

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

УДК 531.767+550.388.8

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СКОРОСТИ,  
ИЗМЕРЕННЫЕ ПО ДОПЛЕРОВСКОМУ СДВИГУ ЛИНИЙ  
АТОМАРНОГО КИСЛОРОДА  $\lambda=5577 \text{ \AA}$   
В ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЯХ

Глебовский Д. Н., Лопатин А. И., Петрунькин Л. А., Петрунькин М. А.

Измерения параметров зеленой линии атомарного кислорода в полярных сияниях ведутся уже многие годы [1-3]. Использование для этих целей новой светосильной спектральной аппаратуры высокого разрешения позволяет, в частности, получать информацию о температуре излучающей среды [4, 5]. В то же время низкий уровень эмиссии, динамика излучающих областей и недостаточная чувствительность аппаратуры обычно позволяют получать спектрограммы лишь путем длительного накопления сигнала, что в свою очередь дает значения измеряемых параметров, усредненные по формам сияний.

В настоящей работе приводятся первые результаты измерения длины волны максимума линии  $01 ({}^1D_2 - {}^1S_0)$  с высоким пространственным и временным разрешением при наблюдении в зенит.

Первоначально целью работы было выяснение возможности использования таких измерений в качестве естественного эталона при определении скорости горизонтальных ионосферных ветров по доплеровскому смещению. Однако полученные результаты имеют самостоятельный интерес и свидетельствуют о наличии значительных вертикальных компонент скорости излучающих атомов в полярных сияниях.

Для регистрации спектров нами был создан спектрометр типа СИСАМ с компенсированным полем, специализированный для регистрации слабых свечений [6]. Все наблюдения проводились в субавроральной зоне в марте—апреле 1984 г. и охватили практически весь период, пока солнце находилось за горизонтом.

Основные характеристики установки (пороговый регистрируемый световой поток  $\sim 100$  Рэлей, спектральное разрешение  $\sim 0.04 \text{ \AA}$ , угол зрения с учетом проектирующей оптики  $\sim 0.6^\circ$ , время записи линии  $\sim 10$  с) позволяли в условиях наблюдения регистрировать спектрограммы непосредственно от фрагментов сияний, проходящих через поле зрения прибора.

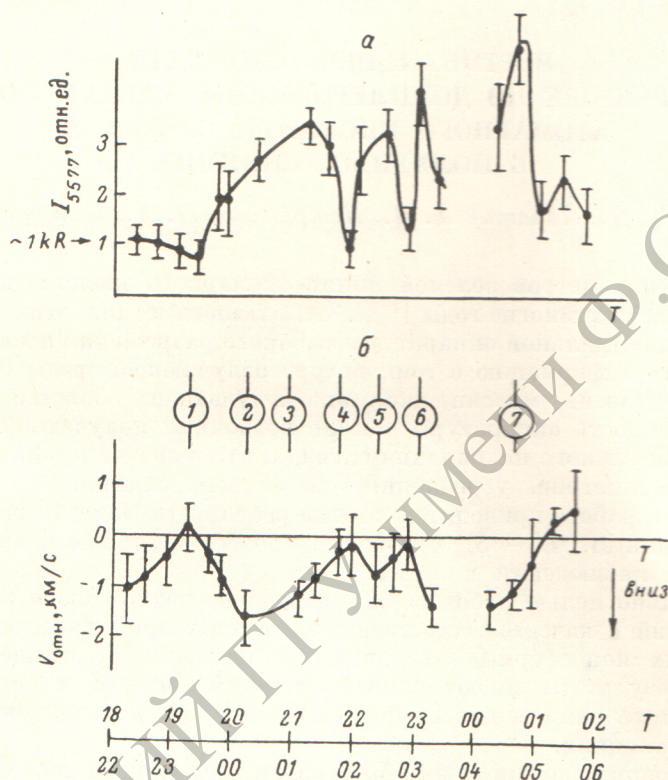
Методика регистрации каждой спектрограммы включала в себя последовательную запись первой опорной линии криптона ( $5570.289 \text{ \AA}$ ) от лабораторного источника, исследуемой линии и второй опорной линии криптона ( $5580.389 \text{ \AA}$ ). В начале и в конце каждого сеанса наблюдений проводился дополнительный контроль системы сканирования по линиям криптона ( $5575.56 \text{ \AA}$ ) и неона ( $5576.049 \text{ \AA}$ ). Положение максимума исследуемой линии вычислялось интерполяцией спектрограммы по опорным линиям. В контрольных опытах такая методика обеспечивала воспроизводимость длины волны максимума измеряемой линии не хуже  $0.004 \text{ \AA}$ .

За время наблюдений по описанной методике было получено около 400 спектрограмм ( $\sim 150$  для ночного неба и  $\sim 250$  для сияний I—II баллов), для каждой из которых было рассчитано положение максимума исследуемой линии. Отсут-



ствие систематических ошибок при измерениях подтверждается тем, что усреднение результатов по интенсивностям, меньшим 1 кРэля, дает значение 5577.350 Å, совпадающее с результатом [1] для ночного неба; усреднение результатов по интенсивностям, большим 1 кРэля, дает значение 5577.343 Å, совпадающее с результатом [3] для полярных сияний; усреднение результатов по всему массиву данных дает значение 5577.345 Å, совпадающее с результатом [2], где одновременно учитывались полярные сияния и ночное небо.

Наши результаты позволили проследить динамику изменения положения максимума зеленой линии при прохождении через зенит различных форм сияний



Временной ход интенсивности свечения (а) и доплеровской скорости (б), вычисленной по смещению линии.

Данные получены 1.04—2.04.1984 г. Цифрами в кружках обозначены наблюдавшиеся формы сияний: 1 — диффузное свечение; 2 — слабые дуги, 3 — дуга 1 в зените, 4 — диффузное свечение, 5 — диффузное свечение + корона, 6 — пульсирующие дуги и пятна 1+ в зените, 7 — пульсирующие полосы 1-1+ в зените. На нижней шкале даны метки времени: сверху — среднеевропейское, снизу — московское.

и обнаружить корреляцию между интенсивностью свечения этих форм и доплеровским смещением. Наблюдавшиеся смещения максимума линии во время сияний достигали величины  $\Delta\lambda = -0.04 \pm 0.002 \text{ \AA}$ , что соответствует вертикальным доплеровским компонентам скорости излучающих атомов до  $2000 \pm 100 \text{ м/с}$ , направленным преимущественно вниз (за истинную длину волны было взято значение 5577.339 Å из таблиц Национального бюро стандартов США [7]).

На рисунке приведена типичная зависимость интенсивности излучения (а) и доплеровской скорости (б), вычисленной по смещению максимума от времени наблюдения. Отчетливо видна корреляция между доплеровской скоростью и формами сияния. Максимальные скорости излучающих атомов фиксировались, когда в поле зрения прибора (в зените), начинали входить относительно яркие и структурированные формы сияний. После выхода их из поля зрения значения скоростей возвращались к первоначальному значению. В большинстве случаев ширина смещенной линии была меньше, чем несмещенной, что согласуется с результатами [4].



В нескольких случаях наблюдался расщепленный контур линии, подобный приведенному в [5], расстояние между составляющими контура достигало величины 0.1 Å.

Таким образом, в результате работы обнаружено наличие значительных вертикальных компонент скорости излучающих атомов в полярных сияниях, величина которых коррелирует с интенсивностью свечения. Полученная информация может быть использована при построении моделей формирования излучающих областей ионосферы, а также для детализации механизмов возбуждения свечения в полярных сияниях.

Авторы выражают свою признательность Л. С. Евлашину, С. А. Черноусу, В. Ф. Юценко, Н. Н. Богданову и В. Р. Тагирову за ценные консультации.

#### Литература

- [1] Babcock H. D. — *Astrophys. J.*, 1923, v. 57, p. 209—221.
- [2] Cabannes J., Dufay J. — *J. Phys. rad.*, 1955, v. 16, p. 129—130.
- [3] Веллер А. Е. — В кн.: Полярные сияния и свечение ночного неба. М., 1961, № 7, с. 65—89.
- [4] Hillard R. L., Shepherd G. G. — *Planet. Space Sci.*, 1966, v. 14, p. 383—406.
- [5] Богданов Н. Н. — В кн.: Исследования оптического излучения ночного неба. Якутск, 1979, с. 50—55.
- [6] Yevlashin L. S., Petrunkin L. A., Petrunkin M. A., Chernouss S. A., Lopatin A. I., Shykhtin A. M. *Proc. 10th annual meeting on upper atmospheric studies by optical methods*. Grasse, France, 1982, p. 119—126.
- [7] Moore C. E. *Selected tables of atomic spectra, Atomic energy levels and multiplet tables 01*. NSRDS-NBS 3, Section 7, A325, 1976.

Поступило в Редакцию 26 марта 1985 г.

УДК 621.373 : 535

Опт. и спектр., т. 59, в. 5, 1985

### РЕКОМБИНАЦИОННЫЙ $\text{Br}_2$ -ЛАЗЕР С ОПТИЧЕСКИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Антипенко Б. М., Привалова Т. А., Тарасенко В. В.

Проблема фотоиндуцированного режима протекания химических реакций, сформулированная в общем виде в [1] и конкретизированная в последующих работах отечественных [2-4] и зарубежных [5, 6] исследователей, привела к рождению нового типа лазеров — фоторекомбинационного, существовавшего, однако, до настоящего времени в форме теоретических предположений и предлазерных экспериментов. В данной работе впервые реализована рекомбинационная накачка лазерного перехода, впервые осуществлено преобразование энергии средства нейтральных атомов Br в энергию стимулированного излучения.

Для наработки атомарного брома в работе использовано оптическое возбуждение — наиболее простой в техническом отношении из предлагавшихся способов накачки фоторекомбинационных сред. Хорошее согласование спектра поглощения молекулярного брома и спектра излучения разряда в ксеноне делают этот способ накачки в данном конкретном случае достаточно эффективным.

Лазерное испытание фотовозбужденной среды  $\text{Br} + \text{Br}_2$  проводилось методом внутррезонаторной лазерной спектроскопии (ВРЛС), поскольку только многопроходный режим обеспечивает высокую эффективность экстракции энергии, запасенной в среде с малым коэффициентом усиления, обычно предсказываемым для фоторекомбинационных сред [7]. В качестве базового использовался лазер на неодимовом стекле ГЛС-1, частота излучения которого резонансна спектральным составляющим хемилюминесценции брома.

Схема ВРЛС-установки повторяла описанную в [8] с тем лишь отличием, что резонатор содержал две диафрагмы, фиксирующие каустику излучения.