

ГЕОФИЗИКАС. Ф. РОДИОНОВ, Е. Н. ПАВЛОВА, Е. Д. ШОЛОХОВА
и Л. М. ФИШКОВАГОДИЧНЫЙ ХОД ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
НОЧНОГО НЕБА

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 19 IV 1954)

Начиная с 1948 года ⁽¹⁾ на Эльбрусе в течение летних и осенних месяцев производились измерения инфракрасного излучения ночного неба в области 900—1100 м μ при помощи электрофотометров с вторично-электронной трубкой и усилителем; участок спектра 900—1100 м μ выделялся при помощи светофильтров. Эти измерения дали возможность получить некоторые данные о годовых вариациях излучения за 5 лет.

В 1948 г. измерения производились на высоте 2200 м, в фотометре применялась магнитная трубка Кубецкого, эффективная чувствительность прибора: $E_{1000} = 0,9$ кул/кал (индекс у E обозначает рабочее напряжение трубки). В 1949 и 1950 гг. измерения производились на высотах 2200 и 4200 м параллельно, с фотометрами с электростатическими трубками с чувствительностью, соответственно, $E_{1110} = 7,7$ и $E_{975} = 1,2$ кул/кал. В 1951 и 1952 гг. измерения производились на высоте 4200 м.

В результате работы по измерению, сопоставлению и проверке спектральных характеристик всех применявшихся трубок и эффективных телесных углов применявшихся фотометров все измеренные с 1948 по 1952 гг. величины интенсивности инфракрасного излучения были получены в абсолютных единицах. Результаты представлены на рис. 1 и 2, где даны значения абсолютной интенсивности излучения в области 900—1100 м μ , измеренные в 0 час. на высотах 4200 и 2200 м, соответственно. На высоте 4200 м измерения велись при зенитном угле $z = 80^\circ$, на высоте 2200 м при $z = 0^\circ$.

На основании рис. 1 и 2 можно с уверенностью констатировать почти одинаковые средние значения интенсивности для 1948 и 1949 гг. и падение интенсивности от 1949 к 1951 г. Летом 1952 г. начался, повидимому, новый рост интенсивности инфракрасного излучения. Регулярные измерения инфракрасного излучения на высоте 4200 м в 1951—1952 гг., производившиеся А. С. Крутиковым, показали, что в зимние месяцы интенсивность излучения упала почти вдвое по сравнению с августом 1951 г. (см. рис. 1).

Наблюдаемый ход инфракрасного излучения за 1948—1952 гг., повидимому, имеет прямую связь с изменением солнечной активности. На рис. 1 и 2 пунктиром изображена кривая изменения среднемесячных чисел Вольфа за 1948—1952 гг. На рисунке видно, что кривая изменения солнечной активности хорошо коррелирует с общим изменением инфракрасной яркости ночного неба за 1948—1952 гг.

Цикл солнечной деятельности последних лет имел ту особенность, что в нем налагался максимум 11-летнего цикла и максимум векового цикла ⁽²⁾, в результате чего наблюдавшийся максимум солнечной активности (начавшийся в 1947 г.) оказывается сильно размытым. Величины полученной нами за 4 года инфракрасной яркости ночного неба отражают эту

особенность солнечного цикла — величины средней яркости для 1948 и 1949 гг. оказываются практически одинаковыми, и резкое падение начинается только с 1950 г.

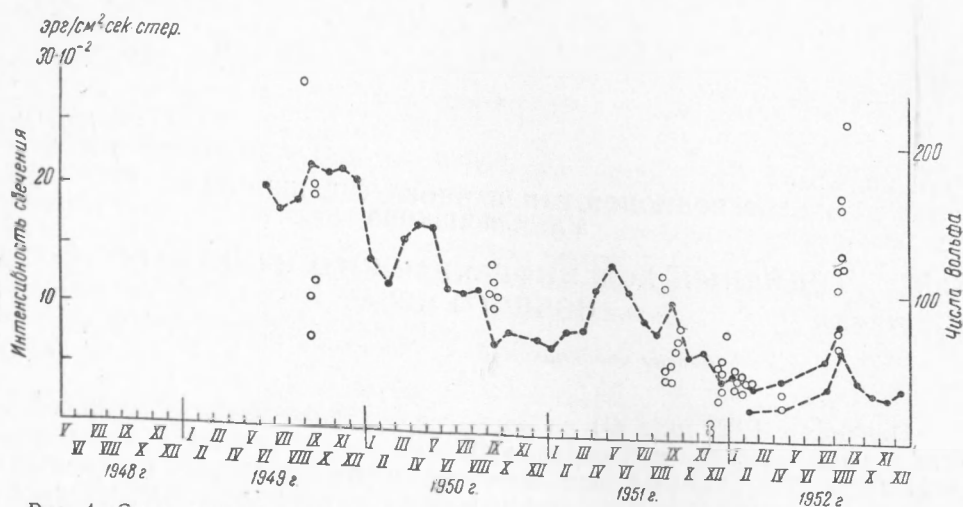


Рис. 1. Связь инфракрасной светимости ночного неба с солнечной активностью (высота 4200 м, $z = 80^\circ$)

Отсутствие данных по инфракрасному излучению за весенние месяцы 1950 и 1951 гг. не позволяет судить, насколько это излучение коррелировало с наблюдавшимися в эти месяцы максимумами солнечных пятен.

Объяснение наблюдаемой нами за 5 лет положительной корреляции инфракрасной светимости ночного неба и солнечной активности, выражаемой индексом Вольфа, естественно вытекает из рекомбинационной теории свечения ночного неба,

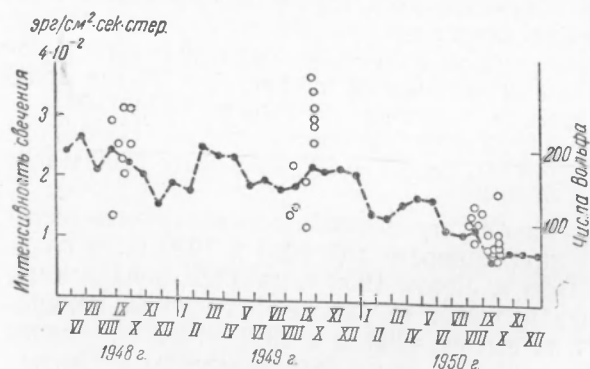


Рис. 2. Связь инфракрасной светимости ночного неба с солнечной активностью (высота 2200 м, $z = 0^\circ$)

в которой первичным действующим агентом является ультрафиолетовое излучение Солнца, диссоциирующее молекулы в верхней атмосфере в течение дня и тем самым «заряжающее» верхние слои энергией, высвечиваемой (тем или иным путем) в течение ночи.

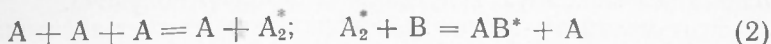
В этом случае изменение инфракрасной яркости ночного неба за 5 лет, синхронное с падением солнечной активности, мо-

жет быть следствием изменения интенсивности коротковолновой ультрафиолетовой радиации Солнца (в области около 1750 Å и меньше), напряженность которой, как известно, хорошо характеризуется числами Вольфа⁽⁸⁾.

Это излучение может быть результатом высвечивания N_2^* , OH^* , N^* или O_2^* , возникших при первичном возбуждении в результате тройного столкновения по реакции типа:



(например, $N + N + N_2 = N_2 + N_2^*$) или результатом вторичных реакций с перехватыванием энергии возбуждения типа:



(например, $O + O + O = O + O_2^*$; $O_2^* + H = OH^* + O$). Но каков бы ни был детальный механизм излучения инфракрасного спектра ночного неба, интенсивность излучения должна зависеть от количества диссоциированных днем молекул, т. е. от количества диссоциирующего излучения Солнца. Нам точно неизвестны вариации коротковолнового ультрафиолета Солнца от дня ко дню, но вполне возможно, что вариации излучения ночного неба от ночи к ночи обусловлены ими.

Наши измерения не дают полной корреляции между инфракрасной яркостью и ходом дневных значений чисел Вольфа в течение месяца. Однако в большом числе случаев имеется корреляция между значением чисел Вольфа днем и величиной инфракрасной яркости в последующую ночь, как это видно, например, на рис. 3.

Таким образом, возможно, что свечение ночного неба не только связано с установившимся общим ультрафиолетовым балансом в верхних слоях атмосферы, но и более непосредственно реагирует на каждое изменение интенсивности солнечной ультрафиолетовой радиации, достигающей верхних слоев.

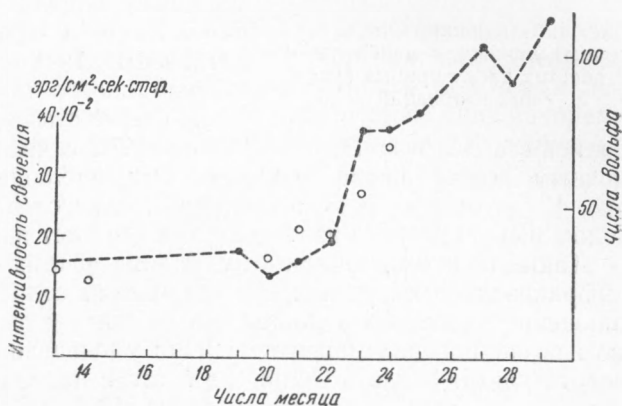


Рис. 3. Связь инфракрасной светимости ночного неба с солнечной активностью в августе 1952 г.

Влияние коротковолнового ультрафиолета Солнца, возможно, проявляется еще в одной особенности излучения неба. Нами еще в 1949 г. было высказано предположение ⁽¹⁾ о происхождении ночного максимума инфракрасного излучения как о результате увеличения количества высвечивающих возбужденных молекул под действием коротковолнового ультрафиолета — рассеянной солнечной радиации.

При рекомбинационном механизме инфракрасного свечения ночного неба возникающие при реакциях (1) или (2) возбужденные молекулы сразу отдают энергию возбуждения путем высвечивания или же передают ее другим молекулам, и она высвечивается в результате вторичных реакций.

Если в течение ночи действует некоторый переменный фактор, уменьшающий количество возбужденных продуктов реакции (1) и (2), то это может обусловить вариации интенсивности инфракрасного излучения в течение ночи. Таким фактором может быть имеющийся ночью в атмосфере рассеянный ультрафиолетовый свет Солнца, достигающий, согласно С. И. Вавилову и И. А. Хвостикову ⁽⁴⁾, верхних слоев атмосферы на ночной стороне Земли вследствие как аномальной рефракции, так и многократного рассеяния. Этот коротковолновый ультрафиолет должен диссоциировать возбужденные молекулы до их высвечивания, уменьшая интенсивность излучаемой инфракрасной радиации. Так как минимальное количество такой диссоциирующей рассеянной радиации Солнца в высоких слоях атмосферы должно иметь место при максимальном погружении Солнца, то около полуночи число возбужденных молекул, диссоциирую-

щих до высвечивания, будет наименьшим и, следовательно, интенсивность инфракрасного излучения ночного неба будет наибольшей, т. е. будет наблюдаться максимум излучения неба около полуночи.

Этот механизм может действовать как за счет диссоциации первично возбужденных молекул O_2^* , так и за счет диссоциации возбужденных метастабильных молекул N_2^* . Дополнительной диссоциации невозбужденных

молекул O_2 , увеличивающей в конечном итоге интенсивность инфракрасного излучения, не должно происходить, так как оптимальная частота ультрафиолетовой солнечной радиации, достигающей ночью верхних слоев, может оказаться для этого недостаточной.

Наши наблюдения в течение 4 лет ночных вариаций инфракрасного излучения ночного неба показали, что ярко выраженный экстремальный ночной ход излучения наблюдался чаще в годы повышенной солнечной активности: 1948—1949 гг. В 1950 г. случаи экстремального ночного хода были сравнительно не частыми, а в 1951 г. они наблю-

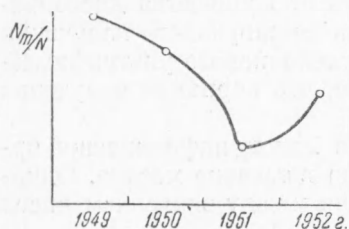


Рис. 4. Отношение числа суточных кривых с максимумом к общему числу кривых суточных вариаций

дались всего 2 раза (из 30). Осенью 1952 г. число ночей с экстремальным ночным ходом снова возросло. Эти наблюдения иллюстрируются на рис. 4, где отложено относительное количество ночей с экстремальным ходом инфракрасного излучения для всех лет наблюдений.

Таким образом, повидимому, налицо исчезновение ночного максимума инфракрасного излучения при понижении солнечной активности. Это наблюдение может быть поставлено в связь с вышеприведенным механизмом возникновения максимума. При уменьшении количества коротковолнового ультрафиолета Солнца, в связи с падением солнечной активности, естественно, уменьшается и доля ультрафиолета, попадающего ночью в верхние слои атмосферы в результате аномальной рефракции; возможно даже, что в составе солнечной радиации вообще исчезает тот коротковолновый ультрафиолет, для которого мыслимо это проникновение в верхние слои атмосферы ночью. В результате этого ночной максимум инфракрасного излучения исчезает, и мы наблюдаем лишь нерегулярные вариации излучения, связанные с изменениями прозрачности или с вторичными процессами взаимодействия возбужденных молекул с другими химически активными компонентами атмосферы. Если предполагаемый механизм возникновения максимума имеет место, то наблюдаемая средняя интенсивность инфракрасного излучения в годы повышенной солнечной активности должна быть, очевидно, заниженной по сравнению с той, которая наблюдалась бы при отсутствии диссоциирующей рассеянной радиации Солнца ночью. Однако для количественного решения вопроса необходимо дальнейшее накопление экспериментальных данных.

Ленинградский государственный университет
им. А. А. Жданова и
Эльбрусская комплексная научная экспедиция
Академии наук СССР

Поступило
24 III 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. Ф. Родионов, Е. Н. Павлова, ДАН, 65, 831 (1949). ² М. С. Эйгенсон, Бюлл. Комисс. по исследованию Солнца, № 7, 15 (1951). ³ М. С. Эйгенсон, М. Н. Гневышев, А. И. Оль, Б. М. Рубашов, Солнечная активность и ее земные проявления, М., 1948. ⁴ И. А. Хвостиков, Свечение ночного неба, Изд. АН СССР, 1948.