

ЭНЕРГИЯ, ПОЛУЧАЕМАЯ ЗЕМНЫМ ШАРОМ ОТ ВНЕЗЕМНЫХ И АТМОСФЕРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Вопрос о количестве энергии, получаемой земным шаром от внеземных источников, имеет существенное значение при решении целого ряда как практических, так и чисто научных проблем. Поскольку энергетический баланс земного шара в среднем равен нулю, постольку вся получаемая Землей извне энергия в конечном счёте вновь излучается в мировое пространство. Однако прежде чем эта энергия будет излучена, она успеет претерпеть ряд превращений, связанных со множеством самых разнообразных явлений как в атмосфере, так и на земной поверхности. Изучение этих процессов, оказывающих самое непосредственное влияние на условия жизни и деятельности человечества, составляет одну из важнейших задач науки. Неудивительно, что в течение многих лет энергетический баланс земного шара привлекал и продолжает привлекать к себе пристальное внимание учёных, работающих в самых разнообразных областях геофизики, астрономии, физики, биологии и т. п. Поэтому краткая сводка, опубликованная Герзоном*) и отражающая современное состояние сведений об интегральной эффективности различных внеземных источников энергии, представляет несомненный интерес. Эта сводка не претендует на полноту. В ней отсутствуют, например, оценки таких важных источников энергии, как радиоактивность, действие приливообразующих сил, корпускулярное излучение Солнца, а также оценки радиоизлучения Солнца и Галактики. Вместе с тем в ней нашли отражение некоторые сведения о количестве энергии, поступающей на земную поверхность в виде различного рода излучений, возникающих в самой атмосфере Земли. Последнее вполне оправдано, ибо атмосфера играет большую роль в процессах энергетического обмена земного шара с внешним миром, и о некоторых внеземных источниках энергии мы можем пока судить преимущественно по свечению атмосферных газов. Впрочем, и здесь сводка очень далека от полноты.

Разумеется, основным источником энергии является Солнце. Энергия излучения Солнца, падающая на Землю, распределяется следующим образом. Согласно измерениям, относящимся к северному полушарию, планетарное альbedo земного шара составляет примерно 35,5%. Из остающихся 64,5% энергии излучения Солнца 50% поглощается земной поверхностью и 14,5% поглощается атмосферой. За атмосферное поглощение в основном ответственны водяные пары — 10,5%, озон — 2,5% и вода, находящаяся в капельно-жидком состоянии (преимущественно облака) — 1,5%. На долю прочих компонентов атмосферы (в частности на поглощение ультрафиолетового излучения Солнца в верхних слоях атмосферы) приходится сравнительно незначительное количество энергии.

Следует полагать, что в южном полушарии условия практически таковы же, ибо увеличение альbedo за счёт большей площади зеркала вод в значительной мере компенсируется повышенной облачностью.

Измерения солнечной постоянной, проводившиеся в течение длинного ряда лет, привели к значению $1,98 \text{ кал/см}^2$ в минуту. (Недавние ракетные измерения указывают, что, возможно, это значение следует увеличить до $2,04 \text{ кал/см}^2$ в минуту.) Таким образом, твёрдая оболочка Земли получает от Солнца $1,76 \cdot 10^{24} \text{ эрг/сек}$, а если учесть поглощение в атмосфере для лучей, минующих твёрдую оболочку планеты, то окажется, что эта величина равна $2,35 \cdot 10^{24} \text{ эрг/сек}$.

*) J. Atmosph. and Terrestr. Phys. 5, № 1, 67 (1954).

Излучение Солнца попадает на Землю не только непосредственно, но и в результате отражения от Луны и излучения последней (поглощение солнечной энергии Луной много меньше 1%). Луна получает от Солнца $1,12 \cdot 10^{23}$ эрг/сек, из которых передаётся земному шару $3,09 \cdot 10^{19}$ эрг/сек, а если учесть атмосферу Земли, то $4,15 \cdot 10^{19}$ эрг/сек, что составляет $1,76 \cdot 10^{-5}$ от энергии, получаемой Землёй непосредственно от Солнца (отношение яркости Луны и яркости Солнца равно $2,47 \cdot 10^{-6}$. Эти данные относятся к полнолунию. Отметим, что альbedo Луны составляет всего 7% и яркость Луны в I и III четвертях равна $1/9$ яркости полной Луны).

Заметное количество энергии приносится на Землю падающими на неё метеорами. В среднем в атмосферу Земли попадает около $1,16 \cdot 10^4$ г/сек метеорного вещества. Учитывая, что средняя скорость метеоров равна $5,0 \cdot 10^3$ см/сек, получаем, что кинетическая энергия падающих в земную атмосферу метеоров составляет $1,44 \cdot 10^{17}$ эрг/сек. Эта энергия распределяется между тремя процессами: нагреванием, свечением и ионизацией в соотношении $10^4:10^2:1$.

Внеземная составляющая свечения ночного неба (включающая свет звёзд, зодиакальный свет, галактический свет, внегалактический свет и др.) по новейшим оценкам обуславливает энергетический поток (как на освещённом, так и на затенённом полушариях) $2,61 \cdot 10^{17}$ эрг/сек. Наконец, полная энергия космических лучей оценивается в $1,63 \cdot 10^{17}$ эрг/сек.

Таблица I

Поступление энергии от различных внеземных и атмосферных источников

Источник	Энергия	
	в эрг/сек	в долях излучения Солнца
Нормальное Солнце	$1,76 \cdot 10^{24}$	1,00
Полная Луна	$3,09 \cdot 10^{19}$	$1,76 \cdot 10^{-5}$
Внеземная составляющая свечения ночного неба	$2,61 \cdot 10^{17}$	$1,48 \cdot 10^{-7}$
Космические лучи	$1,63 \cdot 10^{17}$	$9,26 \cdot 10^{-8}$
Метеоры	$1,44 \cdot 10^{17}$	$8,18 \cdot 10^{-8}$
Молнии	$1,60 \cdot 10^{19}$	$9,09 \cdot 10^{-6}$
Полярные сияния	$2,53 \cdot 10^{17}$	$1,44 \cdot 10^{-7}$
Свечение воздуха (атмосферная составляющая свечения ночного неба)	$1,12 \cdot 10^{17}$	$6,37 \cdot 10^{-8}$

В таблице I сопоставлены приведённые выше оценки, а также энергетические оценки некоторых видов излучений, зарождающихся в атмосфере.

В таблице II приведены оценки относительной роли различных компонентов свечения ночного неба. Что касается атмосферной составляющей свечения ночного неба, то по предварительным оценкам ряда авторов

Таблица II

Относительная роль различных составляющих свечения ночного неба (в %) по данным Мейнела, Оливера и Чемберлена (1953 г.)

Атмосферная составляющая	25
Внеземная составляющая	75
в том числе:	
свет звёзд	25
зодиакальный свет	15
галактический свет	5
внегалактический свет	5
свет неизвестной природы	25

она в среднем равна $1,12 \cdot 10^{17}$ эрг/сек и распределяется по спектру примерно следующим образом:

линия	$\lambda = 5577 \text{ \AA}$	— 3%
линия	$\lambda = 6300 \text{ \AA}$	— 0,2%
D-линия натрия		— 0,8%
— полосы ОН (4600 — 11 600 $\text{\AA}$)		— 96%

Сравнительно велика энергия, связанная с грозовыми разрядами. Учитывая, что на земном шаре происходит в среднем 100 разрядов в секунду и что каждая молния в среднем требует примерно $1,60 \cdot 10^{17}$ эрг/сек, суммарный расход энергии на образование молний составляет около $1,60 \cdot 10^{19}$ эрг/сек.

Приведённое в таблице I значение для энергии полярных сияний является грубо оценочным. Не исключено, что оно должно быть увеличено на множитель, достигающий 100.

P.