

В. Т. ЛУКАШЕНЯ и В. И. КРАСОВСКИЙ

## ДЕТАЛИ СПЕКТРА НОЧНОГО НЕБА ОТ 9500 ДО 12000 Å

(Представлено академиком Г. А. Шайном 15 V 1951)

Ранее опубликованные исследования выявили только самую грубую структуру спектра ночного неба от 9500 до 12000 Å<sup>(1)</sup>. Было установлено, что на этом участке имеется три отчетливых максимума излучения у 9976, 10217 и 10827 Å. Кроме этого, подозревалось существование дополнительных максимумов у 9700 и 10374 Å. Последний скорее походил на пологий скат полосы с максимумом интенсивности у 10217 Å\*.

Дальнейшие исследования производились спектрографами, в которых взамен призм применялись диффракционные решетки и реплики, разработанные и изготовленные в Государственном оптическом институте. Грубые детали спектра легко обнаруживались спектрографом, имеющим дисперсию 850 Å на 1 мм при разрешающей способности до 30 Å. Более тонкие детали выявлялись спектрографом, имеющим дисперсию 150 Å при разрешающей способности до 5 Å на 1 мм. Ширина изображения щели на фотоэмульсии во всех случаях была равна 0,03 мм. Плотности максимального почернения доходили до значения 2. Чувствительность фотографической системы непрерывно уменьшалась с увеличением длины волны. Описываемые ниже пробные снимки спектров были получены без термостата. Для иллюстрации воспроизводятся репродукции расширенных спектров. Совершенно достоверны только линии или полосы, отмеченные сносками с указанием длины волны в ангстремах. Прочие менее интенсивные и тонкие линии, скорее всего, созданы дефектами и структурой фотоэмульсии.

На рис. 1 (см. вклейку) воспроизведены образцы спектров ночного неба, полученные со спектрографом, дающим 850 Å на 1 мм. Смонтированы параллельно различные образцы. Из них *a* и *в* соответствуют одному и тому же оригиналу, полученному с экспозицией 15 мин. Участок *a* отпечатан на фотобумаге с передержкой, а участок *в* — с недодержкой. Репродукция *б* сделана с другого оригинала, также полученного с экспозицией 15 мин. Однако, чтобы запечатлеть более широкий участок спектра, отпечаток на фотобумагу осуществлен при освещении, плавно уменьшающемся в сторону длинных волн. Следует обратить внимание, что на репродукции *б* со стороны коротких волн имеется диффузная полоса, отсутствующая на образце *a*. Репродукция *г* сделана с негатива, полученного с экспозицией 45 мин. Первая

\* Цитируя эти результаты (2), И. С. Шкловский сообщает, что автором будто бы открыт какой-то главный максимум у 10300 Å и что менее слабая линия 10217 Å описывается им как пологий скат другой более интенсивной линии 10374 Å.

темная полоса со стороны коротких волн вызвана, возможно, поглощением паров воды.

На рис. 2 воспроизведен образец спектра ночного неба, полученный со спектрографом, дающим  $150 \text{ \AA}$  на 1 мм. Негатив, послуживший первоисточником, был получен в результате 3-часовой экспозиции.

Следует отметить, что некоторые детали появляются иногда на различных снимках с неодинаковой четкостью и интенсивностью или даже вовсе отсутствуют. Такое различие особенно заметно на недодержках.

Спектр с дисперсией  $850 \text{ \AA}$  на 1 мм может быть согласован с ранее полученным в 1949 г. спектром с меньшей дисперсией (<sup>1</sup>). Максимум интенсивности широкой симметричной полосы  $9975 \text{ \AA}$ , показанной на рис. 1, в пределах допустимой погрешности совпадает с максимумом интенсивности у  $9976 \text{ \AA}$ , найденным в 1949 г. Средняя длина волны указанных на рис. 1 двух полос  $10155$  и  $10275 \text{ \AA}$ , равная  $10215 \text{ \AA}$ , также в пределах погрешности сходится с максимумом у  $10217 \text{ \AA}$  по материалам 1949 г. Удовлетворительное совпадение, повидимому, имеется и между полосой  $10820 \text{ \AA}$  рис. 1 и ранее открытой полосой у  $10827 \text{ \AA}$ . Возможно, что неуверенно обнаруженная в 1949 г. линия у  $9700 \text{ \AA}$  совпадает с линией или полосой на той же длине волны на снимке *a* рис. 1.

Спектр с дисперсией  $150 \text{ \AA}$  на 1 мм может быть в некоторой мере согласован со спектром с дисперсией  $850 \text{ \AA}$  на 1 мм. Полосы рис. 2  $9879$ ,  $9917$ ,  $9955$  и  $10013 \text{ \AA}$  при меньшей дисперсии, повидимому, образуют бленду с максимумом у  $9975 \text{ \AA}$ . Полосы рис. 2  $10135$ ,  $10155$  и  $10185 \text{ \AA}$  могут дать при тех же условиях бленду  $10155 \text{ \AA}$ , показанную на рис. 1. Полоса рис. 2  $10288 \text{ \AA}$  совпадает с аналогичной полосой рис. 1. Излучение у  $10300$ — $10400 \text{ \AA}$ , рассредоточенное и не всегда отчетливо проявляющееся даже на спектрах типа рис. 1, на спектре типа рис. 2 также выявлено в недостаточной степени.

В табл. 1 и 2 сообщаются только некоторые возможные идентификации линий или полос, длины волн которых в  $\text{ \AA}$  приводятся в первой колонке. Во второй колонке указывается полоса колебательно-вращательного спектра гидроксила, ее ветвь или линия ветви, которая наиболее совпадает с вновь открытым излучением. В третьей колонке указывается возможная полоса первой положительной системы азота. Наконец, в четвертой колонке — излучение, соответствующее переходу атомарного азота. Табл. 1 соответствует линиям спектра с дисперсией  $850 \text{ \AA}$  на 1 мм, а табл. 2 —  $150 \text{ \AA}$  на 1 мм.

Таблица 1

Таблица 2

1	2	3	4	1	2	3	4
9700	(3—0) R			9879	(3—0) P <sub>1</sub>		
9975	(9—2) Q			9917	(3—0) P <sub>2</sub>		
10155	(4—1) R			9955	(3—0) P <sub>3</sub> (9—5) R		
10275	(4—1) Q			10013	(3—0) P <sub>4</sub> (9—5) Q		
10400	(4—1) P	(0—0)	( <sup>2</sup> P → <sup>2</sup> D)	10135	(4—1) R		
10710	(5—2) R			10155	(4—1) R		
10820	(5—2) Q			10185	(4—1) R		
10950	(5—2) P			10288	(4—1) Q		
11310	(6—3) R			10320	(4—1) P <sub>1</sub>		
11425	(6—3) Q			10400	(4—1) P <sub>2</sub>	(0—0)	( <sup>2</sup> P → <sup>2</sup> D)

Первое указание на возможность объяснения в целом или частично инфракрасного излучения ночного неба колебательно-вращательным

спектром гидроксила в основном состоянии было сделано еще в конце 1949 г. М. А. Ильшешевичем и Б. И. Степановым при совместном обсуждении результатов исследования излучения ночного неба в этом году. Однако тогда такое предположение не могло быть обосновано из-за отсутствия однозначных и точных молекулярных констант гидроксила. Существенные сдвиги произошли после идентификации Мейнелом некоторых излучений в ближней инфракрасной области спектра как колебательно-вращательного спектра гидроксила в основном состоянии<sup>(3)</sup>. Заслугой Мейнела является идентификация на основании только одного анализа структуры спектра без использования неточных молекулярных констант. После Мейнела И. С. Шкловский опубликовал ряд работ о гидроксильной природе инфракрасного излучения ночного неба<sup>(2)</sup>. В работах одного из нас присутствие гидроксильного излучения также подтверждается<sup>(1)</sup>. Однако оно не признается единственно возможным излучением и происхождение его объясняется совершенно иначе. Мы предпочитаем считать, что все эти вопросы в настоящее время еще недостаточно обоснованы и что необходимо дальнейшее экспериментальное и теоретическое исследование для их окончательного разрешения.

Несколько замечаний по поводу идентификации по гидроксильному варианту. Обращает на себя внимание отсутствие значительного числа отдельных линий *P*-ветвей. Отдельные указанные линии *P*-ветвей имеют случайное расположение, при котором отсутствие других аналогичных линий непонятно. Разрешающая способность спектрографа с дисперсией 150 Å на 1 мм была бы достаточна для отчетливого разрешения на отдельные линии *P*-ветвей гидроксила. По снимку *a* рис. 1 отсутствует излучение на месте *Q*-ветви полосы 3—0. Это могло бы быть объяснено только при допущении очень высокой вращательной температуры гидроксила. С другой стороны, на снимке рис. 2 имеются интенсивные линии, которые могли бы быть приписаны первым линиям *P*-ветви полосы 3—0, что не в пользу довода за высокую температуру. У полос 4—1, 5—2 и 6—3 *R*-ветви очень широки, что нельзя сказать про полосы 3—0 и 9—5. На снимках *a*, *b*, *v* и *г* рис. 1 *R*- и *Q*-ветви полос 4—1, 5—2 и 6—3 разрешаются, но они не разрешаются, у полосы 9—5.

На основании спектральной характеристики прибора, в случае принятия гидроксильного варианта как единственного, можно утверждать, что полоса 9—5 значительно интенсивнее полосы 3—0, если последняя вообще существует. Полоса 4—1 на том же основании значительно интенсивнее полосы 9—5. С другой стороны, полоса 5—2 едва ли интенсивнее полосы 4—1, хотя, в свою очередь, полоса 6—3 значительно интенсивнее полосы 5—2. Такие заключения расходятся с прогнозами И. С. Шкловского<sup>(2)</sup>. Причиной расхождений может быть неточность данных Мейнела или возможное непостоянство распределения интенсивности по полосам гидроксила, с одной стороны, и уже отмеченная одним из нас неточность расчетов интенсивностей по методу Курта Шольца, с другой<sup>(1)</sup>. Указанные неувязки могут объясняться также наложением интенсивного излучения, не связанного с гидроксилом.

Самым слабым местом в использовании интенсивностей, указываемых Мейнелом, является их калибровка по красной линии свечения ночного неба 6300 Å без указания ее абсолютной интенсивности. Согласно предложенному одним из нас механизму возбуждения гидроксила, он образуется в возбужденном состоянии, в частности за счет химической реакции возбужденного атомарного кислорода с  $H_2O$  и  $H_2$ . Увеличение концентрации  $H_2O$  и  $H_2$  будет вызывать увеличение концентрации атомарного водорода, а следовательно, и излучения гидроксила, при одновременном усилении гашения возбужденных состо-

яний кислорода. Вытекающая из указанного механизма обратная зависимость между интенсивностью излучения гидроксила и кислорода делает весьма условным и неопределенным пересчет интенсивностей гидроксильного излучения в абсолютные значения по интенсивности красной линии  $6300 \text{ \AA}$ , оцениваемой по другим источникам.

Линия  $10400 \text{ \AA}$ , возможно, является неразрешившимся дублетом  $N(2P \rightarrow 2D)$ . Однако длина волны этой линии близка к длине волны интенсивной линии  $P_2$  полосы гидроксила 4—1.

Выражаем благодарность акад. А. Н. Теренину за любезное содействие в получении диффракционных решеток и реплик, без которых было бы невозможно получить новые спектры свечения ночного неба.

Крымская астрофизическая  
обсерватория

Поступило  
3 IV 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. И. Красовский, ДАН, **66**, № 1 (1949); **70**, № 6 (1950); **73**, № 4 (1950); **77**, № 3 (1951); Изв. Крымск. обсерв., **5**, 100 (1950). <sup>2</sup> И. С. Шкловский, ДАН, **75**, № 3 и 6 (1950). <sup>3</sup> А. В. Meinel. *Astrophys. Journ.*, **111**, Nos 1, 2, 3 (1950); **112**, No. 1 (1950).