

И. А. ХВОСТИКОВ

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЛИНИИ СВЕЧЕНИЯ НОЧНОГО НЕБА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 7 X 1938)

1. Наиболее интенсивной линией в спектре ночного неба является зеленая линия $\lambda=5577.3\text{Å}$. Эта линия относится к спектру испускания атомного кислорода: излучение возникает при переходе атома из метастабильного состояния 1S_0 в другое метастабильное состояние 1D_0 .

До сего времени считалось очевидным, что зеленая линия ночного неба должна быть неполяризованной. Это вытекало как из фотохимической теории Чепмана, так и из теории, согласно которой общей причиной излучения атмосферы является действие на газ вторичных электронов солнечного происхождения (теория, поддерживаемая французской школой геофизиков).

Однако законченные мною опыты обнаружили наличие поляризации зеленой линии, причем степень поляризации довольно значительна, около 12%. Измерения были сделаны несколькими независимыми методами, давшими согласные между собой результаты. Ниже приводится краткое описание этих опытов.

2. Основной трудностью поляризационных наблюдений над зеленой линией является ее малая интенсивность.

Для отделения зеленой линии от других компонент спектра свечения неба при визуальных наблюдениях обычно пользуются известным светофильтром Рэлея (1). Если через этот светофильтр глазом, адаптированным на темноту, посмотреть на небо сквозь призму Николя, то хотя небо можно еще увидеть, тем не менее яркость его оказывается столь малой, что какие бы то ни было измерения делать невозможно. Призма Николя и другие аналогичные поляризационные призмы ослабляют неполяризованный луч больше, чем в 2 раза.

Удачная комбинация светофильтров, подобранная мною, позволила выделять весьма узкую область спектра (5 500—5 700 Å) лишь с небольшим ослаблением самой зеленой линии.

С другой стороны, мною была измерена прозрачность для зеленых лучей у 14 различных поляризационных призм, и из них была отобрана одна призма с отличной прозрачностью (призма Франк-Риттера, изготовленная Оптическим институтом в Ленинграде). Наличие таких фильтров и призм позволило приступить к количественным поляризационным измерениям. Для проведения измерений при столь малых интенсивностях

можно было применить «метод гашения», разработанный академиком С. И. Вавиловым и находящий ныне различные применения (2).

Первые ориентировочные наблюдения были проведены по наиболее простой схеме (фиг. 1). Поляризационная призма P была смонтирована таким образом, что при вращении ее ось симметрии оставалась совпадающей с оптической осью прибора.

Нейтрально серый фотографический клин K служил для ослабления света до порога зрения. Длинная трубка L предназначалась для ограничения поля зрения: необходимо иметь малое поле зрения, чтобы в нем не оказывалось звезд заметной яркости. Наблюдения велись через окуляр O . Набор светофильтров F выделял зеленую линию.

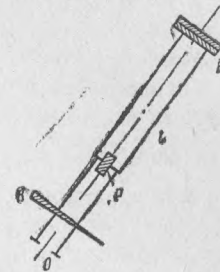
Методом гашения обычным способом производилось измерение интенсивности при двух взаимно перпендикулярных положениях поляризационной призмы. Предварительными измерениями было установлено, что при наблюдении неполяризованного света интенсивность не меняется при вращении призмы P . Таким образом неравенство интенсивностей зеленой линии при каких-либо двух взаимно перпендикулярных положениях поляризационной призмы означало наличие поляризации.

Первые наблюдения, сделанные во время новолуния в июле 1938 г., показали, что в полночь при наблюдении в районе Полярной звезды горизонтальная составляющая светового вектора больше, чем перпендикулярная ей вторая составляющая. Средний результат измерений давал для отношения интенсивностей этих двух составляющих величину $\frac{I_h}{I_v} = 1.25$.

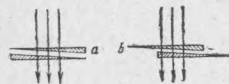
3. Несмотря на соблюдение всех предосторожностей в смысле центрировки поляризационной призмы по оптической оси, все же при указанном способе наблюдения оставался некоторый риск того, что обнаруженный эффект может быть лишь кажущимся, обусловленным вращением одних частей прибора относительно других. Я сделал попытку «увидеть» поляризацию непосредственно, пользуясь призмой Водластона, т. е. получить обычным способом две прилегающие друг к другу половинки поля зрения, свет которых поляризован во взаимно перпендикулярных направлениях. При правильной установке прибора неравенство яркости двух половинок поля зрения означало бы наличие поляризации.

Заметить разницу яркости при столь малой интенсивности и при небольшой степени поляризации обычным способом невозможно. Но если опять прибегнуть к порогу зрения глаза, адаптированного на темноту, то, доводя клином яркости до порога зрения, можно обнаружить различие яркости по неодновременности исчезновения двух половинок поля зрения. Нужно только исключить еще возможное влияние клина в следующем отношении: две половинки поля зрения могут казаться неодинаково яркими по той причине, что участок клина, сквозь который при данном положении клина проходит свет, имеет некоторую ширину, вследствие чего разные части светового пучка пройдут сквозь места клина, имеющие разную прозрачность.

Для этого я использовал два совершенно одинаковых клина с малой константой, наложенных друг на друга противоположными концами (фиг. 2, a). Ясно, что в этом случае прозрачность клина всюду одинакова, а для измерения прозрачности достаточно раздвинуть клинья друг относительно друга (фиг. 2, b).



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Для проверки правильности работы прибора производилось наблюдение заведомо неполяризованного света, для чего после каждого наблюдения над зеленой линией светофильтры, выделяющие зеленую линию, заменялись пластинкой молочного стекла, которой закрывалось входное отверстие прибора. Прибор оставался направленным на небо. Известно, что молочное стекло полностью деполяризует свет.

Наблюдения на этом приборе, выполненные мною во время августовского новолуния, показали наличие поляризации зеленой линии. Поцрежнему в районе Полярной звезды в полночь горизонтальная компонента была ярче перпендикулярной к ней второй компоненты.

Желательно было и на этом приборе измерить степень поляризации. Для этого нужно было иметь возможность каким-либо способом ослаблять одну из компонент относительно второй для достижения равенства: степень ослабления дала бы непосредственно отношение $\frac{I_h}{I_v}$. Самое естественное было бы воспользоваться для этого поляризационной призмой, путем поворота которой можно было бы любым образом ослабить яркость одной половинки поля зрения относительно другой.

Но практически сделать это оказалось невозможным: свет, прошедший уже сквозь призму Волластона, после прохождения еще сквозь поляризационную призму ослабляется слишком сильно.

Эта трудность была полностью обойдена следующим образом: если поставить на пути луча обычную стеклянную пластинку и поворачивать ее так, чтобы одна составляющая поляризованного света лежала в плоскости падения, а другая в перпендикулярной ей плоскости, то благодаря неодинаковому отражению двух составляющих можно при определенном повороте пластинки выравнять величину обеих составляющих. Добиваясь таким способом одинаковой яркости двух половинок поля зрения, можно по углу поворота пластинки непосредственно определить степень поляризации. Потери света при этом оказываются гораздо меньшими, чем при использовании поляризационной призмы.

При окончательных измерениях я пользовался стопой из трех пластин.

Измерения, выполненные этим способом, дали для отношения $\frac{I_h}{I_v}$ в полночь в районе Полярной звезды величину 1.23.

4. Для полной достоверности результатов желательно было еще исключить элемент субъективности. Для этого я провел несколько серий измерений с помощью двух наблюдателей, хорошо тренированных на измерениях методом гашения, которые для большей объективности до окончания опытов не были посвящены в суть производимых ими измерений.

Измерения были выполнены по методу вращающейся поляризационной призмы (второй метод требует специальной тренировки работы методом гашения сразу с двумя частями поля зрения). В схему опыта были внесены сравнительно с методом, описанным в пункте 2, лишь небольшие изменения, благодаря которым наблюдатели могли занимать менее утомительное положение. Наблюдения любезно были выполнены сотрудниками Института теоретической геофизики Академии Наук СССР Н. Д. Ершовой и И. М. Михайлиным* в период сентябрьского новолуния. Результаты измерений оказались в полном согласии с указанными выше данными.

* Пользуюсь случаем выразить Н. Д. Ершовой и И. М. Михайлину свою благодарность

На основании всей совокупности измерений для степени поляризации зеленой линии получается значение $11 \pm 3\%$. Как указывалось выше, это относится к району неба около Полярной звезды в полночь (основная группа измерений произведена в промежуток 23—1 ч. ночи).

5. Обнаруженная поляризация зеленой линии должна быть изучена в дальнейшем детальнее, чем это было возможно до сих пор. Необходимо ответить на следующие основные два вопроса: 1) Каково направление поляризации в разные часы ночи? 2) Меняется или остается постоянной в течение ночи степень поляризации?

К теоретической интерпретации найденных результатов я предполагаю вернуться в другой статье.

В заключение я позволю себе отметить, что настоящее исследование было выполнено в порядке сверхпланового социалистического обязательства в честь XX годовщины Ленинско-Сталинского Комсомола.

Институт теоретической геофизики.
Академия Наук СССР.
Москва.

Поступило
27 X 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ R. a y l e i g h, Proc. Roy. Soc. (A), **106**, 117 (1924). ² Е. Б р у м б е р г
и С. В а в и л о в, ДАН, III, 405 (1934).