

Член-корреспондент АН СССР Г. А. ТИХОВ

ЗАВИСИМОСТЬ САМОИЗЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

В моей статье «Спектр самоизлучения растений в красных и инфракрасных лучах»⁽¹⁾ дан и применен способ определения энергетической отдачи самоизлучающих растений, т. е. отношения энергии самоизлучения к энергии облучения. Напомню, что в наших работах растение облучается через наливной фильтр, наполненный водным раствором медного купороса, который полностью поглощает крайние красные и ближние инфракрасные лучи. В указанной статье дана теория обработки спектров и результаты этой обработки в применении к 3 растениям, спектры которых сняты летом 1949 г.

Оказалось, что в пределах длин волны от 670 до 730 м μ отдача листьев люцерны и шалфея равна 0,0007, а отдача хвои голубой канадской ели 0,0005. Уже из наблюдений 1949 г. мы нашли указания на то, что отдача самоизлучения увеличивается при повышении температуры. Поэтому в 1950 г. наблюдения были поставлены так, чтобы исследовать некоторые растения при крайних доступных температурах. С этой целью в Усть-Каменогорске в январе и в июле М. К. Джунусовым были сняты спектры самоизлучения пихты и можжевельника при температурах от -40 до $+17^{\circ}$. Кроме того, в 15 км к западу от Алма-Аты М. К. Джунусов систематически снимал спектр самоизлучения травы Кузьмича (хвойник, *Ephedra equisetina*) при температурах от -6 до $+34^{\circ}$. Всего для 3 растений получено 15 негативов. Эти негативы измерены мною на микрофотометре МФ2 завода ГОМЗ (Ленинград).

Результаты этих измерений и явились основой для настоящей статьи. Метод обработки в основном остался таким же, как в указанной выше статье*.

Для всех 3 растений получены согласные результаты в том смысле, что отдача самоизлучения увеличивается с повышением температуры.

В табл. 1 даны логарифмы и самые значения отдачи η , умноженной на 10^6 .

Из табл. 1 видно, что у всех растений отдача самоизлучения увеличивается с повышением температуры. Что касается хвойника, то мы разделили его на 3 группы согласно с тремя его окрасками. Как видно из таблицы, отдача самоизлучения всего больше у хвойника зеленого.

При графическом сопоставлении логарифма отдачи с температурой обнаружено, что наиболее закономерный ход показывает пихта. Поэтому было интересно найти математическую зависимость между $\lg(10^6 \eta)$ и t . В нашем распоряжении имеются три пары $\lg(10^6 \eta)$ и t , а именно:

* При обработке большую помощь оказала мне Н. М. Штауде, внесшая ряд упрощений, значительно ускоряющих обработку.

№ негати- ва	№ днев- ника	Дата	Время	Пределы самоизлу- чения в мц	Т-ра в °	lg(10 ⁶ η)	10 ⁶ η	Цвет
-----------------	-----------------	------	-------	---------------------------------------	----------	-----------------------	-------------------	------

Наблюдения пихты (*Abies*) в 1950 г. к востоку от Усть-Каменогорска; шир. 50°, долг. 84° восточная, высота 450 м. Время указано по 6-му поясу

120	9	Янв. 20	11 ч. 38 м.	714—754	—38	1,532	34	
116	9	" 16	13 23	702—760	—12	1,934	86	
118	9	" 18	11 28	676—762	—10	2,130	135	
140	9	Июль 31	10 42	680—770	+16,5	2,932	855	

Наблюдения можжевельника (*Juniperus*) в сентябре 1949 г. в Жеты-Огуз (Киргизия); шир. 42°, долг. 79°, высота 2400 м; остальные наблюдения там же, где наблюдалась пихта

124	9	1950 янв. 24	13 ч. 08 м.	712—752	—36	1,857	72	
126	9	1950 " 25	11 28	707—748	—31	1,756	57	
139	9	1949 июль 29	11 28	685—760	+17	2,546	352	
42	4	1949 " 30	12 12	668—780	+20	3,007	1017	

Наблюдения хвойника (трава Кузьмича, *Ephedra equisetina*) в 15 км к западу от Алма-Аты; шир. 43°5', долг. 76°7' восточная, высота 925 м

108	8	1949 дек. 16	13 ч. 06 м.	715—772	— 6	1,146	14	Фиолет.
92	8	1949 нояб. 16	13 22	698—770	+ 3	1,663	46	Голуб.
81	8	1949 окт. 28	13 09	724—764	+10	1,690	49	"
32	11	1950 июль 19	14 39	681—758	+34,5	2,176	150	"
82	8	1949 окт. 28	14 42	720—755	+10	1,875	75	Зелен.
126	8	1950 май 10	12 18	712—754	+28	2,279	190	"
32	11	1950 июль 19	15 26	681—758	+34,5	2,310	204	"

lg(10 ⁶ η)	t
1,532	—38°
2,032	—11, среднее из двух
2,932	+16,5

Мы сделали допущение, что эти точки удовлетворяют параболическому уравнению

$$\lg(10^6 \eta) = a + bt + ct^2 \quad (1)$$

и определили коэффициенты a , b , c . В результате получено:

$$\lg(10^6 \eta) = 2,345 + 0,0313 t + 0,0002606 t^2.$$

По этому уравнению вычислена табл. 2.

Таблица 2

t	lg(10 ⁶ η)	10 ⁶ η	t	lg(10 ⁶ η)	10 ⁶ η
—60°	1,405	25,4	+10°	2,684	483
—50	1,432	27,0	+20	3,075	1 190
—40	1,510	32,4	+30	3,519	3 300
—30	1,641	43,8	+40	4,014	10 300
—20	1,823	66,5	+50	4,562	36 500
—10	2,058	114	+60	5,161	145 000
0	2,345	221	+70	5,813	650 000

Из табл. 1 и особенно из табл. 2 видно, что отдача самоизлучения быстро растет с повышением температуры. При температуре $+70^\circ$ энергия отдачи достигает 65% энергии облучения.

Конечно, уравнение (1) и табл. 2 за пределами промежутка от -38 до $+16^\circ$, использованного для определения коэффициентов уравнения (1), должны рассматриваться как дающие только характер изменения отдачи.

С такими оговорками мы все-таки позволим себе сделать из полученных результатов некоторые ботанические и астроботанические выводы.

Можно думать, что самоизлучение в красных и инфракрасных лучах дает растению средство избавляться от вредного избытка тепла. Это свойство дополняет способность зеленых растений сильно рассеивать инфракрасные лучи, несущие половину солнечного тепла. С этой точки зрения растения жарких стран должны особенно сильно излучать красные и инфракрасные лучи. Проверка этого непосредственными наблюдениями крайне желательна.

Изложенные исследования дают уже возможность сказать кое-что об оптических свойствах возможной растительности на планете Венера. Как известно, твердая поверхность планеты пока что непосредственно не наблюдалась, так как в атмосфере Венеры всегда находится облака неизвестного до сих пор химического состава. Как показывают некоторые приблизительные подсчеты, температура на твердой поверхности Венеры достигает 80° , а может быть, и больше. Прежде всего возникает вопрос, возможна ли растительная жизнь при такой температуре. Ответ мы находим у акад. В. Л. Комарова (2), который на одной из камчатских сопок измерял температуру воды в ручейке, выступающем среди лав и пемзы.

«В глубине ключевой воронки,— пишет В. Л. Комаров,— температура равна 99° . В канавке стока уже в полутора шагах от ее начала при температуре 85° на камнях дна уже появляются тонкие белые или сероватые пленки. Это колонии бактерий. Несколькими ниже при 82° к ним присоединяются еще и темные синезеленые пленки так называемых циановых водорослей, считаемых справедливо за один из примитивных представителей класса водорослей и являющихся в то же время близкими родственниками класса бактерий».

Итак, высокая температура не исключает возможности растительной жизни.

Применим теперь к предполагаемой растительности на Венере известные нам оптические свойства земных растений.

Растения на Венере должны избавляться от избытка тепла двумя способами: 1) они должны полностью отражать все инфракрасные и длинноволновые лучи видимого спектра, т. е. все лучи от красных до голубых включительно; 2) они должны обладать способностью сильного самоизлучения инфракрасных и красных лучей.

Оба эти свойства должны давать растительности на Венере в основном желтый или даже красный цвет. Некоторое, правда, очень слабое подтверждение этого заключения можно найти в статье Н. П. Барабашева и В. И. Езерского (3). Они пишут: «...отмечено, что кривые (яркости облаков Венеры.— Г. Т.) в желтых и красных лучах достигают своего наибольшего значения вблизи участков, для которых угол падения равен углу отражения, причем луч падающий и луч отраженный лежат по разные стороны от нормали к поверхности. Это может быть объяснено, по всей вероятности, только влиянием отражения света от поверхности Венеры. Это отражение от поверхности должно, несомненно, влиять на распределение яркости по диску Венеры в красных и желтых лучах, для которых атмосфера является более прозрачной».

Продолжение наблюдений Венеры подобных харьковским весьма желательно.

Поступило
25 IX 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Г. А. Тихов, ДАН, 70, № 1 (1950). ² В. Л. Комаров, Происхождение растений, изд. АН СССР, 1943, стр. 30. ³ Н. П. Барабашев и В. И. Езерский, Циркуляр astron. obs. Харьк. гос. ун-та, № 2 (июль 1949).