

«Стингер» против метеорита

А. СТАСЕНКО

«В СУТКИ на Землю падает около 2000 метеоритов со средней массой 100 кг... Самый большой из найденных метеоритов (Гоба, Юго-Западная Африка) имеет массу 50 т, объем около 9 м^3 » (П.Г.Куликовский. «Справочник любителя астрономии»). Можно ли, прочитав такое, спокойно гулять по улицам, купаться на пляже, сажать цветы? Тем более что в наступившую эпоху всеобщего доверия и конверсии просто некуда девать замечательные системы противоракетной обороны, средства поражения земля—воздух, воздух—воздух... которые следят за движениями любого тела в атмосфере во всех диапазонах электромагнитного излучения: ультрафиолетовом, видимом, инфракрасном, радио-. А ведь известно, что всякое тело, нагретое до температуры T , излучает в единицу времени с единицы своей поверхности энергию, пропорциональную четвертой степени температуры:

$$\frac{dQ}{dSdt} = q = \sigma T^4.$$

Это так называемый закон Стефана—Больцмана, неоднократно обсуждавшийся на страницах «Кванта» (см., например, статью Я.Сморodinского «Рассказ о кванте» в «Кванте» №1 за 1995 г. или статью А.Стасенко «Солнце, лампа и кометы» в «Кванте» №1 за 1996 г. — Прим. ред.), а $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{К}^4)$ — постоянная Стефана—Больцмана.

Этот закон в точности справедлив только для так называемого абсолютно черного тела, но для оценок его можно применять и к обычным телам. Например, небезызвестные «Стингеры» работают в невидимых для глаза инфракрасных лучах (а иначе они всегда летели бы в сторону Солнца, к излучению которого природа приспособила наш глаз). Их-то и можно было бы употребить на мирные цели. Скажем, для уничтожения лишнего и вредного тела, которое вторглось в атмосферу Земли и собирается упасть на ее поверхность, где — избави Бог — могут играть дети! Это может быть и случайно сошедший с орбиты элемент косми-

ческого летательного аппарата, и какое-то космическое тело. Тут и пригодится «Стингер» против непрошеного пришельца.

Пусть для простоты это тело имеет форму шара радиусом R , а наблюдает его головка самонаведения «Стингера» диаметром D с расстояния L (рис.1). Нужно определить наибольшее значение этого расстояния, с которого «Стингер» начнет регистрировать тепловое излучение шара, нагретого из-за трения о воздух, если известна минимальная мощность W_{min} , которую «чувствует» «Стингер». Примем еще, что шар летит прямо на головку самонаведения, так что линия $O'O$ является одновременно осью симметрии для распределения температуры $T(\theta)$ по поверхности шара.

Пусть шар входит в атмосферу со скоростью v , много большей тепловых

скоростей молекул; тогда все молекулы налетают на шар со скоростями $-v$. Ясно, что вблизи полюса шара (точка $\theta = 0$) молекулы ударяются о его поверхность нормально, а на экваторе $\theta = \pi/2$ скользят вдоль поверхности. Поэтому полюс будет нагрет сильно, а экватор останется холодным (при условии, что теплопроводность шара такова, что он не успевает прогреться за время полета в атмосфере).

Предположим, что угловая зависимость температуры поверхности шара имеет вид $T(\theta) = T_0 \cos^2 \theta$. Тогда каждая кольцевая полоска поверхности шара площадью $dS = R d\theta \cdot 2\pi R \sin \theta = 2\pi R^2 \sin \theta d\theta$ будет излучать мощность

$$\sigma T^4(\theta) \cdot 2\pi R^2 \sin \theta d\theta = \sigma T^4(\theta) R^2 d\Omega(\theta),$$

где $d\Omega(\theta) = 2\pi \sin \theta d\theta$ — телесный угол,

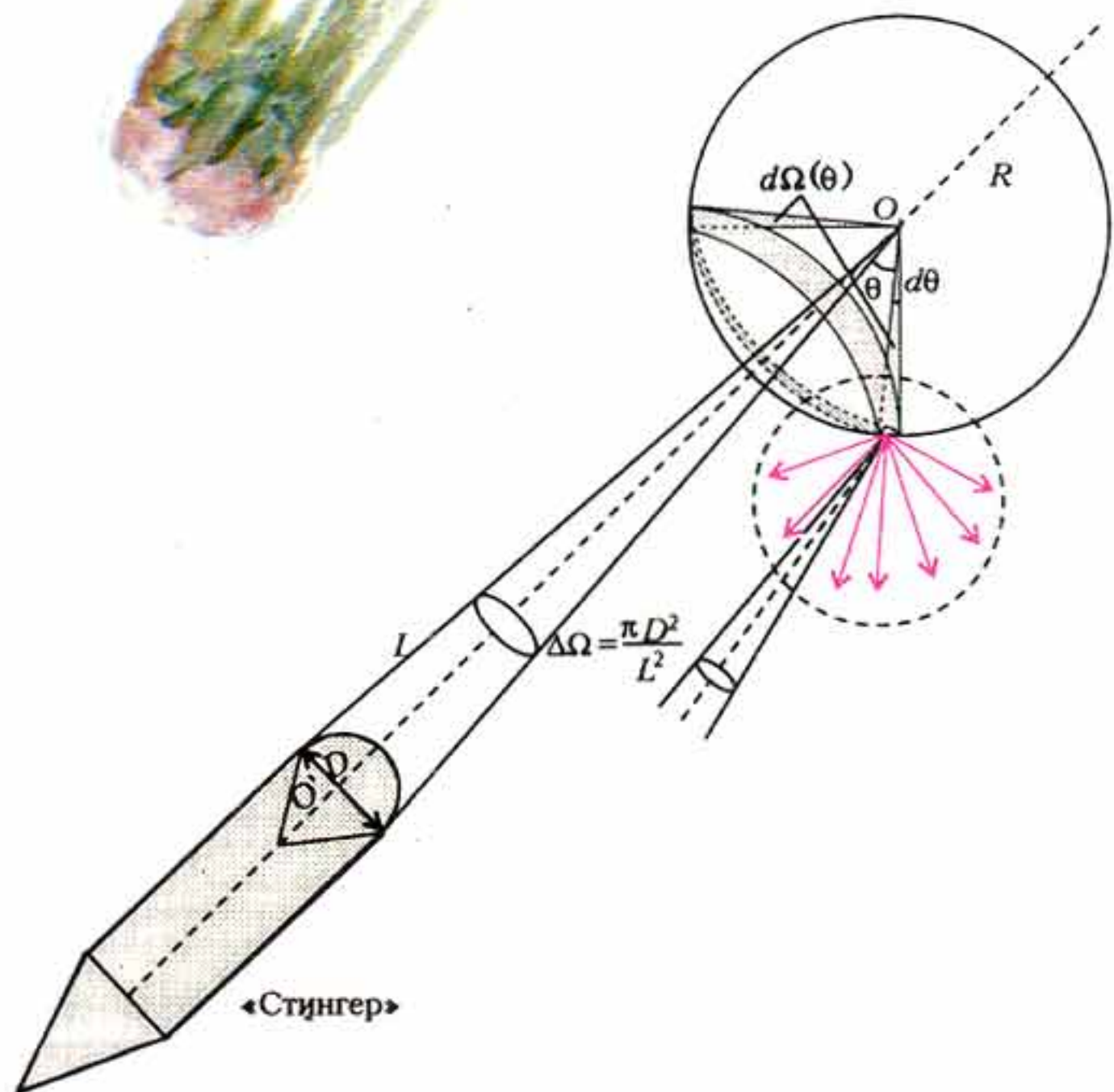


Рис. 1