощается и отдает ей свой импульс, а если светлая, то отражается и давит почти вдвое сильнее. Это значит, что, распылив на астероид краску, можно поменять действующую на него силу светового давления. Для 100-метрового астероида окраска примерно эквивалентна одному ионному двигателю, для 200-метрового — четырем



Пока обнаружено 93% сближающихся с Землей астероидов крупнее 1 километра в размере. Опасных для землян среди них не оказалось

двигателям. Но поскольку такой астероид в восемь раз массивнее, ускорение получается вдвое меньше. В общем, для крупных тел этот метод не годится, да и технологию окраски в космосе никто пока не опробовал. Кроме того, вектор давления только один (от Солнца), и изменить его невозможно.

КОНУС НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Технологии для отвода от Земли астероидов размером менее 100 метров у нас в принципе есть. Их реализация — инженерная задача. За несколько десятков лет можно создать технологии отклонения астероидов размером до 200, а то и до 300 метров. Но в любом случае нужно знать об угрозе заблаговременно, за десятки лет. Поэтому сегодня главная задача — это выявление и отслеживание потенциально опасных объектов. В конце прошлого века стало ясно, что тут не справиться по старинке, вручную отыскивая астероиды на снимках неба. За дело взялись роботизированные телеско-

пы. Они постоянно следят за небом, выявляя все, что шевелится.

Наблюдения не позволяют определить орбиту астероида точно. Из-за погрешностей это не линия, а расширяющийся искривленный конус, внутри которого лежит реальная траектория. Если в будущем в этот конус попадает Земля, астероид классифицируется как опасный. Тогда подключаются большие телескопы и радары, которые уточняют орбиту и сужают конус неопределенности. Как правило, после этого тревога снимается.

По оценкам NASA, благодаря данным усилиям еще к 2011 году было обнаружено 93% всех сближающихся с Землей астероидов крупнее 1 км. Опасных среди них не оказалось, а новые объекты обнаруживаются все реже. Зато астероидов размером от 100 метров каждый год открывается все больше. В 2005 году конгресс США поставил задачу выявить 90% сближающихся с Землей объектов размером свыше 140 метров, то есть способных причинить катастрофический ущерб. Выпол-

Диаметр
воронки:
70 км
1



Диаметр
воронки:
1,2 км
2

ПСИХОЛОГИЯ

Битва с безумием

В прошлом даже безобидное появление в небе кометного хвоста провоцировало людей на невременные поступки. Резко увеличивалось число самоубийств и банкротств, возникал ажиотажный спрос на предметы роскоши и товары первой необходимости. И конечно, появлялись мошенники, загребающие чужие деньги под предлогом грядущего конца света. Ожидание реальной, а не воображаемой космической катастрофы может вызвать полномасштабную панику, она сильно усугубит последствия столкновения. Поскольку отклонить небесное тело километровых размеров

технически невозможно, перед правительствами встанет ряд сложнейших задач: эвакуация сотен миллионов человек, создание запасов продовольствия и топлива, спасение накопленных знаний и технологий. Но самое важное — удержание контроля над людскими массами. Ожидание катастрофы приведет к финансовому и политическому кризисам. Резко активизируются религиозные фанатики. Находящиеся под их влиянием толпы могут нарушить (и непременно нарушат) транспортную и административную инфраструктуру. Тогда погибнут не только те, кого не удастся эвакуировать

из зоны разрушения, но и сотни миллионов людей, оказавшихся без продовольствия и транспорта в заложниках у банд и сект. Если же получится сохранить порядок, то на проведение спасательных мероприятий будет достаточно времени — от нескольких месяцев до десятков лет, если речь о прогнозе движения астероида. При грамотном подходе за это время можно радикально снизить число жертв грядущей катастрофы. То есть социально-психологический фактор для разрушения цивилизации не менее важен, чем размер подлетающего объекта.

- 1 Астролема (ударная структура) Маникуган в Канаде образована 5-километровым астероидом 214 млн лет назад
- 2 Кратер Бэррингера в Аризоне, США, возник 50 тыс. лет назад при падении 50-метрового железно-никелевого метеорита, летевшего со скоростью 13 км/с

СТАТИСТИКА

Открыто в Солнечной системе*

*По данным МАС на 22 июня 2015 г.

Всего астероидов	689 573
— из них сближающихся с Землей	2 730
— из них размером более 1 км	872
Всего комет	3841
— из них сближающихся с Землей	97



нить это задание должен строящийся в Чили Большой обзорный телескоп *LSST* диаметром 8 метров. Он будет снабжен цифровой фотокамерой с разрешением 3,2 гигапиксела, делающей по одному снимку каждые 20 секунд. Ввод телескопа в строй — 2022 год. Поставленную задачу он должен решить за 10 лет.

Однако этот телескоп не убережет нас от комет. За астероидами можно долго наблюдать и, зная день столкновения за десятки лет, подготовиться к нему. Многие кометы появляются непредсказуемо. Если неизвестная комета «целится» в Землю, мы узнаем об этом за несколько месяцев, в лучшем случае за пару лет. К тому же прогнозировать движение комет трудно, так как на них влияет отдача от испаряющихся газов. Конечно, можно попытаться взорвать ядро ядерными зарядами, но вряд ли результат окажется успешным. Останется лишь рассчитать место удара и эвакуировать людей в другое полушарие. 🌍