

мощная ЛУ производит столько же света, сколько отражается с 1 мм^2 поверхности спутника, т.е. $(1/300)^2 \approx 10^{-5}$ долю его излучения. Но это излучение сконцентрировано в телесном угле, в 10^6 раз меньше, чем излучение спутника. Поэтому, если мы смогли заметить спутник, то и со спутника можно заметить луч ЛУ.

«Не смотри в лазер оставшимся глазом»

Эту надпись можно увидеть практически в любой лаборатории, в которой есть лазеры. Все знают, что лазерное излучение может нанести необратимые повреждения глазу. Для того чтобы понять, насколько может быть опасен для здоровья луч ЛУ, оценим сначала его интенсивность, т.е. мощность, приходящуюся на квадратный миллиметр поверхности, освещенной лазерным

лучом. Считая диаметр пучка равным 3 мм, а мощность 3 мВт, для интенсивности получим $I_{\text{ЛУ}} = 0,3 \text{ мВт}/\text{мм}^2$. Для сравнения вспомним, что интенсивность солнечного излучения составляет примерно 1 кВт на квадратный метр поверхности Земли, или $I_{\text{С}} = 1 \text{ мВт}/\text{мм}^2$. Таким образом, наблюдать за зайчиком лазерной указки не опаснее, чем наблюдать за солнечным зайчиком. По-видимому, это соображение и послужило основой для установления верхнего предела мощности бытовых лазеров. Напомним, что лазерная указка существует для того, чтобы направлять ее как обычную деревянную указку на предметы. Ни при каких обстоятельствах нельзя направлять ее в глаза. Точно так же, как обычной деревянной указкой можно поранить глаз при неосторожном обращении, можно серьезно повредить глаз и лазерной указкой. Дело в том, что хрусталик нашего глаза — это оптическая линза с переменным фокусным расстоянием, которая, так же, как линза фотоаппарата, создает изображение на сетчатке глаза. Если пучок света, приходящий в глаз, является строго параллельным, а линза сфокусирована «на бесконечность», то весь свет пучка фокусируется линзой хрусталика на какое-то одно место сетчатки, размер которого около одного микрометра (порядка длины волны света). Если хрусталик в этот момент сфокусирован на предмете, находящемся на расстоянии 1 м, то точной фокусировки пучка на сетчатке не произойдет и размер размытого пятна на сетчатке будет около 30 микрон. Посчитаем интенсивность света, попадающего на сетчатку глаза. В случае точной фокусировки $I_{\text{Ф}} = 3 \text{ кВт}/\text{мм}^2$, в случае несфокусированного, размытого пятна $I = 3 \text{ Вт}/\text{мм}^2$. Для сравнения можно рассчитать, какой будет интенсивность света на сетчатке, если глаз смотрит прямо на Солнце. Угловой размер Солнца примерно $1/100$ рад, фокусное расстояние хрусталика около 1 мм, поэтому размер изображения Солнца на сетчатке примерно 0,1 мм. Считая, что весь свет от Солнца, попадающий в зрачок глаза (размер 2 мм), концентрируется в круге диаметром 0,1 мм, получим интенсивность света на сетчатке глаза $I_{\text{С}} =$

$= 0,4 \text{ Вт}/\text{мм}^2$. Эти цифры убедительно показывают, что смотреть прямо в лазер, даже слабощелный, не стоит — интенсивность света на сетчатке может быть в 10^4 раз выше, чем максимальная интенсивность, которая возможна в естественных условиях (при прямом наблюдении Солнца). С другой стороны, если луч случайно «мазнул» по глазам, которые сфокусированы на какой-то другой предмет, то возможно кратковременное ослепление без необратимого повреждения глаза.

Искать границу между этими предельными случаями не стоит. Лучше всего взять за правило ни в коем случае не направлять ЛУ в сторону людей. В течение предыдущего десятилетия, когда ЛУ были очень дорогие, они в основном использовались как целеуказатели для огнестрельного оружия. Поэтому человек, увидевший, что на него направлен луч лазера, может подумать, что на него направлено оружие, и повести себя соответственно — например, направить на вас ствол собственного оружия (автор этой статьи живет в штате Флорида, где многие жители имеют разрешение на скрытое ношение оружия). В последнее время законодательства многих американских штатов рассматривают злоупотребление ЛУ как хулиганство. Так, в Калифорнии попытка направить ЛУ на людей «в угрожающей манере» наказывается тюремным сроком до 30 дней.

Вопрос для обдумывания

Что ярче: 5-милливаттная ЛУ, Солнце или 1000-ваттная лампочка? По определению, яркость — это световой поток, излучаемый в единичный телесный угол с единицы поверхности излучающего тела. Возьмите листок бумаги и направьте на него поочередно луч ЛУ, луч Солнца или свет мощной лампы с рефлектором с расстояния 10 см, рассчитайте мощность, приходящуюся на единицу площади освещенной поверхности, и сравните полученные величины. Теперь представьте себе, что вместо листа бумаги находится маленькая фокусирующая линза. Оцените отношение освещенностей в фокусе линзы для всех трех случаев и покажите, что вы получили отношение яркостей трех источников. Так почему же яркость лазера в десятки тысяч раз больше яркости Солнца?

