



ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

ЭНЕРГИЮ ГРАВИТАЦИИ — НА СЛУЖБУ ЧЕЛОВЕКУ!

В. В. РАДЗИЕВСКИЙ,
профессор

Слово «gravis» в переводе с латыни на русский означает «тяжелый». Энергия гравитации — это энергия поля тяготения, того самого тяготения, которое удерживает нашу планету около Солнца, не дает разлететься в мировое пространство земной атмосфере и заставляет падать вниз созревшее на дереве яблоко. Говорят, что именно падение яблока навело сидевшего в своем саду великого английского ученого И. Ньютона на мысль о существовании притяжения между любыми телами Вселенной. Однако вряд ли можно поручиться за достоверность этого рассказа, особенно если принять во внимание немалую популярность яблока как героя всевозможных легенд, начиная от Адама и Евы. Но так или иначе, а честь открытия закона всемирного тяготения, а тем более математического вывода формулы, описывающей величину гравитационных сил, действительно принадлежит И. Ньютону.

С мощным проявлением поля

тяготения людям пришлось столкнуться уже с первых шагов своей сознательной жизни. Правда, современная общая теория относительности, построенная А. Эйнштейном, дает прекрасное математическое описание поля тяготения, однако вопрос о физической природе гравитационных сил все еще остается практически белым пятном в науке. Нет ничего удивительного в том, что проблема гравитации привлекает к себе рекордное число «искателей лавров», не слишком искушенных в премудростях современной физики. В различные научные учреждения и редакции поступают сотни гипотез и проектов, публиковать которые не представляется возможным ввиду их необоснованности и несовместимости со многими другими твердо установленными фактами и законами физики.

Пока человечество еще не может похвалиться большими успехами в активном использовании и преобразовании в нужные ему формы энергии тяготения. В каче-

стве примера такого преобразования иногда приводят работу гидроэлектростанций, резервуары которых наполняются водой во время морских приливов, вызываемых, как известно, притяжением Луны. Однако если разобраться, то окажется, что в этом случае мы используем кинетическую энергию осевого вращения Земли. В самом деле, действие упомянутых электростанций основано по существу на использовании сил приливного трения, увеличение которого ускоряет процесс торможения Земли Луною. При этом гравитационный потенциал Луны не только не уменьшается, а, наоборот, растет. Под энергией же тяготения естественно подразумевать скрытую, т. е. потенциальную форму этой энергии. Другое дело, что использовать ее мы сможем, по-видимому, только путем предварительного преобразования в кинетическую форму.

Позвольте, может спросить читатель, а разве турбины наших обычных электростанций вращаются не за счет потенциальной энергии воды, падающей вниз под влиянием земного тяготения? Да, это, конечно, так, но давайте условимся, говоря об использовании энергии тяготения, иметь в виду безвозвратное изъятие ее в пользу человека у какой-либо системы взаимодействующих тел. А ведь в обычных гидроэлектростанциях в конечном счете нами используется энергия солнечных лучей. Действительно, именно солнечное тепло испаряет воду с поверхности океана и поднимает ее вместе

с нагретым легким воздухом. На этом этапе часть солнечной энергии превращается в гравитационную. А когда вода, падая дождем и стекая в реки, возвращается в лоно своего океана, часть этой энергии, в свою очередь, превращается в электрическую. Одновременно восстанавливается статус-кво с точки зрения гравитационного баланса системы Земля — Солнце.

Возникает вопрос, существуют ли вообще какие-либо пути использования человеком гравитационной энергии небесных тел?

В одном из американских сборников недавно была опубликована статья Д. Фримана «Гравитационные машины», в которой описывается полуфантастический, но принципиально верный способ решения этой проблемы жителями искусственных или естественных планет N_1, N_2, \dots , расположенных вдоль гигантского кольца, охватывающего двойную звезду (рис. 1). Пусть компоненты этой звезды A и B движутся с одинаковыми скоростями v вокруг общего центра масс. Из точки N_1 в некоторый момент выбрасывается груз C со скоростью u навстречу компоненту B , по отношению к которому скорость груза C будет $u + v$. Обогнув звезду (орбиту и момент выброса надо рассчитать так, чтобы во время сближения тел C и B их движение было встречным), груз C придет в приблизительно симметричную с N_1 точку N_2 , имея опять-таки скорость $u + v$ относительно звезды B . По отношению же к неподвижной системе координат скорость груза C будет уже $u + 2v$. Очевидно, кинетическая энергия груза C резко возрастет, и ее избыток может быть использован жителями станции N_2 . По мере запуска грузов C компоненты звезды должны сближаться, а их потенциальная энергия соответственно уменьшаться.

Д. Фриман даже подсчитал,

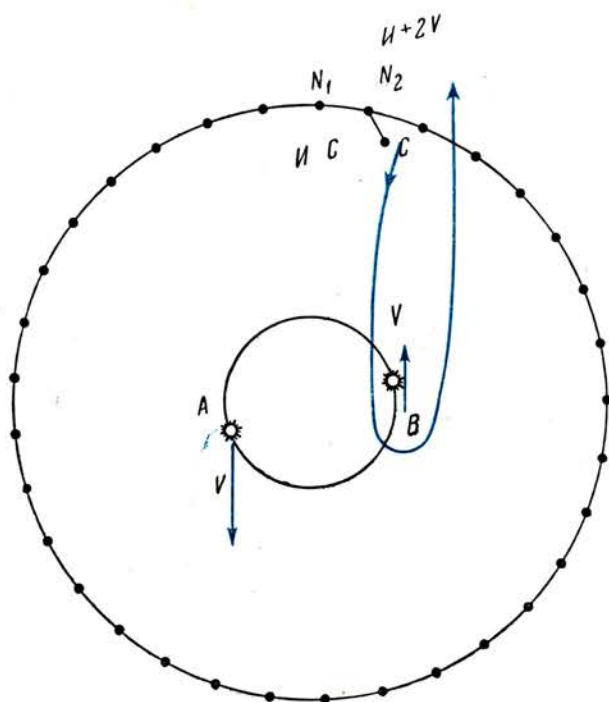


Рис. 1

что общий запас гравитационной энергии, который можно таким путем «выкачать» у реальной двойной звезды перед полным сближением ее компонентов, составляет 10^{49} эрг. Заметим, что это почти в триллион раз превосходит солнечную энергию, получаемую ежегодно нашей планетой.

Необходимо оговориться, что фактическая картина полета грузов C будет значительно сложнее описанной выше. Однако основной принцип идеи Д. Фримана бесспорно верен: при близких прохождениях небесных тел, как при ударе упругих шаров, имеет место передача энергии от большего тела к меньшему. Впрочем, сказанное справедливо лишь при наличии трех и более взаимодействующих тел. В системе же двух тел остается постоянной не только энергия системы в целом, но и полная энергия (сумма потенциальной и кинетической энергий) каждого тела в отдельности.

Очевидно, проект Д. Фримана представляет лишь теоретический интерес, хотя сам автор видит значение своей работы не только в этом. Он считает, что ее результаты полезно иметь в виду, занимаясь поисками инопланетных цивилизаций, поскольку в работе описывается один из возможных заметных в космических масштабах симптомов существования гигантски развитой техники.

Обратимся теперь к другой идее, которая развивалась около 20 лет тому назад советскими учеными академиком О. Ю. Шмидтом и профессором Н. Н. Парийским, правда, по совершенно другому поводу. Опираясь на их идею, уже в наше время при современном уровне развития техники вполне можно решить проблему использования гравитационной энергии для... запуска космических кораблей. Не правда ли, неожиданное утверждение? Мы привыкли до сих пор считать, что силы тяготения — это главный

отрицательный фактор в практике космических полетов, основной барьер, который приходится преодолевать нашим космонавтам. А сейчас мы увидим, что эти же силы могут выполнять роль «двигателя» в космическом корабле.

Занимаясь в чисто космогоническом аспекте проблемой захвата и выброса некоторого тела системой двух других тел, О. Ю. Шмидт и Н. Н. Парийский строго математически доказали возможность выброса третьего тела за пределы поля тяготения двух тел. В результате такого выброса потенциальная энергия остающихся двух тел соответственно уменьшается, а избыток энергии уносит с собой улетающее в бесконечность третье тело.

В свое время исследование О. Ю. Шмидта и Н. Н. Парийского не получило особенно большого признания главным образом потому, что вызывала сомнение эффективность захвата и выброса звезд и космических пылинок описанным путем в естественных условиях нашей Галактики: было показано, что слишком мала вероятность такой начальной траектории третьего тела, двигаясь по которой оно помчится, набирая энергию за счет гравитационного потенциала остающихся двух тел.

Ну, а что, если эти «маловероятные» начальные условия будут заданы волей человеческого разума? Разве не превратится тогда наше «третье» тело в космический корабль, выброшенный в межзвездное пространство за счет гравитационной энергии других членов солнечной системы?

Рассмотрим некоторые из возможных траекторий космических полетов, двигаясь по которым корабль будет набирать энергию по принципу «упругих столкновений» с членами солнечной системы. Поскольку мы ставим своей целью лишь проиллюстрировать высказанную выше идею конкретными

примерами, будем простоты ради составлять наши траектории из отрезков кеплеровых орбит. Начнем с вылета в межзвездное пространство по «двухступенчатой» орбите Земля—Юпитер—Космос (рис. 2). Известно, что полет по полуэллипсу, касающемуся в перигелии орбиты Земли, а в афелии орбиты Юпитера, тре-

образом, скорость корабля по отношению к Юпитеру в точке «а» будет 6 км/сек, но направлена в обратную сторону. Такую же относительную скорость корабль будет иметь в симметричной точке «б» после того как он обогнет Юпитер. Однако по отношению к Солнцу скорость корабля уже составит $13 + 6 = 19$ км/сек. Этой

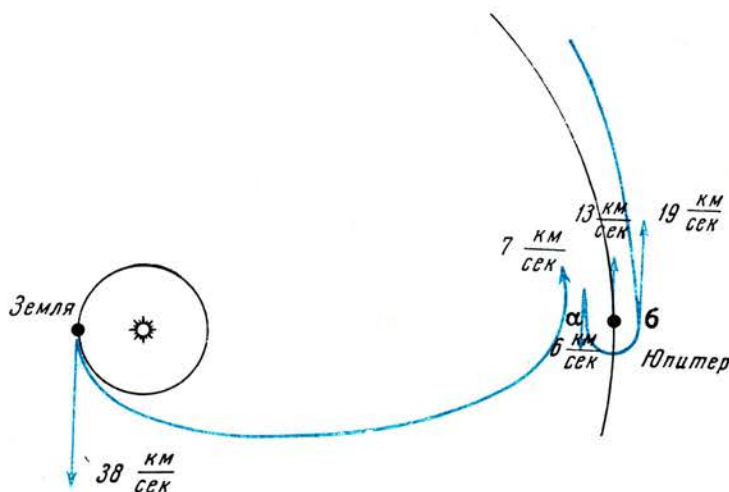


Рис. 2

бует задания кораблю начальной скорости 38 км/сек. С этой целью мы должны, во-первых, сообщить кораблю энергию $m \frac{v^2}{2}$ (m — масса корабля, $v = 11,2$ км/сек) для преодоления поля тяготения Земли и, кроме того, энергию для создания избыточной относительно Земли скорости 8,5 км/сек. Если эта скорость будет направлена в сторону движения самой Земли (скорость которой, как известно, составляет 29,5 км/сек), то наш корабль и приобретет общую скорость 38 км/сек, имея которую он свободно достигнет орбиты Юпитера, причем скорость его уменьшится до 7 км/сек. Время запуска корабля надо рассчитать так, чтобы он оказался на орбите Юпитера немного впереди этой планеты, движущейся со скоростью 13 км/сек. Таким

образом, скорость корабля по отношению к Юпитеру в точке «а» будет 6 км/сек, но направлена в обратную сторону. Такую же относительную скорость корабль будет иметь в симметричной точке «б» после того как он обогнет Юпитер. Однако по отношению к Солнцу скорость корабля уже составит $13 + 6 = 19$ км/сек. Этой скорости в районе Юпитера более чем достаточно для того, чтобы улететь по гиперболе в межзвездное пространство. Между тем для непосредственного выброса корабля с орбиты Земли в межзвездное пространство без «заправки» энергией за счет Юпитера ему нужно было бы сообщить избыточную скорость не 8,5 км/сек, а 12,5 км/сек (общая скорость должна быть 42 км/сек). Расход избыточной энергии увеличился бы почти вдвое (напомним, что кинетическая энергия пропорциональна квадрату скорости).

Достигнуть еще большей экономии энергии на избыточную скорость и даже свести к нулю расход этой энергии можно путем использования «многоступенчатой» траектории с «заправкой»

корабля гравитационной энергией у Луны, Марса, Юпитера и Урана.

В этом случае нам не понадобилось бы даже выводить корабль за пределы земного тяготения, а лишь запустить его в качестве обратного спутника Земли с апогеем в районе лунной орбиты (рис. 3). После встречи с Луной в эпоху полнолуния наш корабль уже будет иметь почти достаточную скорость для полета к Марсу; от него к Юпитеру, Урану и в межзвездное пространство. В отдельных точках траектории понадобилось бы, конечно, израсходовать минимальное количество горючего для корректировки полета.

Для обратного возвращения на Землю кораблю, наоборот, пришлось бы отдать избыток своей потенциальной энергии встречным планетам. Однако, поскольку в природе не существует идеально обратимых процессов, часть гравитационной энергии членов солнечной системы все же оказалась бы израсходованной. Не находит ли читатель, что описанный процесс имеет некоторую, по крайней мере формальную, аналогию с циклом Карно?

Элементарный расчет показывает, что для полета к Венере, по-видимому, достаточно использовать «упругое столкновение» корабля с Луной в момент ново-

луния (рис. 3). Во время такой встречи гравитационная энергия Луны увеличит кинетическую энергию корабля только по отношению к Земле, а относительно Солнца его энергия будет уменьшена, что и требуется для полета к нижним планетам.

Описанный здесь эффект

метить, что разговоры о возможности выделения каких-то особых скрытых форм гравитационной энергии и в связи с этим о создании искусственной невесомости («кеворит» Г. Уэллса, «гравигенератор» А. Митрофанова и т. п.) не имеют под собой научной почвы. Многочисленные же спе-

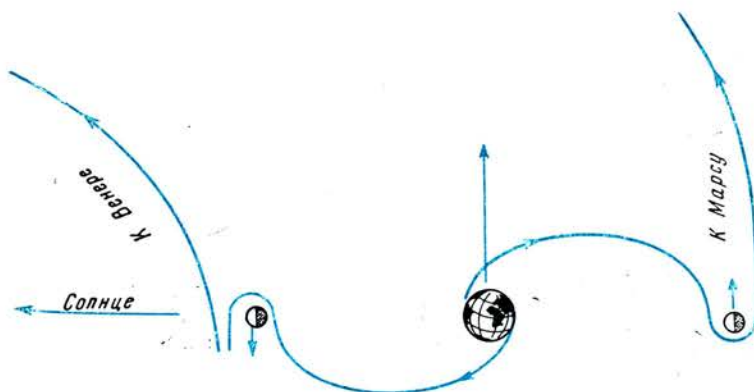


Рис. 3

«упругих столкновений» открывает большие перспективы для составления всевозможных маршрутов с «заправкой» корабля гравитационной энергией от встречных тел. Однако более подробное рассмотрение этих вопросов требует строгого расчета траекторий с применением электронно-счетной техники.

В заключение хотелось бы от-

куляции на эту тему (американские «летающие тарелочки» и т. п.) просто-напросто дезориентируют читателя.

Общие темпы развития науки не оставляют места для сомнений в том, что энергия гравитации будет поставлена на службу человеку, и не только теми путями, о которых упоминалось в нашей статье.