

44. Зеленый луч *)

«Видели ли вы когда-нибудь заходящее Солнце на горизонте? — Да, конечно! — Следили ли вы, как оно касалось линии горизонта, а потом вовсе исчезало за ним? — Вероятно, да! — Но заметили ли вы, как появляется и гаснет последний солнечный луч, когда воздух освобождается от тумана и становится прозрачным? — Вероятно, нет! — Итак, если представится видеть это явление — оно бывает очень редко, — то обратите внимание на то, что этот последний луч будет не красным, а зеленым. Да, да, он будет иметь чудесный зеленый цвет, т. е. такой зеленый, который не сможет создать ни один художник на своей палитре. Подобный зеленый цвет не удастся встретить нигде в природе, ибо его нельзя найти в растительном мире, несмотря на все множество и разнообразие его цветов и оттенков, его не встретит и у самых ярких морей. Если есть зеленый цвет в раю, то он не может быть иным, ибо это настоящий цвет надежды!»

(Жюль Верн, Зеленый луч.)

По старинной шотландской легенде, всякий, кто хоть однажды видел зеленый луч, никогда не совершит ошибки в сердечных делах. На острове Мэн зеленый луч называют «живым светом».

Зеленый луч можно заметить гораздо чаще, чем думали раньше. Однажды во время морского путешествия из Явы в Голландию мне удалось наблюдать зеленый луч более десяти раз. Удобнее всего наблюдать это явление в море, стоя на палубе корабля или на берегу. Правда, зеленый луч можно увидеть и над землей, если горизонт достаточно далек. Иногда замечают зеленый луч, когда Солнце скрывается за горами или за резко очерченной тучей. Виден он и над горами и обычными облаками, при условии, что их высота не превышает 3° над горизонтом. В нескольких случаях зеленый луч удавалось увидеть и на удивительно малом расстоянии. Рикко рассказывает, как он однажды стоял у края тени скалы, находящейся довольно близко от него; слегка поворачивая голову то вправо, то влево, он сколько угодно раз мог видеть зеленый луч **). Уитнелл заметил зеленый луч над стеной, расположенной в 300 м, Нэйланд и Барбер — в 400 м, однако все такие случаи очень редки ***).

Все, кому довелось видеть зеленый луч, считают, что чаще всего он появляется в такой вечер, когда Солнце ярко светит до самого момента заката; если при закате Солнце очень красное, то зеленый луч почти никогда не наблюдается.

*) Fischer, Pop. Astr. 29, 1931; Mulder, The «green ray» or «green flash» (The Hague, 1922); F. Kuiper, De Groene Straal (Diss., Utrecht, 1926). Антонов, Изв. Всесоюзн. геогр. об-ва 86, 102, 1954. В перечисленных работах собрана и рассмотрена обширная литература по этому вопросу. Хорошие цветные рисунки помещены в Апп. Hydr. 65, 489, 1937.

**) Mem. Spettr. Ital. 31, 36, 1902.

***) Nature 156, 146, 1954; Hemel en Dampkring 33, 219, 1935.

Обычно при наблюдениях зеленого луча сильно помогает театральный или полевой бинокль и в еще большей степени — телескоп. Необходимо, однако, остерегаться серьезного повреждения глаз. Биноклем можно пользоваться лишь за несколько секунд до захода Солнца. Не следует также слишком рано смотреть простым глазом на последний сегмент солнечного диска; отвернитесь, пока кто-нибудь не подаст вам сигнал, что наступил нужный для наблюдения момент. Еще проще заставить блик быстро менять свое место.

Явление зеленого луча очень непродолжительно и длится всего несколько секунд. Однажды мне удалось наблюдать зеленый луч в течение 20 секунд — во время заката я взбегал по склону плотины в Зандфоорте высотой 6 м. В зависимости от скорости моего шага луч менял окраску — становился то голубее, то белее. Продлить наблюдение можно и на корабле, переходя все выше с одной палубы на другую. Нэйланду движение корабля, на котором он плыл, позволило наблюдать зеленый луч несколько раз подряд в один и тот же вечер. В одном случае, когда отмечалась необычайно сильная кривизна лучей, зеленый луч был виден в течение 10 секунд и даже более. Португалец Гаго Континхо неограниченное время мог видеть зеленый луч, создаваемый светом далекого маяка. Во время экспедиции Бэрда на Южный полюс зеленый луч был виден в течение 35 минут, пока Солнце в первый раз в конце полярной ночи выходило из-за горизонта, двигаясь точно вдоль его линии.



Рис. 63. Зеленый сегмент.

Явление зеленого луча имеет три формы: а) *зеленый край*, который, как правило, всегда можно различить вверху солнечного диска и который становится все шире по мере того, как Солнце спускается ближе к горизонту; в то же время нижний край Солнца становится красным; б) *зеленый сегмент* (рис. 63). Сегмент заходящего Солнца становится зеленым по краям. Постепенно зеленый цвет смещается к центру сегмента. Зеленый сегмент виден невооруженным глазом около секунды, а с помощью полевого бинокля иногда в течение 4—5 секунд; в) *зеленый луч* (рис. 64). Это явление, также наблюдаемое простым глазом, случается чрезвычайно редко.

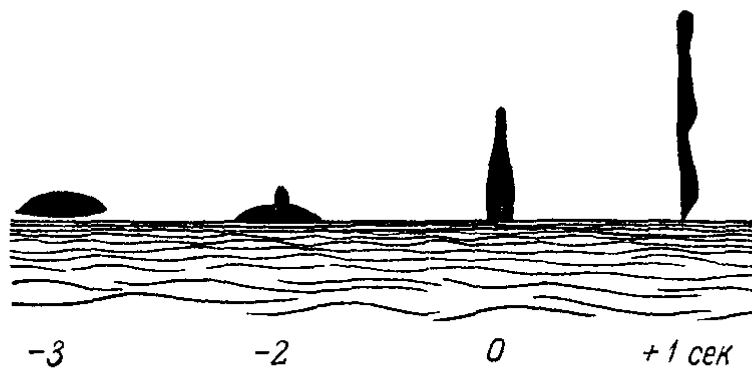


Рис. 64. Зеленый луч. Время исчисляется с момента захода Солнца.

Внешне зеленый луч похож на пламя, вырывающееся из-за горизонта как раз в тот момент, когда исчезает Солнце.

Хороший наблюдатель описал, как над погружающимся краем Солнца показался и исчез «хохолок», окрашенный в зеленый цвет, сменившийся светло-зеленой вспышкой *). Наблюдаются очень изменчивые формы явления.

Во всех трех случаях цвет луча обычно изумрудный, реже это желтоватый цвет **), иногда голубой или даже фиолетовый. Однажды было замечено, как цвет менялся из зеленого в голубой и затем в фиолетовый, причем все явление длилось несколько секунд.

Сейчас уже можно не сомневаться в правильности объяснения зеленого луча. Солнце стоит низко, так что его белые лучи должны пройти длинный путь через атмосферу. Большая часть желтого и оранжевого света поглощается водяными парами и молекулами O_4 (полосы поглощения лежат как раз в этой спектральной области). Фиолетовый свет в значительной мере ослаблен в результате рассеивания (ср. § 189). Остаются лишь зелено-голубые и красные лучи, что подтверждается спектроскопом ***) (рис. 65).

Атмосфера в нижних слоях плотнее, чем вверху, так что лучи света по пути через воздух искривляются (ср. § 36); у красных лучей искривление несколько меньше, у зеленых и голубых лучей несколько больше, поскольку они больше подвержены преломлению. Все это приводит к тому, что мы видим два солнечных диска, частично покрывающих друг друга, причем зелено-голубой диск немного выше, чем красный. Вот почему снизу солнечного диска появляется красный край, а вверху — зеленый (рис. 66). Теперь понятно, почему у края сегмент солнечного диска зеленый, когда Солнце стоит низко, и почему красная часть постепенно исчезает за горизонтом, в то время как зеленый цвет покрывает весь оставшийся

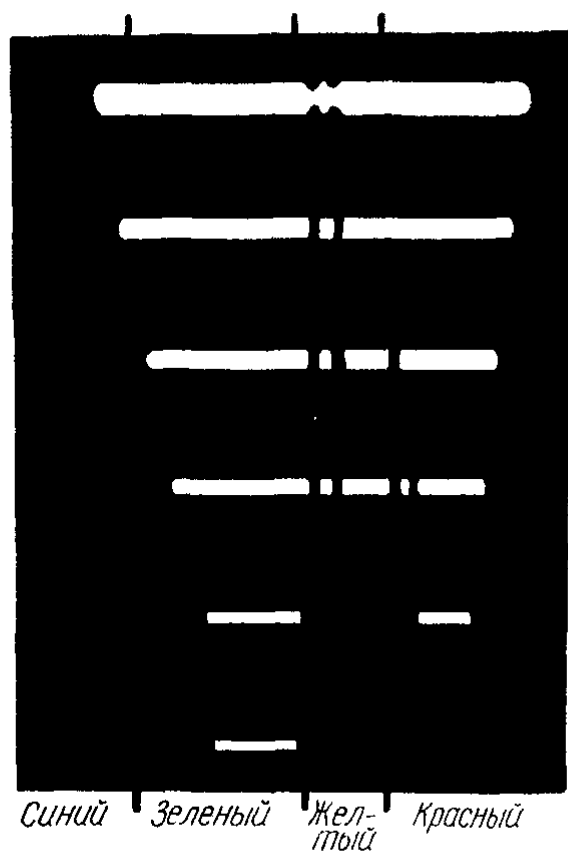


Рис. 65. Спектр заходящего Солнца по наблюдениям Диквела (Hemel en Dampkring 34, 261, 1936).

*) Шаронов В. В., Астрон. Цирк. № 108, 9, 1950.

*) Hemel en Dampkring 19, 83, 1921.

*) N. Dijkwel, Hemel en Dampkring 34, 261, 1936. При значительном рассеянии зелено-голубой цвет также исчезает; вот почему зеленый луч невидим, если садящееся Солнце темно-красного цвета. Спектр был сфотографирован и обработан Якобсоном (T. S. Jacobsen, J. Roy. Astron. Soc. Canada 46, 93, 1952).

сегмент. Во многих случаях, однако, преломление около горизонта бывает настолько сильным, что зеленый сегмент достаточно хорошо различим в течение более длительного времени. Если в это время появляются миражи, то явление развивается в своего рода пламя или отдельный луч.



Рис. 66. Как возникает зеленый луч.

Эта точка зрения была бы подтверждена, если бы зеленый луч и зеленый сегмент были совершенно не видны, когда море теплее воздуха и уменьшение плотности и искривление лучей незначительны. Имеются основания полагать, что это действительно так *).

Отмечают, что зеленый сегмент особенно хорошо виден, когда в нижних слоях воздуха налицо все признаки миража: нижний

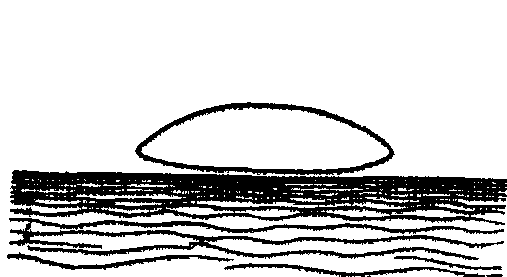


Рис. 67. У последнего сегмента заходящего диска Солнца закругленные кверху края. Есть надежда, что появится зеленый луч!

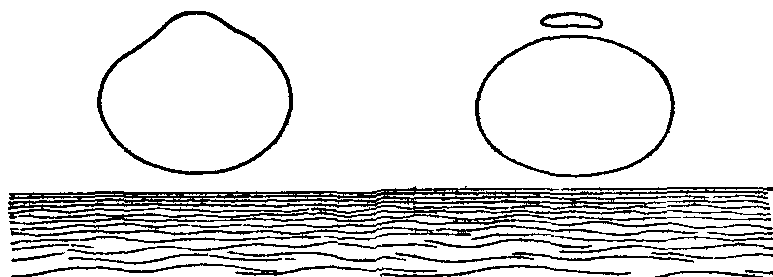


Рис. 68. Как возникает зеленый луч при отделении верхней части садящегося Солнца.

край сегмента не прямой, углы его несколько загнуты кверху (рис. 67) **).

Когда диск Солнца как бы зазубривается с боков, можно заметить, как иногда у его верхушки отрывается полоса, которая исчезает затем в ярком зеленом блеске. Это удивительно красивое зрелище ***) (рис. 68, ср. рис. 61). Приведем здесь другой факт, подчеркивающий значительную роль, которую играет в появлении зеленого луча аномальное преломление. Два раза зеленый луч был виден

*) R. W. Wood, Nature 121, 501, 1928.

**) Nature 111, 13, 1929

***) Ср. В. М. Чернов, Астрон. Цирк, № 120, 8, 1951.

лишь с одной палубы корабля, но не с других. Это говорит о большой роли высоты, с которой проводятся наблюдения *).

Измерения спектра собственно зеленого луча показали, впрочем, что зеленый свет здесь существенно интенсивнее, чем в спектре Солнца, полученном в предшествующий момент. Это можно объяснить лишь аномальной кривизной лучей. Однако находятся компетентные наблюдатели, которые настойчиво утверждают, что для появления зеленого луча вполне достаточно *обычного* земного преломления лучей **).

Таким образом, главная проблема, которую необходимо решить в связи с зеленым лучом, такова: каково должно быть преломление, чтобы явление имело наблюдаемую интенсивность зеленого луча. Для этого достаточно в течение нескольких дней определять точное время захода Солнца, наблюдая в то же время за появлением зеленого луча. Разность между наблюдаемым и вычисленным моментами послужит хорошим указателем отклонения кривизны луча от нормальной (ср. § 36).

Раньше зеленый луч принимали за физиологический последовательный образ (в дополнительных цветах) садящегося красного Солнца (§ 101). Это предположение опровергается тем фактом, что зеленый луч часто появляется и при восходе Солнца, хотя в этом случае обычно трудно предугадать, в какой точке ожидать появления света. При восходе за точку, в которой должно появиться Солнце, следует принять самую яркую точку горизонта; можно также использовать иззаоблачное сияние или фигуру Гайдингера (§§ 197, 188). Другой довод в пользу наших рассуждений таков: зеленый луч виден лишь при условии, что расстояние до горизонта достаточно велико. Хотя это и не затрагивает ни в какой степени последовательный образ, это, естественно, очень важно в отношении искривления лучей.

Зеленый луч удалось, правда, с большим трудом, сфотографировать на пластинках автохром ***).

Очень редко удавалось заметить зеленый луч от Луны или от Венеры; однажды был замечен зеленый луч от Юпитера. Саврухин видел зеленый луч от Венеры почти каждый день в течение определенного периода, когда планета заходила за горный хребет, располагавшийся в 50 км от наблюдателя, в 4° над горизонтом ****). Наблюдения ван ден Боша относятся к высоте над горизонтом 7° .

*) Meteor. Zs. 49, 1932 S. W. Visser en F. Th. Verstelle, Hemel en Dampkring 32, 81, 1934 Такое наблюдение предпочтительно проводить одному и тому же лицу, переходящему с палубы на палубу.

**) Proc. Roy. Soc. 126, 311, 1930.

***) Ряд прекрасных цветных снимков был сделан в последние годы обсерваторией в Кастель Гандолфо.

****) Астрон. Цирк., № 120, 8, 1951.

Описан случай, когда во время захода Венеры над морем отражение ее поднималось по направлению к самой планете; в момент, когда планета и ее отражение совпали, цвет внезапно изменился и из красноватого превратился в зеленый.

45. Зеленый прибой

На берегу Суматры было замечено, что на далеком горизонте пенистые гребешки волн казались зелеными, причем только у более низких волн; гребешки более высоких волн были белыми как обычно. Само море было серым, и линия горизонта казалась сильно изогнутой. По-видимому, это явление идентично зеленому лучу; сверкающие гребешки более низких волн соответствуют самому краю садящегося Солнца.

46. Красный луч *)

Из объяснения происхождения зеленого луча можно сделать вывод о существовании и *красного луча*, который можно увидеть, например, когда Солнце зашло за плотную, резко очерченную по краям, тучу около горизонта и самый нижний край диска выглядывает из-под тучи. Такую картину, правда, крайне редко, удавалось наблюдать. Красный луч еще короче по длительности, чем зеленый.

Уитнелл, видевший зеленый луч в отверстие стены на расстоянии 300 м от него, в этих же условиях наблюдал и красный луч.

47. Мерцание земных источников света **)

Явление, которое известно как мерцание или мигание, очень хорошо заметно над жаровнями или печами, в которых у нас обычно варят асфальт для улиц. Все предметы в отдалении начинают трепетать и как бы струиться в воздухе — иногда так сильно, что делаются неузнаваемыми, а воздух даже перестает казаться прозрачным. Если взглянуть на отдаленные предметы над котлом паровоза, то все они начинают дрожать. То же происходит и над раскаленной железной крышей. Такую же картину можно наблюдать над сжатом полем или полосой песка, если они сильно нагреты Солнцем.

Лучше всего явления мерцания можно наблюдать на ярких и блестящих объектах, таких, как стволы берез, белые столбы, площадки белого песка, садовые шары или стекла далеких окон, освещенные Солнцем. Летом или в солнечные весенние дни мерцают же-

*) Nature **94**, 61, 1914. Прекрасное описание наблюдения красного луча в бинокль во время исчезновения больших солнечных пятен на закате при заходе Солнца см. W. M. Lindley, J. Brit. Astr. Ass. **47**, 298, 1937.

) Meteor. Zs. **9, 138, 1892.