

Подобные рассуждения, конечно, имеют довольно грубый характер и величина $\frac{dQ}{d\mu}$ из (57) может быть верной только по порядку величины. Тем не менее, она находится в удовлетворительном согласии с величиной $\frac{Q}{\mu}$ для Юпитера, равной $2 \cdot 10^{-5}$.

Вопрос о количественном согласии наших расчетов с наблюдениями будет подробнее рассмотрен в очередной статье.

Январь, 1969.

ՀԱՆՏԱԳՈՒՄ ԵՐԱՆԱԳՅՈՒՄԻ ԵՎ ԵՆՈՒՄԻ ՍԱՅՈՒԹՆՈՒՅԱԾՈՒՆ .III.

Ռ. ԿԻԼԱԺԵ
(ըզմըմք)

Շղթայավորված շրջանային շարժման մոտարկում մեծ զանգված ունեցող մարմնի շրջանային շարժմանը և 10⁻³-մասնիկ զանգվածով մարմնի շարժմանը միջև գործառնական կապը պարզապես զրոյի մոտ է: Ենթադրելով շրջանային շարժման արագության մեծությունը մասնավորապես $e \leq 0.05$:

ON THE AXIAL ROTATION OF PLANETS. III.

R.I.KILADZE
(Summary)

The motion of a particle having small mass on the elliptic orbits in the Sun's and planet's gravitation field is studied, if the mass of the planet is equal to 10^{-3} .

The derivative of the planet's kinetic moment with respect to the mass is computed for the small values of eccentricity ($e \leq 0.05$).

Ցի տ Ր Վ Ա Ն Ա Ն Լ Ի Թ Ե Ր Ա Տ Ր Ա

1. Կիլաձե Ր.Ի. Երկու կարգի օրբիտներում մասնիկի շարժումը և 10⁻³-մասնիկ զանգվածով մարմնի շարժումը միջև գործառնական կապը պարզապես զրոյի մոտ է: Ենթադրելով շրջանային շարժման արագության մեծությունը մասնավորապես $e \leq 0.05$:
2. Կիլաձե Ր.Ի. Երկու կարգի օրբիտներում մասնիկի շարժումը և 10⁻³-մասնիկ զանգվածով մարմնի շարժումը միջև գործառնական կապը պարզապես զրոյի մոտ է: Ենթադրելով շրջանային շարժման արագության մեծությունը մասնավորապես $e \leq 0.05$:
3. Կիլաձե Ր.Ի. Երկու կարգի օրբիտներում մասնիկի շարժումը և 10⁻³-մասնիկ զանգվածով մարմնի շարժումը միջև գործառնական կապը պարզապես զրոյի մոտ է: Ենթադրելով շրջանային շարժման արագության մեծությունը մասնավորապես $e \leq 0.05$:
4. Giulì R.T. On the rotation of the Earth produced by gravitational accretion of particles. *Icarus*. 1968, 8, N.2, 301.
5. Giulì R.T. Gravitational accretion of small masses attracted from large distances as a mechanism for planetary rotation. *Icarus*. 1968, 9, N.1, 186.

ՏՄՈՒՇՈՒՄ ԵՐԱՆԱԳՅՈՒՄԻ ԵՎ ԵՆՈՒՄԻ ՍԱՅՈՒԹՆՈՒՅԱԾՈՒՆ .III.

Լ.Մ.ՓԻՏԿՈՎԱ

I. В в е д е н и е

В спектре свечения ночного неба, кроме эмиссионных линий и полос, имеется слабый непрерывный фон. Он был обнаружен еще в 1923 г. Рэлеем в синей и фиолетовой областях спектра [1]. Снимая при помощи спектрографа с малой дисперсией и низкой разрешающей способностью (весь спектр умещался в пределах 2 мм), он получил помимо эмиссионных полос слабый сплошной спектр, на котором проступали фраунгоферовы линии Н и К ионизованного кальция. То же самое наблюдал Дюфа [2]. В 1937 г. П.П.Добронравин и И.А.Хвостиков [3] фотографировали спектры свечения ночного неба в Симеизе (Крым) при помощи светосильного спектрографа. Они показали, что распределение интенсивности в спектре свечения ночного неба в области 3000-4000 ангстрем отличается от распределения в спектрах сумеречного и дневного неба; в спектре ночного неба в этом участке имеется избыток свечения. Основываясь на работах Рэля и Дюфа, обнаруживших фраунгоферовы линии в фиолетовой области спектра свечения ночного неба, П.П.Добронравин и И.А.Хвостиков отнесли наблюдаемый спектр к рассеянному свету, а избыток свечения в ближней ультрафиолетовой области предложили объяснить особенностью рассеяния ультрафиолетового солнечного света в верхних слоях атмосферы, где даже в полночь может присутствовать рассеянный солнечный свет в результате как многократного рассеяния в области тени, так и в результате селективной рефракции для отдельных длин волн.

Однако дисперсия и разрешающая способность использованных в те годы спектрографов были столь низкими, что не представлялось возможным выявить и тем более разделить на непрерывном фоне отдельные эмиссионные полосы. Результаты получались противоречивыми. Например, Эльви и др. [4], а также Барбье [5] в 40-ых годах уже не обнаружили точного совпадения полос поглощения в ультрафиолетовом спектре свечения ночного неба с фраунгоферовыми линиями. В 50-ых годах в результате наблюдений при помощи спектрографов с большей разрешающей способностью было установлено, что наличие фраунгоферовых линий является кажущимся и объясняется сочетанием большого числа эмиссионных полос. Эти полосы были отождествлены как полосы

молекулы O_2 системы Герцберга и подробно изучены затем Черняевым [6], который показал, что если в ультрафиолетовой области спектра свечения ночного неба и есть непрерывный фон, обусловленный рассеянным свету, то он чрезвычайно слаб по сравнению с эмиссионными полосами O_2 , причем сильные фраунгоферовы линии замываются и искажаются полосами Герцберга.

Распределение интенсивности в видимой области спектра свечения ночного неба впервые было изучено, с целью разделения на составляющие, в 1934 г. К.Б.Паншиным, И.А.Хвостиковым и В.М.Черняевым [7]. Они проводили спектрофотометрические наблюдения свечения ночного неба на склонах Эльбруса на высоте 3000 м. При этом ими был использован разработанный академиком С.И.Вавиловым визуальный метод гашения [8]. Этот метод, основанный на свойствах пороговой чувствительности человеческого глаза, является одним из наиболее чувствительных фотометрических методов. С его помощью Паншину, Хвостикову и Черняеву удалось получать в течение ночи до семи полных кривых распределения интенсивности в области 4550–5900 ангстрем спектра свечения ночного неба. Разрешающая способность использованного ими монохроматора не позволяла выделять отдельные эмиссионные линии (спектральная ширина цели составляла 150 ангстрем в синей и 300 ангстрем в желто-зеленой области спектра). Но измерение за ночь нескольких кривых распределения интенсивности в спектре и построение ночного хода интенсивности для разных участков спектра позволило установить, что, во-первых, спектральное распределение в течение ночи меняется; во-вторых, ночной ход интенсивности свечения в синей области спектра ночного неба имеет минимум в полночь, а в желто-зеленой области, наоборот, достигает в полночь максимума. На основе этих фактов авторы предположили, что свечение ночного неба состоит из собственного свечения атмосферы, имеющего максимум около полуночи, и рассеянного света, минимального в полночь. Кроме того, добавляется небольшая часть, которая может быть отнесена к прямому свету звезд. По данным Паншина, Хвостикова и Черняева в среднем собственное свечение атмосферы составляет половину полного свечения ночного неба в видимой области спектра, а рассеянный свет – примерно одну четверть. При этом в начале ночи доля рассеянного света больше, почти одна треть от полной интенсивности.

В последующие годы проводились многочисленные исследования сплошного спектра свечения ночного неба как при помощи спектрографического, так и при помощи фотовольтрических методов. Ниже будет дан обзор основных результатов. При этом сплошным спектром свечения ночного неба мы будем называть сложный спектр, который состоит

из а) собственного свечения верхней атмосферы в непрерывном спектре, б) рассеянного в верхней атмосфере солнечного света, подающего туда даже в полночь в результате многократного рассеяния, в) прямого света звезд и других внеземных объектов, г) зодиакального света, д) рассеянного в тропосфере света от всех, указанных в предыдущих пунктах источников. В последнее время собственное свечение верхней атмосферы в непрерывном спектре часто называют континуумом свечения ночного неба, хотя состав его до настоящего времени не известен достаточно определенно. Весьма возможно, что собственное свечение верхней атмосферы в непрерывном спектре состоит не только из континуума, т.е. излучения, возникающего при переходах между двумя состояниями, хотя бы одно из которых соответствует непрерывной последовательности энергетических уровней, но также и из эмиссионных линий и полос, которые вследствие чрезвычайно малой их интенсивности и недостаточной разрешающей способности методов исследования не могут пока быть выделены.

П. Обзор результатов фотометрических наблюдений сплошного спектра свечения ночного неба

1). Абсолютная интенсивность. Фотометрические наблюдения сплошного спектра ночного неба проводились в подавляющем числе случаев при помощи электрофотометров, снабженных интерференционными светофильтрами. Выделялись области спектра свечения ночного неба, свободные от эмиссионных линий и полос. В ближней ультрафиолетовой и синей областях спектра это сделать трудно из-за большого количества близко расположенных эмиссионных полос Герцберга молекулярного кислорода по всему спектру от 3100 до 4500 ангстрем. В видимой области чаще всего выбирали участки около 5100–5300, 5700 и 6050 ангстрем. Измерения интенсивности сплошного спектра в указанных участках проводились с целью учета непрерывного фона в фотовольтрических наблюдениях основных эмиссий ночного неба – 5577 и 6300–6364 ангстрем атомарного кислорода, 5890–5896 ангстрем натрия. Этот метод, известный под названием двухфилтрового метода Роча [9], применялся на всех станциях мировой сети, проводивших электрофотометрические наблюдения свечения ночного неба по международным программам МГТ, МГС и МГСС. Он заключается в том, что свечение ночного неба измеряется в двух фильтрах – одном, центрированном на длину волны эмиссионной линии, другом, центрированном на близлежащий участок сплошного спектра, в котором различных линий и полос нет; интенсивность эмиссионной линии получается в результате вычитания из интенсивности, измеренной в первом фильтре, соответственно приведенной интенсивности, измеренной во втором фильтре. Для достиже-

ния достаточной точности измерения интенсивностей линий с помощью двухфильтрового метода необходимо знать распределение интенсивности в сплошном спектре свечения ночного неба в зависимости от длины волны, поэтому естественно, что интерес к сплошному спектру возрос. В течение последнего десятилетия выполнен ряд электрофотометрических наблюдений видимой области сплошного спектра свечения ночного неба.

Прежде всего, при помощи прокалиброванных в абсолютных единицах электрофотометров была измерена абсолютная интенсивность в сплошном спектре. Разными авторами в разные годы получены величины, меняющиеся в близких пределах. Некоторые данные можно видеть в таблице I, в которой даны интенсивности в ряде участков сплошного спектра в разлехах на 1 ангстрем, приведенные к зениту.

Таблица I

Авторы	Годы	$\lambda, \text{Å}$	Интенсивность рэлей/ангстрем	Ссылка
Барбье, Дюфе, Вильямс	1949-1951	5180	1.3 - 2.4	[10]
К.К. Чуваев	1952	5300	0.7 - 1.4	[11]
В.М. Морозов	1957-1959	5300	0.8 - 4.5	[12]
Л. Фишкова, Г.В. Маркова	1958-1962	5270 6050	1.3 - 2.2	[13, 14]
Дандекар	1966	5577 5893 6300	3.5 2.6 3.4	[15]

Средняя интенсивность сплошного спектра в области 5000-6500 ангстрем в зените составляет 1.3 - 2.4 рэлей на ангстрем. Это означает, что интегральная интенсивность сплошного спектра в указанном диапазоне протяженностью 1500 ангстрем составляет в среднем около 3000 рэлей, что на порядок больше средней интенсивности самой яркой эмиссионной линии видимого свечения ночного неба - земной кислородной линии 5577 ангстрем. В таблице I представлены полные интенсивности сплошного спектра, включающие как собственное свечение верхней атмосферы, так и внеземную составляющую.

2) Разделение интенсивности сплошного спектра свечения ночного неба на внеатмосферную и атмосферную составляющие. При фотометрировании сплошного спектра большое значение имеет разделение его составляющих, каждая из которых пред-

ставляет самостоятельный интерес. Если распределение звездной составляющей важно для изучения структуры Галактики, зодиакальная составляющая характеризует распределение пылевого вещества в межпланетном пространстве, то атмосферная составляющая сплошного спектра ночного неба, возникающая в результате собственного свечения верхней атмосферы, представляет интерес для изучения физических и физико-химических свойств атмосферы Земли.

Согласно академику В.Г. Фесенкову [16] интенсивность свечения ночного неба можно представить в виде:

$$\bar{I}(z, A) = \int_0^{\infty} F(z) \rho^{\sec z} (1+X) + L(\theta) \rho^{\sec z} + 0,355 \overline{\varphi(z, z_1)} \sec z_1 (1 - \frac{1}{4} \sin^2 \theta_1) + LZ \rho^{\sec z} (1+S). \quad (I)$$

Здесь $F(z)$ - функция ван Райна

$$F(z) = \frac{(1+h)}{\sqrt{(1+h)^2 - \sin^2 z}}, \quad (2)$$

где $h = \frac{H}{R}$, H - высота светящегося слоя, R - радиус Земли, z - зенитное расстояние точки наблюдения, z_1 - зенитное расстояние внеземного источника, θ_1 - галактическая широта точки наблюдения,

$L(\theta)$ - интенсивность звездной составляющей, X - член, характеризующий рассеяние атмосферной составляющей в тропосфере. Третий член формулы - рассеянный в тропосфере свет внеземной составляющей, при этом

$$\varphi(z, z_1) = \frac{\rho^{\sec z} - \rho^{\sec z_1}}{\sec z_1 - \sec z}. \quad (3)$$

LZ - интенсивность зодиакальной составляющей, а S - характеризует её рассеяние в тропосфере. В.Г. Фесенков разработал полуэмпирический метод расчета рассеяния в тропосфере; согласно этому методу

$$X = K \frac{\overline{F(z)}}{F(z)}, \quad (4)$$

где K определена эмпирически и представляет собой отношение освещенности площадки от рассеянного света неба, к освещенности площадки от прямого света Солнца. Величина $\overline{F(z)}$:

$$\overline{F(z)} = \frac{\iint F(z) f(\vartheta) \varphi(z, z_1) \sin z dz dA}{\iint f(\vartheta) \varphi(z, z_1) \sin z dz dA}, \quad (5)$$

где $f(\vartheta)$ - индикатрисса рассеяния в реальной атмосфере, исследованная при помощи ореольного фотометра:

$$f(\vartheta) = 1 + 1,652 \cos^2 \vartheta + 1,214 \cos^4 \vartheta, \quad (6)$$

ϑ - угол рассеяния. Для функций $\varphi(z, z_1)$, K и $\overline{F(z)}$ составлены соответствующие таблицы для разных значений h и коэффициента прозрачности ρ . Для $\rho > 0.8$ можно пользоваться для учета рассеяния в тропосфере приближенным выражением

$$1,1(\rho + 0,03)^{mz}, \quad (7)$$

вместо ρ^{mz} .

Ашбэрном [17] составлены таблицы коэффициентов рассеяния для разных значений оптической толщи τ , высоты светящегося слоя и альbedo земной поверхности. Эти коэффициенты вычислены на основе метода Барбье [10] приближенного решения уравнения переноса для частного ралеевского рассеяния.

Формулы Фесенкова и таблицы Ашбэрна можно использовать для вычисления рассеянного в тропосфере света от атмосферного и внеземного источников, т.е. коэффициентов X и S и третьего члена в формуле (1) для интенсивности сплошного спектра свечения ночного неба.

Для выделения внеземной составляющей сплошного спектра необходимо знать функцию $L(\delta)$ в зависимости от галактических координат и функцию $LZ(\beta)$ в зависимости от эклиптических координат точки наблюдения.

В зависимости от чувствительности и величины поля зрения используемого электрофотометра будет существовать предельная звездная величина m_0 такая, что при $m < m_0$ попадание каждой звезды в поле зрения электрофотометра будет влиять на величину отсчета, а при $m > m_0$ играет роль звездный фон, суммарный свет звезд, находящихся в поле зрения. Общепринятым прибором для электрофотометрических наблюдений свечения ночного неба являются фотоэлектрические фотометры с полем зрения порядка 20 квадратных градусов (диаметр поля зрения около 5°). Можно показать [18], что предельной звездной величиной для таких фотометров является $m_0 = 5$. Более слабые звезды составляют суммарный фон.

Подсчет числа звезд в 792 точках неба для 206 избранных площадок Каптейна для звезд от $m = 6$ до $m = 18$ был выполнен ван Райном в лаборатории Каптейна в 1925 г. [19]. Мегилл и Роч [20] использовали подсчеты ван Райна для составления таблиц распределения звездной составляющей, удобных для практической фотометрии свечения ночного неба. В этих таблицах звездная составляющая выражена в числах звезд десятой величины на квадратный градус для интервалов галактических широт δ и галактических долгот $\ell \pm 10^\circ$ для звезд как фотографической, так и визуальной величины от $m = 6$ до $m = 18$ и для интегрального света звезд с $m > 6$.

Подобная же работа была выполнена Смитом, Рочем и Оуэном [21] для распределения зодиакальной составляющей сплошного спектра свечения ночного неба. На основе подробных электрофотометрических измерений яркости зодиакального света в области 5300 ангстрем, выполненных в обсерватории Халекала (Гавайские о-ва), ими построены карты и таблицы, в которых яркость зодиакального света выражена в числах звезд десятой визуальной величины на квадратный градус через каждые 5° в зависимости от эклиптической широты β и элонгации $\lambda - \lambda_0$.

Таблицами Мегилла, Роча и Смита, Роча, Оуэна удобно пользоваться для учета звездной и зодиакальной составляющих в электрофотометрических наблюдениях сплошного спектра свечения ночного неба. Представленные в них ряды величин звездной и зодиакальной составляющих можно считать первым приближением и использовать для выделения внеземной составляющей сплошного спектра, если, например, пойти по следующему пути [10]. Одновременно выполняются наблюдения в двух точках неба, в одной из которых внеземная составляющая остается постоянной; такой точкой является Полюс Мира. Допустим, что наблюдения проводятся в средних широтах одновременно в Полюсе Мира и в зените. Обозначим внеземную составляющую в обоих направлениях соответственно L_n и L_0 и будем считать L_n известной из таблиц Роча и др. В средних широтах отношение интенсивности I_z к интенсивности в зените для зенитных расстояний $z = 30-50^\circ$ мало и зависит от высоты светящегося слоя и в среднем равно 1.3. Полные интенсивности, измеренные в обоих направлениях, равны:

$$i_n = L_n \rho_\lambda^{m_z} + I_n; \quad i_0 = L_0 \rho_\lambda + I_0, \quad (8)$$

где I_n и I_0 - атмосферная составляющая, не исправленная за атмосферное поглощение, а ρ_λ - коэффициент прозрачности. Так как $I_n/I_0 = 1.3$, то искомая интенсивность внеземной составляющей в зените равна:

$$L_0 \rho_\lambda = \frac{1}{1.3} (L_n \rho_\lambda^{m_z} - i_n) + i_0. \quad (9)$$

Коэффициент 1/1.3 - для случая Полюс Мира-зенит в средних широтах. В более общем случае обозначим этот коэффициент γ ; он будет равен единице, если оба направления имеют одинаковое зенитное расстояние. Приблизненно значение γ можно определить из графика корреляции i_z с i_0 . Но можно, зная распределение внеземной составляющей по таблицам Роча и др. и измерив полное излучение в двух точках, определить γ в первом приближении; используя это γ и табличное значение внеземной составляющей в Полюсе Мира, получить первое приближение для внеземной составляющей в данном направлении и, используя его, получить следующее приближение для γ . Этот метод последовательных приближений также можно использовать для разделения составляющих сплошного спектра [22].

Однако, если наблюдения свечения ночного неба выполняются при помощи электрофотометра, прокалиброванного в абсолютных единицах, то можно указать еще один способ использования таблиц Мегилла-Роча и Смита-Роча-Оуэна для вычитания внеземной составляющей из полной интенсивности сплошного спектра свечения ночного неба. Известно, что для галактических широт $\delta > 20^\circ$ и звезд $m > 6$

средний колориндекс суммарного света звезд соответствует спектральному классу $G0[20,23]$. Тогда, если выполнить абсолютную калибровку электрофотометра путем измерения во всех светофильтрах яркости звезды класса $G0$, то легко можно для данного электрофотометра рассчитать звездную и зодиакальную составляющие в тех единицах, в которых прокалиброван фотометр, пользуясь вышеупомянутыми таблицами. Приведем расчет для того случая, когда калибровка фотометра выполнена путем измерения яркости α Возничего (спектральный класс $G0, m = 0.24$). Пусть отсчет в данном светофильтре по звезде, исправленный за атмосферное поглощение, будет $n_*/\rho_\lambda^{m_\lambda}$, где ρ_λ - коэффициент прозрачности. Сравнение величины $\frac{1}{\rho_\lambda^{m_\lambda}} n_* z$, где z - поправка, приводящая отсчет к отсчету по звезде класса $G2$ (Солнце), с абсолютным распределением энергии в спектре Солнца позволяет получить абсолютный коэффициент q_λ , равный числу мм отклонения регистрирующего прибора на одну абсолютную единицу, в данном случае - на один релей. Если δ_* - яркость α Возничего, а δ_{10} - яркость звезды 10^m , то

$$\frac{\delta_*}{\delta_{10}} = 2,512^{10-0,24} = 7950. \quad (I0)$$

Тогда отсчет по одной звезде 10 класса $G2$ будет равен

$$\frac{n_* z}{\rho^{m_* 7950}} = 1,26 \cdot 10^{-4} \frac{n_*}{\rho^{m_*}}, \quad (II)$$

а яркость внеземной составляющей в данном направлении наблюдения будет равна

$$I_{\text{внз}} = 1,26 \cdot 10^{-4} q_\lambda n_* \Omega (S_{10}^* + S_{10}^{\text{зс}}) \text{ релей}, \quad (I2)$$

где S_{10}^* и $S_{10}^{\text{зс}}$ - интегральный свет звезды и зодиакальный свет в направлении наблюдения, выраженные в числах звезд 10^m (vis) на квадратный градус согласно таблицам Мегилла-Роча и Смита-Роча-Суэна, а Ω - поле зрения фотометра в квадратных градусах.

Теперь можно получить интенсивность атмосферной составляющей сплошного спектра ночного неба. Её величина будет равна:

$$I_{\text{атм}} = \frac{q_\lambda}{1,1(\rho + 0,03)^{m_\lambda}} \left[n_g - \frac{I_{\text{внз}} \rho_\lambda^{m_\lambda}}{q_\lambda} \right] - \text{red}(z, \lambda) = \frac{1,1(\rho + 0,03)^{m_\lambda}}{q_\lambda} \left[n_g - 1,26 \cdot 10^{-4} n_* \Omega (S_{10}^* + S_{10}^{\text{зс}}) \rho^{m_\lambda} \right]. \quad (I3)$$

Здесь n_g - полный отсчет в данном светофильтре, не исправленный за атмосферное поглощение, а $\frac{I_{\text{внз}} \rho_\lambda^{m_\lambda}}{q_\lambda}$ - часть отсчета, объясняемая внеземной составляющей. Член $\text{red}(z, \lambda)$ представляет собой свет внеземной составляющей, рассеянный в тропосфере. Согласно расчетам В.Г.Фесенкова [16] рассеянный в тропосфере интегральный звездный свет для случая, когда Млечный Путь расположен в зените, не

превышает 15 звезд 10^m на квадратный градус, а рассеянный зодиакальный свет еще в пять раз меньше. Так как внеземная составляющая в Полюсе Мира, области бедной звездами, составляет не менее 200 звезд 10^m на кв. градус, а в области Млечного Пути почти в пять раз больше, то членом $\text{red}(z, \lambda)$ в первом приближении можно пренебречь.

Для примера на рис. 1 приводится распределение звездной составляющей сплошного спектра свечения ночного неба в реляях на один ангстрем для $\lambda = 5270 \text{ \AA}$ и $\beta = 0^\circ$ и 30° в зависимости от ℓ , а на рис. 2 - распределение зодиакальной составляющей для $\beta = 0^\circ, 30^\circ$ и 70° в зависимости от элонгации. При расчете кривых рис. 1 и 2 использовались таблицы Мегилла-Роча и Смита-Роча-Суэна и калибровочные измерения на электрофотометре ночного неба, на котором ведутся наблюдения в Абастуманской обсерватории.

3) В а р и а ц и и н т е н с и в н о с т и с п л о ш н о г о с п е к т р а с в е ч е н и я н о ч н о г о н е б а. Сравнение полных интенсивностей сплошного спектра свечения ночного неба (таблица I) с интенсивностями звездной и зодиакальной составляющих (рис. 1 и рис. 2) показывает, что за исключением случаев, когда $\beta = 0^\circ$ и $\beta = 0^\circ$, интенсивность сплошного спектра свечения ночного неба превышает интенсивность внеземной составляющей. Электрофотометрические наблюдения в отдельных участках видимой области сплошного спектра [10, 11, 13, 14, 24, 26] показали, что интенсивность вне Млечного Пути не менее, чем в два раза превышает интенсивность внеземной составляющей сплошного спектра. Освобожденная от внеземной составляющей интенсивность сплошного спектра увеличивается от зенита к горизонту, что свидетельствует об атмосферном происхождении этой части свечения [10, 11], однако это увеличение происходит в меньшей степени, чем, например, для таких эмиссий как $\lambda 5577 [OI]$ или OH . По данным Роча и Петтит [24] для $\lambda 5300 \frac{I_{75}}{I_0} = 1,29$, по данным Барбье [10] $\frac{I_{75}}{I_0} = 1,80$ для 5180 \AA . Интенсивность атмосферной составляющей испытывает значительные вариации в течение ночи, от ночи к ночи и в течение года [10, 13, 14, 16]. Данных по этим вариациям чрезвычайно мало. По Барбье [26] интенсивность атмосферной составляющей сплошного спектра около 5180 ангстрем имеет сезонный ход с максимумами в мае и в августе, по наблюдениям Л.М.Фишковой и Г.В.Марковой [13, 14] интенсивность около 5270 и 6050 ангстрем имеет небольшие максимумы в июне и в январе. По-видимому, вариации в разных участках сплошного спектра могут быть различными. Отмечен и широтный эффект атмосферной компоненты: как показали Дэвис и Смит [27], интенсивность около 5340 ангстрем минимальна в низких широтах.

Изучалась связь интенсивности свечения верхней атмосферы в непрерывном спектре с интенсивностью эмиссионных линий в спектре

свечения ночного неба. Особенно подробно исследовалась корреляция интенсивности в зеленой части непрерывного спектра с интенсивностью эмиссии атомарного кислорода 5577 ангстрем. Получены самые противоречивые результаты. Барбье (Верхний Прованс, Франция) в 1949–1950 г.г. обнаружил почти линейную корреляцию интенсивности около 5180 ангстрем (I_{5180}) с интенсивностью 5577 [01] (коэффициент корреляции достигал 0.9). При этом наблюдалась не только хорошая корреляция средних за ночь I_{5180} и I_{5577} , но и ночной ход I_{5180} в большинстве случаев повторял ночной ход I_{5577} , правда, амплитуда первого заметно меньше амплитуды второго. К.К. Чубаев [28] попытался на основе наблюденной Барбье корреляции интенсивности сплошного спектра с интенсивностью 5577 [01] и собственных электрофотометрических наблюдений в Крыму выполнить разделение составляющих сплошного спектра свечения ночного неба. Ему удалось выделить отдельно атмосферные компоненты и не коррелирующую с 5577. Выполненный Чубаевым анализ показал, что часть интенсивности атмосферной компоненты около 5300 ангстрем, которая коррелирует с 5577, составляет всего 4% от полной интенсивности сплошного спектра в этом участке, в то время как не коррелирующая часть составляет 23%. Дюмон [18] также наблюдал корреляцию интенсивности около 5020 с эмиссией 5577 [01]; наблюдения проводились в Верхнем Провансе в направлении на Полюс Мира. По его данным корреляция не такая тесная, как у Барбье, и является нелинейной: связь больше для малых I_{5020} и I_{5577} . Танабе [29], наблюдая в Халекала (Гавайские о-ва) в 1961–62 г.г., обнаружил в сплошном спектре около 5300 две компоненты – коррелирующую и не коррелирующую с 5577, при этом корреляция наблюдалась лишь для отдельных ночей и её характер от ночи к ночи менялся, прямая на графике корреляции не проходит через начало координат и имеет незначительный наклон. Результаты упомянутых авторов приводятся на рис. 3, 4 и 5. В то же время Кулкарни и Стейгер [30], наблюдая там же, где и Танабе, в 1961–1963 г.г. на большем материале не обнаружили корреляции интенсивности сплошного спектра около 5400 ангстрем с эмиссией 5577 (коэффициент корреляции 0.1). В.М. Морозов провел статистический анализ большого количества электрофотометрических наблюдений свечения ночного неба, выполненных на Звенигородской станции под Москвой в 1957–1960 г.г. [12, 31–37], и обнаружил, что корреляция интенсивности сплошного спектра около 5300 ангстрем с эмиссией 5577 имеет место не всегда, коэффициент корреляции может меняться от 0.4 до 0.8.

Никакой корреляции интенсивности сплошного спектра около 5100–5300 ангстрем с эмиссиями 5890–5896 λ , OH, 6300–6364 [01] не наблюдалось [12, 31–37, 41]. Отмечено сходство ночных вариаций интенсивности сплошного спектра около 6050 с ночными вариациями интен-

сивности эмиссии 5890–5896 λ [13, 14].

Делались попытки из электрофотометрических наблюдений установить характер спектрального распределения в сплошном спектре свечения ночного неба. Хотя из этих наблюдений, выполнявшихся с двумя-тремя относительно широкополосными светофильтрами, можно было получить лишь весьма приблизительное представление о спектральном распределении в сплошном спектре, тем не менее некоторые интересные данные о характере этого распределения были получены. Прежде всего, оказалось, что сплошной спектр свечения ночного неба краснее спектра среднего света звезд [11, 42, 43, 44]. Например, отношение интенсивности в участке сплошного спектра около 5700 ангстрем к интенсивности около 5300 минимально в области Млечного Пути; это отношение растёт от зенита к горизонту, что свидетельствует о том, что атмосферная составляющая сплошного спектра, увеличивающаяся к горизонту согласно эффекту ван Райна, более красная, чем звездная составляющая [42]. Отношение интенсивностей I_{5700}/I_{5300} равно в среднем 1.4 [43, 44]; близкую величину имеет отношение I_{6050}/I_{5300} [13, 43]. Во всяком случае, около 6000 ангстрем интенсивность сплошного спектра свечения ночного неба продолжает оставаться несколько больше, чем около 5300, возможно, что около 6000 имеет место максимум интенсивности. Величины указанных отношений меняются от ночи к ночи, что свидетельствует о непостоянстве спектрального состава сплошного спектра свечения ночного неба. Например, отношение интенсивности около 5577 ангстрем к интенсивности около 5300, измеренное при помощи фотоэлектрического спектрометра, меняется от 1.0 до 1.4 [45]. Примерно такую же величину имеют вариации отношений I_{6050}/I_{5270} и I_{5700}/I_{5270} [13, 14, 44].

Таким образом, уже на основе электрофотометрических наблюдений со светофильтрами можно судить о сложности и изменчивости спектрального состава сплошного спектра свечения ночного неба. По-видимому, нельзя представить спектральное распределение в нем в виде распределения, соответствующего тепловому излучению с какой-то определенной температурой, т.е. отнести распределение в сплошном спектре свечения ночного неба к определенному спектральному классу звезд. Несмотря на это, такие попытки делались. Примером могут служить работы В.М. Морозова [12, 31–37] и развернувшаяся вокруг них дискуссия [38, 39, 40]. Морозов выполнил электрофотометрические наблюдения сплошного спектра около 5300 и 5700 ангстрем. Затем, предположив распределение типа G2, провел статистический анализ, вычислив коэффициенты корреляции и построив прямые регрессии для интенсивностей около 5300 и 5890 ангстрем, и пришел к выводу о хорошей корреляции интенсивности фона около 5300 с интенсивностью фона около 5890 в том случае, если отношение I_{5890}/I_{5300} принять равным тому, которое соответствует распределению типа G2.

Однако из многочисленных статистических расчетов В.М. Морозова видно, что корреляция интенсивности сплошного спектра около 5890 с интенсивностью около 5700 или 5300 не является уверенной и отступления превышают ошибку метода электрофотометрических измерений. Это свидетельствует о наличии около 5890 и 5700 ангстрем компоненты сплошного спектра, не коррелирующей со сплошным спектром около 5300. По разбросу точек на корреляционных графиках $I_{5300} - I_{5890}$, $I_{5300} - I_{5700}$ и по вариациям величины этого разброса в зависимости от сезона можно судить о том, что спектральное распределение в сплошном спектре свечения ночного неба не остается постоянным, как это утверждает Морозов, и тем более не может быть представлено одним спектральным классом G2. Можно также показать, что в пределах ошибок, допускаемых электрофотометрическим методом со светофильтрами и статистическими расчетами Морозова, его метод нечувствителен к спектральному классу в пределах B0-K5 [46]. Трудно судить о спектральном распределении по измерениям в двух близко расположенных друг к другу спектральных участках, 5300 и 5700 ангстрем, пользуясь светофильтрами с полушириной полосы пропускания не менее 70-90 ангстрем. Также следует отметить, что в ряде случаев использовались области спектра, не свободные от эмиссионных линий и полос. Например, в известной работе Барбье [47] по наблюдениям сплошного спектра в фиолетовой области использовался светофильтр, центрированный на 3670 ангстрем, в область пропускания которого попадают полосы Герцберга O_2 . В область пропускания светофильтров, использованных в работе К.К. Чуваева [II] по исследованию распределения в области 4700-5600, попадают эмиссии OH , \sqrt{I} , O_2 .

III. Обзор результатов спектральных наблюдений распределения интенсивности в сплошном спектре свечения ночного неба

Во введении уже упоминались первые попытки получить из спектральных наблюдений распределение интенсивности в ультрафиолетовой и видимой части спектра [1, 2, 3, 7]. В ультрафиолетовой области расположены полосы Герцберга $O_2 A^3\Sigma_u^+ - X^3\Sigma_g^-$, которые столь часты, что выделить непрерывный фон довольно трудно. Удалось лишь установить, что он гораздо слабее, чем в видимой области. До сих пор его происхождение не ясно, хотя отмечавшееся рядом авторов [1, 2, 6] присутствие фраунгоферовых линий, возможно, свидетельствует о заметной роли многократно рассеянного в верхней атмосфере солнечного света. З.В. Карягина [48] из наблюдений ультрафиолетового свечения ночного неба в области 3300-4600 ангстрем при помощи небулярного спектрографа Н.Н. Парийского, установленного под Алма-Атой на высоте 3000 м, (дис-

персия 1000 Å/мм, около 3500 ангстрем), удалось установить, что интенсивность сплошного спектра (непрерывный фон и слабые неразрешенные полосы) составляет около половины интенсивности всего излучения в этой области. При этом распределение интенсивности не совпадает с распределением типа G2, что выражается в резком возрастании интенсивности в коротковолновую область, начиная с 3600 ангстрем. Чемберлен [49] и В.И. Ярин [50] исследовали спектр свечения ночного неба в области 3000-4000 ангстрем, используя спектрографы с гораздо большей дисперсией (23 и 100 Å/мм соответственно). При этом в результате многочасовых экспозиций удалось получить хорошо разрешенные полосы O_2 , но непрерывный фон получился слишком слабым, чтобы можно было уверенно судить о распределении интенсивности в нем. В.И. Ярин лишь отмечает, что фраунгоферовых линий в этом участке непрерывного спектра нет.

Спектральные исследования распределения интенсивности в видимой области спектра свечения ночного неба при разрешающей способности, достаточной для уверенного отделения непрерывного спектра от эмиссионных линий и полос, впервые выполнены, начиная с 1957 г., Н.Н. Шефовым [51, 52, 53] в Звенигороде, В.И. Яриным [50, 54] в Якутске, О.Г. Тарановой [55] на ст. Лопарская под Мурманском. Распределение в сплошном спектре изучалось при помощи спектрографа СП-48 [58] (дисперсия ~ 80 Å/мм) при спектральной ширине щели не более 3,5 ангстрем. В первой работе Шефова [51], 1957-1958 г.г., распределение интенсивности в непрерывном спектре в диапазоне 5000-6500 ангстрем имеет экстремальный ход с максимумом около 5900. Этот ход, а также абсолютная интенсивность испытывают небольшие вариации от ночи к ночи. В этой работе Н.Н. Шефовым использовалась панхроматическая пленка с максимумом чувствительности около 6300 ангстрем и красной границей чувствительности около 6700. В последующих работах Шефова, 1960-1961 г.г., выполненных при помощи аналогичного метода, но с использованием кинопленки, сенсibilизированной до 7000 ангстрем с максимумом чувствительности около 6800 [52, 53], получено несколько отличное распределение: монотонный рост интенсивности до 6200-6300 и резкое падение интенсивности до 6900 ангстрем. В.И. Ярин [50] получил в области 5600-6600 распределение интенсивности с максимумом около 5900-6000. Как по данным Шефова, так и по данным Ярина интенсивность сплошного спектра в максимуме около 6000 ангстрем может меняться от 2 до 4 рэлей/ангстрем. О.Г. Таранова [55] наблюдала сплошной спектр в области 5600-6900 в зоне полярных сияний, но в течение тех ночей, когда сияния отсутствовали (по крайней мере, когда в спектре ночного неба отсутствовали эмиссии, характерные для сияний). Распределение аналогично тому, которое получили Шефов в 1957-58 г.г. и Ярин: максимум интенсивности около 5900 ангстрем. При этом средняя интен-

сивность в максимуме составляла 4.5 рэлей/ангстрем, в отдельные ночи достигала 10 рэлей/ангстрем, наименьшая величина была 3 (наблюдения проводились под углом 20° к горизонту и, очевидно, не приводились к зениту). Отметим, что Тарановой использовалась киноплёнка с максимумом и границей чувствительности 6800 и 7000 ангстрем, соответственно.

З.В.Карягина и Л.Н.Туленкова [56], а позднее и Л.М.Гиндилис [57] исследовали распределение в сплошном спектре свечения ночного неба в участке 4000–6500 при помощи упомянутого выше небулярного спектрографа под Алма-Атой. Дисперсия метода очень мала (2000 Å/мм около 5500), поэтому трудно отделить фон от крыльев эмиссионных линий. В распределении, полученном Гиндилисом, интенсивность в указанном диапазоне длин волн растёт с ростом длины волны, намечаются два максимума – около 4600–4700 и около 6300 ангстрем; наблюдались суточные вариации величин отношения интенсивностей в двух участках спектра, свидетельствующие о вариациях спектрального распределения.

На рис. 6 приводятся кривые распределения интенсивности в сплошном спектре свечения ночного неба по данным упомянутых авторов. Сравнение этих кривых показывает, что между данными отдельных авторов имеется расхождение. Общим является тот факт, что интенсивность непрерывного спектра в видимой области имеет максимум в желто-красной области.

IV. Спектральные и электрофотометрические наблюдения сплошного спектра свечения ночного неба в Абастумани

1). Метод наблюдений и обработки. Исследование сплошного спектра свечения ночного неба в Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР ($\varphi = 41^\circ 45' N$, $\lambda = 42^\circ 49' E$) выполнены на основе спектральных и электрофотометрических наблюдений, которые ведутся систематически с 1957 г. Для спектральных наблюдений используются два светосильных дифракционных спектрографа СП-48 [58] (средняя дисперсия ~ 85 Å/мм, наблюдения велись при спектральной ширине щели 3.57 ангстрема). Съёмка спектров производилась на высокочувствительных плёнках: с 1958 по 1967 г. применялся кинонегатив типа Дн и Дк ф-ки № 5 с чувствительностью $S_{0.2} = 350$ ед.ГОСТ'а, а, с сентября 1967 г. применялись астрономические плёнки повышенной чувствительности к большим экспозициям типа А-700, А-700Ф и А-600, выпускаемые Казанским филиалом Гос.НИИ фотохимической промышленности. Последние через 50 минут экспозиции сохраняют чувствительность не менее $S_{0.2} \sim 100$ ед.ГОСТ'а. Плёнки дополнительно очувствлялись путем дополнительной

подсветки перед экспозицией.

Для того чтобы получить истинное распределение интенсивности в сплошном спектре, необходимо достаточно точно знать спектральную чувствительность используемой плёнки. С этой целью на тех же спектрографах фотографировались спектры стандартных источников с известным распределением энергии. Спектральная чувствительность каждой плёнки определялась независимо по нескольким источникам – по спектрам Солнца и Луны, по спектру прокалиброванного люминофора и по спектру стандартной ленточной лампы с известной цветовой температурой. Во всех случаях получилось достаточно хорошее совпадение. На рис. 7 приводятся спектральные характеристики использованных плёнок; на оси ординат отложены относительные единицы. Все плёнки проявлялись в одном и том же стандартном метоловом проявителе № 2 (Агфа-12), 16 минут при $20^\circ C$.

Другим важным обстоятельством является возможное влияние рассеянного в спектрографе света на наблюдаемое распределение в сплошном спектре. Источником его могут быть духи, возникающие в результате несовершенства решетки. Для использованных спектрографов СП-48 относительная интенсивность духов Роуланда $< 0.5\%$, а духи Лаймана не обнаружены. Кроме того, имеет место рассеяние света внутри спектрографа в результате отражений от плоскостей оптики, краев оправ и механических частей. Этот источник может дать слабый дополнительный фон в особенности от ярких эмиссионных линий 5577, 6300–6364. Также может присутствовать слабый фон по всему спектру в результате неперодических ошибок в штрихах решетки. Влияние последних двух источников рассеянного в спектрографе света исследовалось следующим образом: щель делилась на три части по высоте и средняя часть закрывалась; фотографировался сплошной спектр стандартной лампы, получались два сплошных спектра, разделенных светлым промежутком, заполненным очень слабым рассеянным светом, интенсивность которого оценивалась по отношению к интенсивности сплошного спектра сверху и снизу. Оказалось, что интенсивность рассеянного в спектрографе света не превышает 0.005% от интенсивности света, входящего в спектрограф. Это означает, что если, например, суммарная интенсивность всех эмиссий в видимой области, $I_{5577} + I_{6300} + I_{OH} + I_{Na} + I_{Ca,Cl}$ будет равна её максимально возможной величине около 7000 рэлей, то интенсивность рассеянного света составит не более 0.35 рэлей или 5% от средней наблюдаемой интенсивности сплошного спектра, если принять за среднюю интенсивность сплошного спектра около 6000 ангстрем 2 рэлей/ангстрем или 7 рэлей/пределах использованной спектральной ширины щели. Таким образом, влиянием рассеянного в спектрографе света можно пренебречь, ибо его интенсивность меньше ошибок определения интенсивности в используемом электрофотометрическом методе.

Спектральные наблюдения велись в направлении на север для зенитного расстояния 67° , в Полюсе Мира (зенитное расстояние 48°), иногда на юг для зенитного расстояния 67° и в зените.

Электрофотометрические наблюдения велись при помощи электрофотометра с интерференционными светофильтрами, прокалиброванного в абсолютных единицах — рэлях. Конструкция электрофотометра, метод наблюдений и обработки подробно описаны ранее [13, 14]. При помощи этого же электрофотометра в течение каждой ночи наблюдений по Полярной звезде определялся коэффициент прозрачности атмосферы [13], и все электрофотометрические и спектральные наблюдения исправлялись за атмосферное поглощение с учетом рассеяния в тропосфере согласно приближенному методу В.Г.Фесенкова [16]. Электрофотометрические наблюдения сплошного спектра свечения ночного неба велись через светофильтры, центрированные на $\lambda 5270, 5720, 6050$ с эквивалентной шириной полосы пропускания $\Delta\lambda = 52.3, 42.7, 41.4$ ангстрем, соответственно. На рис. 8 приводятся кривые пропускания этих светофильтров. Абсолютная чувствительность электрофотометра в указанных областях спектра составляла 2.4 рэля/мм для 5270 , 2.5 рэля/мм для 5720 и 3.3 рэля/мм для $\lambda 6050$ ангстрем.

Ошибка электрофотометрических измерений абсолютной интенсивности сплошного спектра не превышала $10-15\%$. Что же касается спектральных наблюдений, то ввиду очень малой интенсивности сплошного спектра работать приходилось часто в области недодержек характеристической кривой пленок, поэтому ошибка спектральных измерений интенсивности сплошного спектра не лучше $20-30\%$.

2). Распределение интенсивности в сплошном спектре свечения ночного неба в области $4700-6700$ ангстрем. С 1958 по 1969 г.г. получено более 800 спектров свечения ночного неба в видимой области. Однако, ввиду того, что интенсивность сплошного спектра свечения ночного неба чрезвычайно мала, из этого материала лишь около сотни спектров оказались пригодными для уверенного измерения интенсивности сплошного спектра. В основном это спектры, полученные на свежих пленках и с экспозицией не менее 4 часов, для 1958-59 г.г., 1964 г., 1967 г., 1968 г., и начала 1969 г. Окончательно было изучено распределение интенсивности в области $5500-6700$ ангстрем на 74 спектрах и в области $4700-5800$ на 10 спектрах. В области $5500-6700$ интенсивность сплошного спектра измерялась в 30 точках, в области $4700-5800$ — в 16 точках. Измеренные интенсивности исправлялись за спектральную чувствительность пленки и атмосферное поглощение и приводились к рэлям на ангстрем путем сравнения с электрофотометрическими наблюдениями в области 6050 ангстрем, которые проводились одновременно и в том же направлении, что и спектральные наблюдения.

На рис. 9 и рис. 10 приводятся кривые распределения интенсивности в области $\lambda 5500-6700$ ангстрем, усредненные по месяцам, на рис. 11 — средние за ряд ночей кривые для области $4700-5800$ и на рис. 12 — средняя по всем изученным спектрам кривая распределения интенсивности в области $4700-6700$ ангстрем сплошного спектра свечения ночного неба. Все кривые на рис. 9 — 12, и соответственно отложенные на оси ординат интенсивности даны для направления наблюдения на север при зенитном расстоянии $Z = 67^\circ$.

Интенсивность сплошного спектра уменьшается с ростом длины волны в области $4700-6700$ ангстрем. На фоне этого общего хода выделяются отдельные максимумы. Особенно заметны и уверенно повторяются в одном и том же месте максимумы около 5950 и $6200-6300$ ангстрем. Из рис. 9 и 10 видно, что такой характер распределения неизменно сохраняется от года к году и в течение года, меняется лишь интенсивность общего непрерывного фона и высота максимумов над ним. На рис. 13 приводится распределение для ряда ночей, когда наблюдения велись одновременно в двух направлениях. Видно, что характер полученного распределения не зависит от направления наблюдения. Интенсивность как в максимумах, так и непрерывного фона уменьшается с уменьшением зенитного расстояния, интенсивность непрерывного фона при одном и том же зенитном расстоянии на севере больше, чем на юге.

Распределение интенсивности в непрерывном фоне, проведенном под максимумами, близко к распределению в спектре рассеянного в атмосфере солнечного света. Для проверки этого факта во время ясных ночей около полнолуния снимался спектр рассеянного в атмосфере лунного света и определялось распределение интенсивности в нем. Результат приводится на рис. 14, на котором сравнивается распределение в сплошном спектре свечения ночного неба за вычетом максимумов около 5950 и 6250 ангстрем, среднее за 14 ночей, и распределение в рассеянном лунном свете, среднее за 4 ночи. Интенсивности на оси ординат выражены в относительных единицах, причем интенсивность для $\lambda 6300$ принята за единицу. Получилось хорошее совпадение обеих кривых. Другим доказательством заметного вклада рассеянного света в сплошном спектре свечения ночного неба является присутствие на спектре фраунгоферовых линий. В области $5500-6700$ ангстрем имеются две сильные фраунгоферовы линии $H_\alpha 6563$ и $D/\lambda 5890-5896$. Однако при разрешении 3.57 ангстрема они заполнены эмиссионными линиями H_α и D/λ свечения ночного неба, интенсивность которых сравнима или больше интенсивности сплошного спектра, поэтому эти фраунгоферовы линии заметить на спектре ночного неба нельзя. Однако около 5200 , где эмиссии ночного неба очень слабы, удалось обнаружить фраунгоферовы линии. Это видно из рис. 15, на котором изображен участок спектра около 5200

как для свечения ночного неба (кривая а), так и для рассеянного лунного света (кривая б): на спектре свечения ночного неба хорошо видны фраунгоферовы линии триплет MnI и $E(Fe)$.

Интенсивность непрерывного фона от ночи к ночи меняется. Например, для длин волн 5600, 5750 и 6000 ангстрем она варьирует в пределах от 8 до 3 рэлея/ангстрем, от 7 до 2.8 рэлея/ангстрем и от 4.5 до 1.8 рэлея/ангстрем, соответственно. При этом сезонный ход почти не обнаруживается, если не считать небольшого максимума летом (рис. 16 для интенсивности непрерывного фона около 6600). Наклон кривой спектрального распределения, который можно характеризовать величиной отношения интенсивностей для двух длин волн, например, отношением интенсивности для 5600 к интенсивности для 6600 ангстрем (I_1/I_2), как уже указывалось, в среднем близок к наклону кривой распределения в спектре рассеянного света. Если для рассеянного света (I_1/I_2) = 1.9, то для непрерывного фона в свечении ночного неба (I_1/I_2) = 1.7. (Если как интенсивность рассеянного света, так и интенсивность свечения ночного неба выражены в рэлях. Однако для свечения ночного неба это отношение меняется от ночи к ночи в пределах от 2.1 до 1.3. Можно было бы предположить, что в некоторых случаях уменьшение I_1/I_2 связано с влиянием звездной составляющей, для которой, если считать интегральный свет звезд относящимся к классу G2 и выразить распределение энергии в нем в квантах/см²сек ангстрем, отношение $I_1/I_2 = I[59]$. В связи с этим важно оценить вклад внеатмосферной составляющей в сплошной спектр свечения ночного неба для направления $z = 67^\circ$, в котором велись спектральные наблюдения. Соответствующий расчет можно сделать, используя одновременные электрофотометрические наблюдения и таблицы Мегилла-Роча и Смита-Роча-Оузана, по методу, описанному в пункте 2 части II этой статьи. Для этого были взяты две ночи наблюдений: 24-25.II.68, когда влияние звездной составляющей было наибольшим, в поле зрения спектрографа попадал Млечный Путь (галактические координаты центра поля зрения менялись за время экспозиции $\delta = +8^\circ - +20^\circ$, $\ell \sim 70-102^\circ$) и 24-25.IX.68, когда влияние звездной составляющей было мало, ($\delta = 38-49^\circ$ при $\ell \sim III-74^\circ$). По таблицам находилась средняя за время экспозиции величина звездной составляющей в центре поля зрения S_{10}^* . Затем по формуле (12) вычислялась её интенсивность в рэлях/ангстрем для 6050. Она оказалась равной $S_{10}^* = 0.4$ рэлея/ангстрем и $S_{10}^* = 0.2$ для 24-25.II и 24-25.IX, соответственно. Так как средняя за ночь интенсивность сплошного спектра для этих ночей и $\lambda 6050$ была 3.9 и 3.0 рэлея/ангстрем, то видно, что вклад звездной составляющей в направлении наблюдения $z = 67^\circ$ не превышает 10% от наблюдаемой интенсивности. Причем эта величина представляет собой верхний предел, так как она измерена для электрофотометра с полем зрения 19 кв. граду-

сов, в то время как спектрограф имеет поле зрения 117 кв. граду-сов, стало быть вклад звездной составляющей в результате спектральных наблюдений будет еще меньше. Таким же способом был оценен и вклад зодиакальной составляющей: он не превышает 0.6 рэлея/ангстрем для $z = 67^\circ$, т.е. составляет не более 15% наблюдаемой интенсивности сплошного спектра. Таким образом, вклад внеатмосферной составляющей в интенсивность сплошного спектра свечения ночного неба в направлении $z = 67^\circ$ не превышает ошибку спектрографических измерений малых интенсивностей и не должен существенно повлиять на характер наблюдаемого распределения интенсивности в сплошном спектре. Вариация величины отношения I_1/I_2 , на которые указывалось выше, по-видимому связаны с другими причинами.

Замечена зависимость интенсивности непрерывного фона от прозрачности атмосферы. С ростом коэффициента прозрачности ρ_λ интенсивность непрерывного фона уменьшается, что продемонстрировано на рис. 16 для $\lambda \lambda 5750$ и 6700 . При этом отношение интенсивности для 5600 к интенсивности для 6600, I_1/I_2 , увеличивается с ростом ρ_λ (рис. 17).

На кривых рис. 9, 10, 12 над непрерывным фоном отчетливо виден максимум интенсивности около 5950 ангстрем. Ширина этого максимума около 300 ангстрем. Его амплитуда в течение года меняется, она максимальна зимой, особенно в ноябре, и минимальна, почти исчезает с весны по сентябрь. В направлении $z = 67^\circ$ интенсивность в максимуме 5950 в отдельных случаях достигает 8 рэлея/ангстрем, возвышаясь над непрерывным фоном почти на 3.5 рэлея. Этот максимум расположен под эмиссионными линиями $\lambda \lambda 5890-5896$ ангстрем и полосой OH(8.2), интенсивность которых также максимальна зимой. Поэтому, естественно, возник вопрос, не является ли максимум около $\lambda 5950$ результатом засветки, рассеяния в эмульсии от ярких линий $\lambda \lambda$, либо результатом наложения крыльев контуров линий $\lambda \lambda$ и полосы OH(8.2). Для проверки этого предположения был поставлен эксперимент, в котором изучаемое явление моделировалось. Белый экран освещался одновременно рассеянным лунным светом и неоновой лампой. Яркость последней подбиралась так, чтобы комбинированный спектр представлял собой яркие линии на относительно слабом сплошном фоне, т.е. что имеется в свечении ночного неба. Кроме такого комбинированного спектра, снимался только сплошной спектр при выключенной лампе. Оба спектра сравнивались и никакой разницы в распределении интенсивности по непрерывному фону обнаружено не было. Это видно из рис. 19, на котором приводится распределение интенсивности в комбинированном спектре (сплошная линия) и в спектре рассеянного света при выключенной $\lambda \lambda$ лампе (пунктир), вертикальными штрихами показано положение ярких линий $\lambda \lambda$ (кривые на рис. 19 приводятся без учета спектральной чувствительности пленки). Затем был

измерен инструментальный контур эмиссионных линий на спектре построены контуры линий $\lambda\lambda$ и полосы ОН(8.2), чтобы проверить возможность образования максимума около 5950 в результате наложения крыльев упомянутых линий. Результат приводится на рис. 20: 1) отнесенная интенсивность линий $\lambda\lambda$ и ОН(8.2) для случая 2-3.XI.64, когда интенсивность этих эмиссий была близка к максимальной, вместе со сплошным спектром, причем из последнего вычтена часть, относящаяся к рассеянному свету (пунктир); 2) вычисленное по контурам соответствующих линий распределение интенсивности в этом же спектре (сплошная линия). Видно, что наложением крыльев контуров указанных линий нельзя объяснить наличие максимума фона в этом участке спектра. Наложение крыльев дало бы небольшой максимум около 5920 шириной ~ 40 ангстрем, причем его амплитуда составляла бы не более 20% от интенсивности линий полосы ОН(8.2), в то время как наблюдаемый максимум около 5950 гораздо шире и имеет максимальную интенсивность, сравнимую с интенсивностью полосы ОН(8.2). Таким образом, широкий максимум на сплошном спектре свечения ночного неба около 5950 нельзя объяснить ошибками съемки и обработки спектров. Он реально существует и его интенсивность достигает максимума зимой и минимума летом. Кроме того, на рис. 9 и 10 можно заметить, что интенсивность максимума 5950 не меняется от года к году. Его интенсивность в годы максимума солнечной активности такая же, что и в годы минимума солнечной активности (кривые для января 1958 г. и января 1969 г. на рис. 9; кривые для ноября 1959, 1964 и 1967 г. на рис. 10).

Другой, широкий максимум на кривых распределения интенсивности в сплошном спектре свечения ночного неба, расположенный около 6200-6300 ангстрем ведет себя иначе. Он интенсивен в годы большой солнечной активности 1958-1959 г.г., причем в летние месяцы он интенсивнее, чем в зимние (кривая июня 1958 г. на рис. 9). В годы минимума солнечной активности он почти не заметен, разве что только на кривой июля 1968 г. (рис. 10).

3). Электрофотометрические наблюдения сплошного спектра свечения ночного неба для $\lambda\lambda$ 5270, 5720 и 6050 ангстрем. Как уже упоминалось, одновременно со спектральными наблюдениями велись электрофотометрические наблюдения в светофильтрах, центрированных на $\lambda\lambda$ 5270, 5720 и 6050 ангстрем (рис. 8). В область пропускания светофильтра, практически не входят эмиссионные линии; эмиссионные полосы ОН(9.2) 5200 и ОН(6.0) 5243, попадающие в крыло светофильтра, настолько слабы, что их вкладом можно пренебречь; то же самое относится к эмиссии 5199 $\lambda\lambda$, тем более, что она появляется лишь в периоды больших геомагнитных возмущений. Вклад эмиссионных линий и полос в светофильтры 5720 и 6050 продемонстрирован в таблице 2, в которой показано, сколько % пропускает светофильтр для указанных эмиссий свечения ночного неба (пропускание в максимуме свето-

фильтров 5720 и 6050 38% и 34.5% соответственно).

Таблица 2

Светофильтр		T%		
		ОН(5.0)	6300	
	5893			ОН(9.3)(R и Q)
6050	1.6	4.0	0.5	1.5
5720	5577	5893		
	2.2	1.8		

Кроме того, в область пропускания светофильтров 5720 и 6050 входит часть полосы 5950. Если в светофильтр 5720 входит не более 20% этой полосы, то в область пропускания светофильтра 6050 входит её значительная часть. Для оценки вклада полосы λ 5950 в интенсивность, измеренную в светофильтре 6050, по сравнению с вкладом эмиссионных линий и полос, указанных в таблице 2, были выбраны две ночи наблюдений: 13-14.XI.58 и 13-14.XI.58. Первая ночь характеризуется максимальной величиной интенсивности как эмиссий $\lambda\lambda$ и ОН, так и полосы 5950, а в течение второй ночи интенсивность эмиссий $\lambda\lambda$ и ОН была мала, а полосы 5950 - минимальная. На рис. 18 приводится кривая пропускания светофильтра 6050 и кривая распределения интенсивности в участке 5800-6200 ангстрем сплошного спектра свечения ночного неба для 13-14.XI.58, заштрихованный участок - часть полосы 5950, попадающая в область пропускания фильтра, тонкая линия - уровень непрерывного фона, соответствующего рассеянному свету. В таблице 3 даны для указанных двух ночей полная интенсивность в рэлях, измеренная в фильтре 6050, вклад в рэлях эмиссионных линий и полосы 5950, интенсивность сплошного спектра и интенсивность сплошного спектра без полосы 5950.

Таблица 3

Дата	Полная интенсивность (рэлей)	$I_{\lambda\lambda}$	I_{6300}	$I_{ОН}$	I_{5950}	Интенсивность сплошного спектра	Интенсивность спл. спектра без λ 5950
13-14.XI.1958	107	1	1	5	10	100	90
13-14.XI.1958	197	5	1	10	118	181	63

Оказалось, что эмиссии $\lambda\lambda$, 6300, ОН могут изменить отсчет в светофильтре 6050 не более, чем на 10% даже тогда, когда интен-

сивность этих эмиссий максимальна. В то же время полоса $\lambda 5950$, когда ее интенсивность максимальна, может увеличить отсчет в светофильтре 6050 почти в два раза. Таким образом, вариации интенсивности, измеренной в этом светофильтре, должны отражать вариации интенсивности полосы $\lambda 5950$, если таковая действительно существует в свечении ночного неба, а не является результатом ошибок спектральных наблюдений. Однако в светофильтр 6050 входит еще и значительная часть непрерывного фона, интенсивность которого может меняться значительно и независимо от других эмиссий. Чтобы исключить влияние вариаций непрерывного фона, можно рассмотреть вариации отношения интенсивности, измеренной в фильтре 6050, к интенсивности, измеренной в светофильтре 5270, I_{6050}/I_{5270} . В область пропускания светофильтра 5270 входит в основном только непрерывный фон, поэтому вариации величины отношения I_{6050}/I_{5270} , очевидно, будут определяться вариациями интенсивности полосы $\lambda 5950$, согласно данным таблицы 3. Для вычисления этого отношения были использованы электрофотометрические наблюдения, выполненные в светофильтрах 6050 и 5270 в направлении на Полюс Мира, где внеземная составляющая не меняется, за 1958–1962 г.г. Результат приводится на рис. 21, каждая точка на котором – среднее за ряд близких по времени ночей наблюдений. Отношение I_{6050}/I_{5270} максимально зимой в ноябре–декабре, в полном соответствии с зимним максимумом полосы $\lambda 5950$ по спектральным наблюдениям. Действительно, чем больше интенсивность в максимуме полосы 5950 над фоном по спектральным наблюдениям, тем больше величина отношения I_{6050}/I_{5270} по одновременным электрофотометрическим наблюдениям. Это хорошо видно из таблицы 4, где приведены данные для нескольких ночей по мере возрастания интенсивности полосы 5950. Таким образом, электрофотометрические наблюдения подтверждают реальность полосы около $\lambda 5950$ ангстрем в спектре свечения ночного неба. Выше отмечалось, что около 10–20% в отсчет в фильтре 5720 вносит полоса $\lambda 5950$. Конечно, это величина, близкая к ошибке электрофотометрических наблюдений с широкополосными светофильтрами. Однако из таблицы 4, где также приводятся и величины отношения интенсивностей, измеренных в светофильтре 5720 и исправленных за влияние эмиссии $\lambda 5577$, к интенсивностям, измеренным в светофильтре 5270, I_{5720}/I_{5270} , видно, что отношение I_{5720}/I_{5270} также заметно увеличивается с ростом интенсивности полосы $\lambda 5950$, в пределах 20–30% от минимального к максимальному значению (в то время как I_{6050}/I_{5270} увеличивается более, чем в два раза).

Далее представляют интерес сезонные вариации интенсивностей сплошного спектра по электрофотометрическим наблюдениям. Для их построения использовались наблюдения в светофильтрах 5270 и 6050, выполненные в направлении на Полюс Мира, чтобы исключить влияние

вариаций внеземной составляющей сплошного спектра. Средние за ночь интенсивности усреднялись по полумесяцам за 1958–59, 1960, 1961 и 1962 и 1968–69 г.г. Результаты приводятся на рис. 22. Интенсивность сплошного спектра мало меняется в течение года, для области $\lambda 5270$ наблюдаются два небольших максимума в июне и в конце декабря – начале января, а в области $\lambda 6050$ – в ноябре–декабре.

Таблица 4

Дата	I_{5950}	I_{6050}/I_{5270}	I_{5720}/I_{5270}
17–18.У.58	0.1	0.8	1.2
13–14.У.58	0.1	0.7	1.0
14–15.Х.58	0.2	1.0	1.2
22–23.У.58	0.5	0.8	–
24–25.І.58	0.5	0.9	–
4–5.ХІ.59	0.7	1.0	1.3
18–19.П.58	1.1	1.0	–
19–20.П.58	1.4	1.1	–
29–30.ХІ.59	2.2	1.3	1.3
13–14.ХІ.58	2.4	1.7	1.7

В течение ночи интенсивность сплошного спектра также меняется, причем вариации в областях $\lambda 5270$ и 6050 часто не совпадают. Электрофотометрические наблюдения ночных вариаций интенсивности сплошного спектра выполнялись в течение более чем трехсот ночей в направлении на Полюс Мира. Естественно, что в пределах данной статьи нет возможности привести все полученные кривые ночного хода. На рис. 23 представлены наиболее характерные из них. Как и следовало ожидать на основе сезонных вариаций отношения I_{6050}/I_{5270} , в летние месяцы интенсивность I_{5270} обычно выше, чем I_{6050} , причем ночной ход совпадает. Весной и осенью обычно $I_{5270} = I_{6050}$, также близки и вариации в обоих участках. Зимой, особенно, в ноябре, I_{6050} больше I_{5270} , причем ночной ход I_{6050} не совпадает с ночным ходом I_{5270} , что, по-видимому, является следствием роста зимой интенсивности полосы $\lambda 5950$, которая входит в светофильтр 6050 и имеет ночной ход, отличный от ночного хода интенсивности сплошного спектра в других участках последнего.

В течение цикла солнечной активности среднегодовая интенсивность сплошного спектра в областях $\lambda 5270$ и 6050 также меняется: на рис. 24 видно небольшое уменьшение её, примерно в 1.3–1.5 раза с 1958 по 1962 г.

Наконец, исследовалась корреляция интенсивности сплошного спектра с интенсивностями эмиссий свечения ночного неба – кислородной, натриевой и гидроксильной. Прежде всего была проверена корреляция интенсивности сплошного спектра около $\lambda 5270$ с эмиссией $\lambda 5577$ [OI] (рис. 25). Оказалось, что имеется довольно слабая положительная

корреляция, причем в годы максимума солнечной активности она проявляется достаточно отчетливо (рис.26), а в годы минимума почти отсутствует (рис.27). (Каждая точка на рис.25-27 - средняя интенсивность за ночь). Интенсивность сплошного спектра около 6050 совершенно не коррелирует с эмиссией 5577, но хорошо коррелирует с эмиссией 5890-5896 (рис.29). То же самое можно видеть и на рис.28, где ночной ход интенсивности сплошного спектра около 5720 и 6050 сравнивается с ночным ходом интенсивности эмиссий 5577 OI и 5890-5896

на примере ночи 12-13.XI.58 с высокой активностью свечения. Видно, что в то время как вариации сплошного спектра около 5270 ангстрем совпадают с вариациями интенсивности эмиссии 5577 OI , вариации сплошного спектра около 6050 совпадают с вариациями эмиссии натрия. Однако, амплитуда вариаций интенсивности сплошного спектра гораздо меньше: если интенсивность 5577 меняется в течение ночи от минимального до максимального значения в 2 раза, то интенсивность сплошного спектра около 5270 - всего на 25%; также интенсивность эмиссии натрия меняется в 1.5 раза, а интенсивность сплошного спектра около 6050 ангстрем на 15%. Никакой корреляции интенсивности сплошного спектра в исследованных участках с интенсивностями эмиссий OH и 6300-6364 OI не наблюдалось.

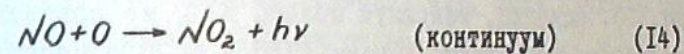
У. Обсуждение результатов

Спектральные и электрофотометрические наблюдения сплошного спектра свечения ночного неба, выполненные в Абастумани, в общем подтверждают результаты других авторов, описанные в § 2-3 части II, в том смысле, что состав сплошного спектра сложен и меняется во времени. Однако более подробные и систематические данные позволили получить некоторые новые факты и с другой точки зрения объяснить уже имевшиеся.

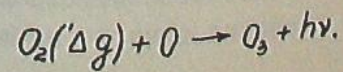
Сплошной спектр свечения ночного неба состоит из непрерывного фона и ряда максимумов интенсивности над ним. В то время как по данным Н.Н.Шефова (1960-61г.) [52,53] и Л.М.Гиндилиса [57] интенсивность в непрерывном фоне растет с ростом длины волны (рис.6), по наблюдениям в Абастумани кривые распределения интенсивности имеют обратный ход - интенсивность уменьшается с ростом длины волны (рис.12). Непрерывный фон в сплошном спектре свечения ночного неба имеет ряд особенностей, позволяющих считать, что он обязан рассеянному в атмосфере свету. Это, во-первых, характер распределения интенсивности по спектру, которое близко к распределению в спектре рассеянного в атмосфере солнечного света (рис.14), и наличие фраунгоферовых линий (рис.15). Во-вторых, зависимость спектрального распределения от прозрачности атмосферы,

которая выражается в том, что с ухудшением прозрачности наблюдается покраснение непрерывного фона - явление, аналогичное тому, которое наблюдала Е.В.Пясковская-Фесенкова для дневного рассеяния в атмосфере [60]. Рассеянный свет вносит заметный вклад в сплошной спектр свечения ночного неба. По-видимому, он обязан существованию даже в полночь рассеянному солнечному свету в результате многократного рассеяния в области тени, причем его абсолютная интенсивность и относительное спектральное распределение будут зависеть от состояния атмосферы, степени запыленности и т.п.

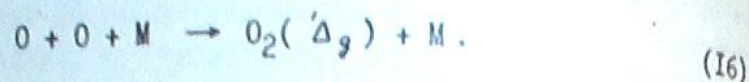
Наличие дополнительных максимумов интенсивности над непрерывным фоном около 5950 и 6200-6300 ангстрем можно объяснить собственным свечением верхней атмосферы в сплошном спектре. Максимум около 5950 совпадает с максимумом, который получали в сплошном спектре свечения ночного неба Н.Н.Шефов (1957-58 г.) [51], В.И.Ярин [50] и О.Г.Таранова [55] (рис.6). Перечисленные авторы объясняют этот максимум флуоресценцией молекулы NO_2 в результате процесса



Флуоресценция молекулы NO_2 в результате взаимодействия окиси азота с атомарным кислородом изучалась в лаборатории в пламенах [61] и в электрическом разряде в смеси NO с O [66] и при этом наблюдалось желто-красное свечение. Возможность такого механизма в верхней атмосфере была подтверждена ракетными экспериментами по запуску на высоту около 100 км газообразной NO [62,63]. При этом возникло желтовато-красное светящееся облако. Голом [63] измерил распределение интенсивности в его спектре и получил континуум от 6300 до 4000 ангстрем с максимумом около 5200 (рис.30). Шифф [66], изучая процесс (I4) при прохождении потока воздуха через электрический разряд, получил континуум в широкой области от 4000 до 14000 ангстрем с максимумом около 6300, причем в коротковолновую сторону интенсивность падает быстрее, чем в длинноволновую (рис.30). Таким образом, континуум, возбуждаемый механизмом (I4), имеет распределение, несколько отличное у разных авторов, что, возможно, связано с условиями возбуждения [64], но во всех случаях он получается достаточно протяженным с полушириной максимума около 4000-5000 ангстрем, в то время как полуширина максимума около 5950 в сплошном спектре свечения ночного неба не превышает 300 (рис.30). Этот факт был также отмечен Гадсденом [65], который предложил другой механизм возбуждения континуума около 5950, заключающийся во взаимодействии молекул кислорода, возбужденных до уровня (Δg), с атомарным кислородом:



В результате образуются возбужденные молекулы озона, которые будут излучать в полосе Шапьюи. При этом молекулы $O_2(\Delta_g)$ образуются в тройном соударении.



Согласно расчетам Гадсдена выход процесса (15) составляет 800 рэлей или примерно 0.6 рэлей/ангстрем, что вообще говоря близко к средней наблюдаемой интенсивности максимума 5950. Однако тогда непонятно, почему максимум интенсивности полосы 5950 наблюдается зимой, а не летом, когда озона в верхней атмосфере больше. Затем, согласно (15) и (16) интенсивность его должна быть пропорциональна кубу концентрации атомарного кислорода, так же как и интенсивность эмиссии 5577 [01], которая возбуждается в результате (16) при $M=O$. А это означает, что между интенсивностью максимума $\lambda 5950$ и интенсивностью эмиссии $\lambda 5577$ должна иметь место почти линейная корреляция, чего на самом деле не наблюдается: интенсивность 5950 практически почти не зависит от интенсивности 5577 (рис. 31). Наконец, максимум полосы 5950 не совпадает с максимумами полосы поглощения Шапьюи (5730 и 6020 с небольшим минимумом для 5870) и гораздо уже этой полосы. Максимум интенсивности в сплошном спектре свечения ночного неба около 5950 можно было бы объяснить также флуоресценцией молекул NO , которая наблюдалась в этой области спектра Танака и Огава [67] в потоке газообразной NO через электрический разряд и Н.Я. Додоновой [68] при облучении газообразной NO ультрафиолетовым излучением электрического разряда в водороде с $\lambda > 1300$ ангстрем. Микрофотограмма спектра, полученного Додоновой приводится на рис. 32. Полосы диффузные и не разрешаются при использованной спектральной ширине щели 1.7 ангстрема; максимумы этих полос расположены около $\lambda 5880, 5930, 5980$ и 6015 ангстрем и попадают между линиями полосы $OH(8.2)$ в спектре свечения ночного неба, так что они могли бы образовать наблюдаемый максимум фона под полосой $OH(8.2)$ около 5950 шириной ~ 300 ангстрем. Молекулы NO имеются в атмосфере на высотах 70–110 км. Согласно ракетным наблюдениям Барта [69], который измерил абсолютную интенсивность ультрафиолетовых полос системы NO молекулы NO в свечении дневного неба, средняя концентрация NO на указанных высотах не менее $3.9 \div 6.2 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3}$. Однако сам механизм возбуждения полос NO около 5900 еще совершенно не ясен и поэтому подсчитать возможную интенсивность их в свечении ночного неба пока нельзя. Если эта флуоресценция имеет место, тогда сезонный ход интенсивности максимума 5950 с максимумом зимой можно было бы объяснить усилением ионизации NO летом.

Широкий максимум около 6200–6300 ангстрем, возможно, образуется в сплошном спектре свечения ночного неба благодаря кон-

тинууму молекул NO_2 , возбужденных в процессе (14), если принять распределение интенсивности в этом континууме согласно измерениям Шиффа [66]. По наблюдениям в Абастумани интенсивность континуума NO_2 мала. Максимум около 6300 хорошо виден на кривых, полученных в период максимума солнечной активности в 1958–59 г.г., когда его интенсивность над непрерывным фоном, приведенная к зениту, достигала 1.0 рэлей/ангстрем, в то время как в годы минимума солнечной активности она не превышала 0.1 рэлей/ангстрем (рис. 9, 10). Можно попытаться оценить квантовый выход реакции (14), воспользовавшись соотношением I (рэлей) = $k n(NO) n(O)$, где $n(NO)$ и $n(O)$ – концентрации окиси азота и кислорода; константа скорости реакции (14) по Барту [69] и Доэрти и Джонатану [70] равна $6.4 \cdot 10^{-17} \div 1.7 \cdot 10^{-17} \text{ см}^3/\text{молек.сек.}$ Согласно ракетным измерениям Байкера и Уоддупса [71] свечение верхней атмосферы в сплошном спектре локализовано на высотах 79–104 км в слое толщиной 25 км. На высоте 85 км $n(O) = 3 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$, а $n(NO)$ по Барту [69] $3.9 \div 6.2 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3}$, тогда интенсивность континуума NO_2 будет составлять $3100 \div 500$ рэлей для максимальных и минимальных k и $n(NO)$ соответственно. Или, если принять по Шиффу полуширину континуума NO_2 4700 ангстрем, получим 0.7 – 0.1 рэлей/ангстрем, т.е. как раз то, что и наблюдается около 6200 – 6300 ангстрем. Из этих чисел видно, что интенсивность континуума NO_2 недостаточна, чтобы приписать весь сплошной спектр свечения ночного неба в видимой области только механизму (14), игнорируя значительный вклад рассеянного света и другие возможные источники. Однако процесс (14) имеет место в верхней атмосфере и вносит вполне определенную долю, что сказывается на присутствии максимума около 6200–6300 ангстрем, а также небольшой связи интенсивности сплошного спектра с интенсивностью эмиссии 5577 (рис. 4, 5, 25). Кстати, малая величина корреляции обеих эмиссий – также доказательство малого вклада механизма (14) в суммарную интенсивность сплошного спектра свечения ночного неба.

Таблица 5

Интенсивность в рэлях/ангстрем (в зените)	Рассеянный свет		Континуум NO_2		Флуоресценция $(NO?O_2?)$	Внеземной свет $\theta > 80^\circ, \rho > 45^\circ, \lambda < 1400$
	5300	6600	5300	6600		
Максимальная	3.1	1.6	0.8	1.2	2.0	1.0
Минимальная	1.3	0.7	~ 0.1	~ 0.1	~ 0.1	0.2

В заключение приводится таблица 5, в которой показана доля каждой из рассмотренных здесь составляющих сплошного спектра све-

ჩენია ღამის სიბნელის სპექტრის აბასტუმანში.

Из таблицы 5 видно, что в видимой области сплошного спектра свечения ночного неба рассеянный свет составляет наибольшую долю, в среднем 65-70% около 5300 и 6600 ангстрем, и 50-30% около 5950 ангстрем, когда интенсивность полосы $\lambda 5950$ велика.

Июль, 1969.

სიბნელის სიბნელის უწყვეტი სპექტრის ხილვით უძველესი

ც. ფიშკოვა

(რეზიუმე)

წიგნის I, II და III ნაწილებში წარმოდგენილია რამდენიმე ცხელ-
ბის უწყვეტი სპექტრის ელექტროფოტომეტრიული და სპექტრალური დაკვირვება
შედეგების მიმოხილვა. განხილულია: 1) აბსოლუტური ინტენსიობა უწყვეტი
სპექტრის სხვადასხვა უბანში, 2) უწყვეტი სპექტრის დაფარვა ატმოსფერული,
ვარსკვლავური და ზოგჯერ მდებარეობს, 3) ინტენსიობის სივრცითი და
დროითი ცვლილება, 4) უწყვეტი სპექტრის ინტენსიობის დამოკიდებულება
რამდენიმე ცხელბის ემისიური ხაზების ინტენსიობებზე, 5) ინტენსიობის
დამოკიდებულება სპექტრში.

IV და V ნაწილებში აღწერილია 1958-69 წწ აბასტუმანში ჩატარებული
რამდენიმე ცხელბის სპექტრის სპექტრალური და ელექტროფოტომეტრიული დაკ-
ვირვებების შედეგები უბანში 4700-6700 ანგსტრემში. ნაკვეთშია, რომ
უწყვეტი სპექტრი შედგება უწყვეტი ფონისაგან, რომელიც ატმოსფერული
ფონის დასაბუთება 5950 და 4700-6700 ანგსტრემის მახლობლად
(ნახ. 12). უწყვეტი ფონის ინტენსიობის დამოკიდებულება აბასტუმანში
ბის გაბნეული სინათლის სპექტრული დამოკიდებულებასთან. $z = 67^{\circ}N$ მიმართულ-
ბით უწყვეტი ფონის ინტენსიობა იცვლება 5600-80 მ-დან 3 (რედი/ანგს-
ტრემში) და 6600-80 4,5-დან 1,8 (რედი/ანგსტრემში). ამასთანავე ს-
ტრემის სვლა ღამის არ არსებობს. ატმოსფერული გამჭვირვალობის კოეფი-
ციენტის შემცირებასთან ერთად დაკვირვება უწყვეტი ფონის ზრდა და
მზანაღ უბანში ინტენსიობის შესუსტება სპექტრის წიგნით უძველესი შედეგ-
ებთან (ნახ. 16, 17). ინტენსიობის დასაბუთება 5950 ანგსტრემის მახლობლად
ნახევარ-სიბნელე დაახლოებით 300 ანგსტრემი აქვს. მის ინტენსიობას $z = 67^{\circ}N$
მიმართულბით აბასტუმანში მკვლევარმა გამოასახლა სეზონური სვლა დასაბუთ-
ებთან (ნახ. 9, 10), დამოკიდებულება 5 (რედი/ანგსტრემში) უწყვეტი ფონის ზემოთ (ნახ. 9, 10), დამოკიდებულება
ბის აქტივობაზე. დასაბუთება 6200-6300 ანგსტრემის მახლობლად $z = 67^{\circ}N$

მიმართულბით შედარებით უფრო განიერია; მისი ინტენსიობა დაფუძნებულია
მზის ვიწრო გამოსხივების და გაბნეული ფონის მისი აქტივობის დასაბუთების
ქონის, როცა აღწევს 2 რედი/ანგსტრემში. უწყვეტი სპექტრის ინტენსიობას
5270 ანგსტრემის მახლობლად და მის ელექტროფოტომეტრიულ სხვადასხვა
კოეფიციენტს 5577[01] ემისიის ინტენსიობასთან. ინტენსიობა 6050 ანგ-
სტრემის მახლობლად კოეფიციენტს აქვს $Na 5893$ ემისიის ინტენსიობასთან
(ნახ. 25-29). რამდენიმე ცხელბის უწყვეტი სპექტრის საშუალო წიგნით ინ-
ტენსიობა მცირდება მისი აქტივობის შემცირებასთან ერთად (ნახ. 24).
გამოთვლილია მოსაზრება, რომ უწყვეტი ფონის წარმოიქმნება მისი
სინათლის მრავალჯერადი გაბნეული მისი გაუბნელებელი ნაწილი (ელემენტის
ჩრდილი). ინტენსიობის დასაბუთება 6200-6300 ანგსტრემის მახლობლად
დამოკიდებულება NO_2 -ის ფლორესცენციით, ხოლო დასაბუთება 5950 ანგ-
სტრემის მახლობლად შეიძლება წარმოადგენდეს NO მოლეკულის ფლორესცენ-
ციის შედეგს სპექტრის ხილვით უძველესი.

THE CONTINUOUS AIRGLOW SPECTRUM IN VISUAL REGION

L.M.FISHKOVA

(Summary)

Chapters I, II and III represent a review of electrophotomet-
ric and spectral observations of the continuous airglow spectrum.
The following questions are discussed: 1) the absolute intensity in
various regions of continuous spectrum, 2) separation on atmo-
spheric, stellar and zodiacal components, 3) intensity variations, 4) cor-
relation of continuous spectrum intensity with that of airglow emis-
sion lines, 5) distribution of intensity in continuous spectrum.

The results of electrophotometric and spectral observations of
airglow continuous spectrum in 4700-6700 A region made at Abastumani
in 1958-1969 are given in chapters IV and V. According to Abastumani
observations continuous airglow spectrum represents continuous back-
ground with a wide maxima near 5950 and 6200-6300 A (fig.12). Inten-
sity distribution in continuous background almost coincides with
that of scattered solar light in the Earth atmosphere. Continuous
background intensities are equal to 8-3 R/A for 5600 and to
4,5-1,8 R/A for 6600 A (in direction $z = 67^{\circ}N$), seasonal variations
being almost absent. With increase of atmospheric extinction the
increase of background intensity and decrease of ratio of intensity
near 5600 to that near 6600 are shown (fig.16,17). Intensity maxi-
mum near 5950 has the halfwidth about 300 A. It reaches its peak
intensity in November-December (~ 5 R/A over the background in the
direction $z = 67^{\circ}N$) and minimum in summer (fig.9,10), its intensity
being independent on solar activity. Intensity maximum near 6200-6300

is a little wider and reaches its peak intensity in summer (~ 2 R/A over the background in the direction $\alpha = 67^\circ \text{N}$); its intensity increases with solar activity. Continuous spectrum intensity near 5270 and its diurnal variations slightly correlate with emission [OI] 5577. Intensity near 6050 correlates with that of emission Na 5893 (fig. 25-29). Mean annual intensities of airglow continuous spectrum decrease along with the solar activity (fig. 24). It is supposed that a) continuous background arises from multiscattered solar light in the Earth shadow region, b) intensity maximum near 6200-6300 Å exists as a result of $\text{NO} + \text{O} \rightarrow \text{NO}_2 + h\nu$ process, but c) intensity maximum near 5950 is probably a result of NO fluorescence in the upper atmosphere.

Цитированная литература

1. Rayleigh, Lord (Strutt R.J.) Further observations on the spectrum of the night sky. Proc. Roy. Soc. (London). 1923, A103, 45-49.
2. Dufay J. Le spectre du ciel nocturne. CR. 1923, 176, 1290-1292.
3. Доброкравин П.П., Хвостиков И.А. Спектр ночного свечения неба в ультрафиолетовой области. Докл. АН СССР. 1939, 23, № 3, 233-237.
4. Elvey C.T., Swings P., Link W. The spectrum of the night sky. Aph. J. 1941, 92, 337-348.
5. Barbier D. Le spectre du ciel nocturne. Ann. d'Astroph. 1947, 10, 141-157.
6. Chamberlain J.W., Oliver N.J. Stellar absorption lines in night sky spectra. Aph. J. 1953, 118, N.2, 197-199.
7. Паншин К.Б., Хвостиков И.А., Черняев В.И. Распределение энергии в спектре свечения ночного неба в разные часы ночи. Труды Эльбрусской экспедиции 1934 и 1935 гг.
8. Вавилов С.И. Микроструктура света. М. 1950.
9. Roach P.E. Manual for photometric observations of the airglow during the IGY. Nation. Bur. Stand. 1956, Ref. N.5006.
10. Barbier D., Dufay J., Williams D. Recherches sur l'émission de la raie vert de la lumière du ciel nocturne. Ann. d'Astroph. 1951, 14, N.4, 399-437.
11. Чуваев К.К. О свечении земной атмосферы в непрерывном спектре. Докл. АН СССР. 1952, 87, № 4, 551-554.
12. Морозов В.М. Некоторые фотометрические данные о континууме в свечении ночного неба. Изв. АН СССР, сер. геофиз. 1961, № 12, 1887-1894.
13. Фишкова Л.М., Маркова Г.В. Некоторые результаты электрофотометрических наблюдений эмиссий OI, Na, OH и непрерывного фона в свечении ночного неба. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1952, 24, 161-173.

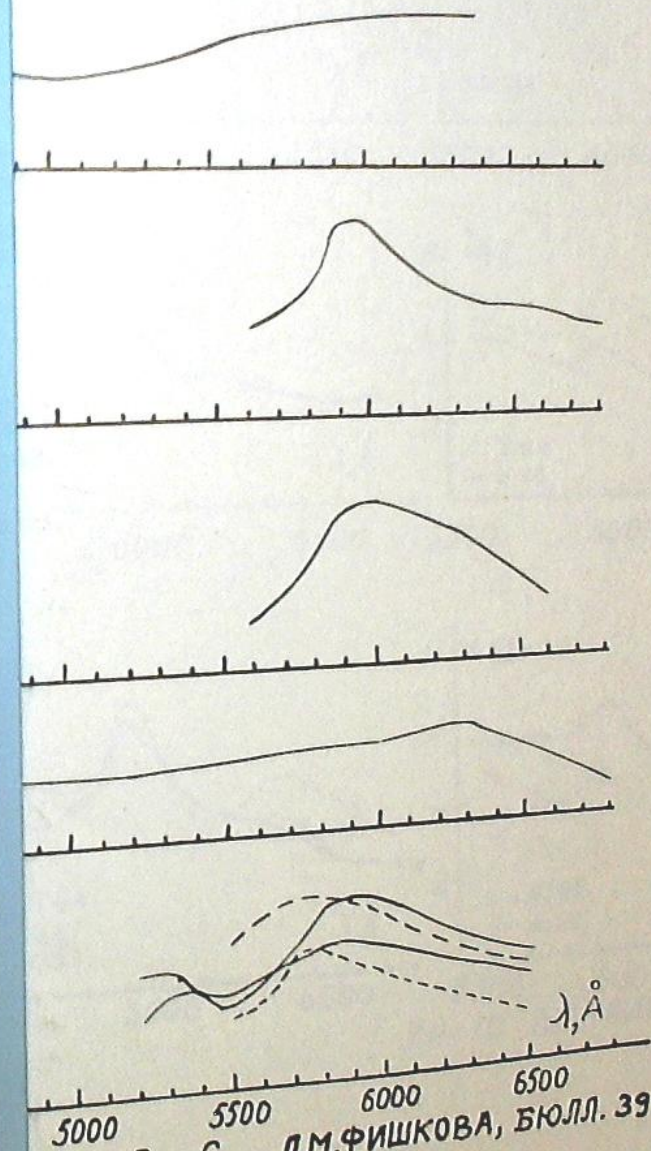


Рис. 6 Л.М.ФИШКОВА, БЮЛЛ. 39

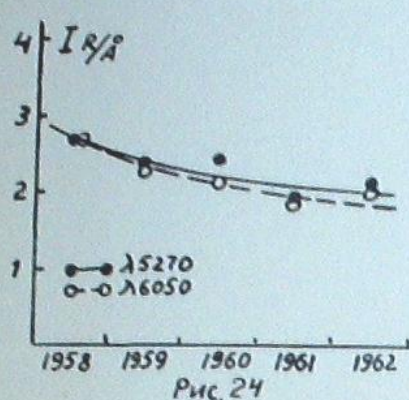


Рис. 24

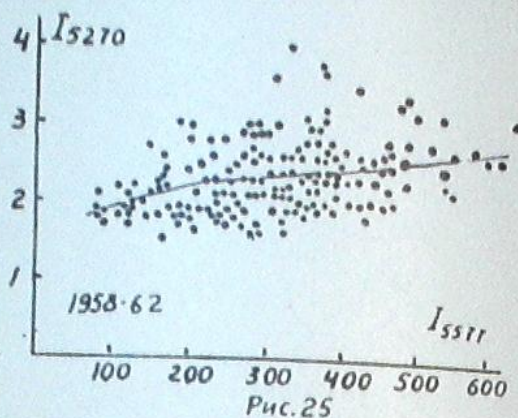


Рис. 25

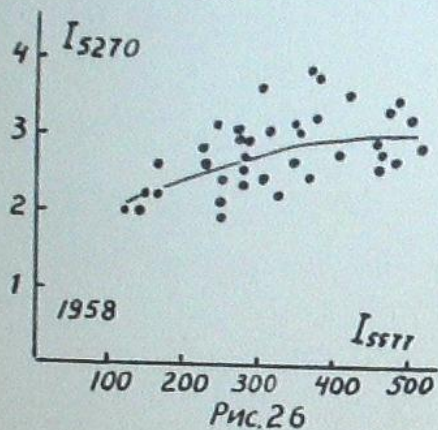


Рис. 26

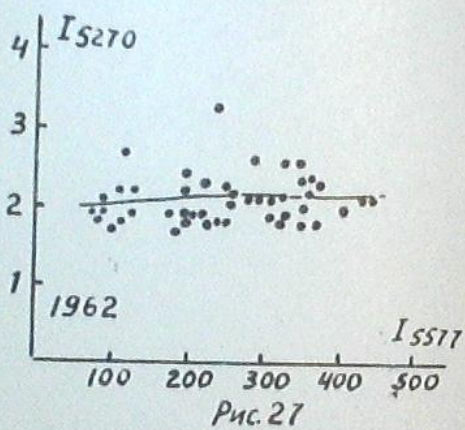


Рис. 27

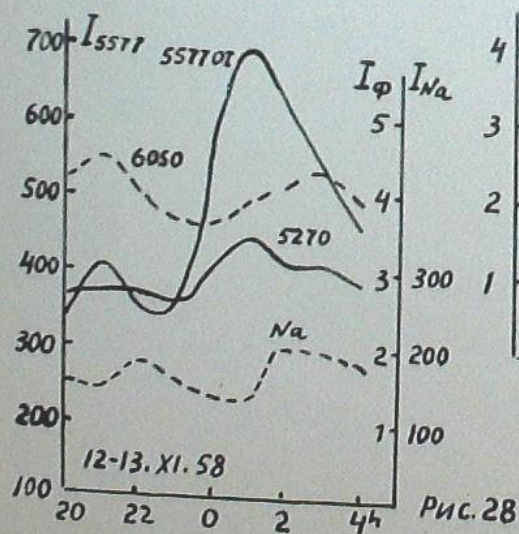


Рис. 28

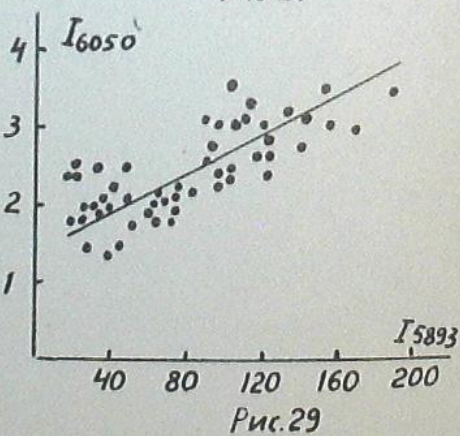


Рис. 29

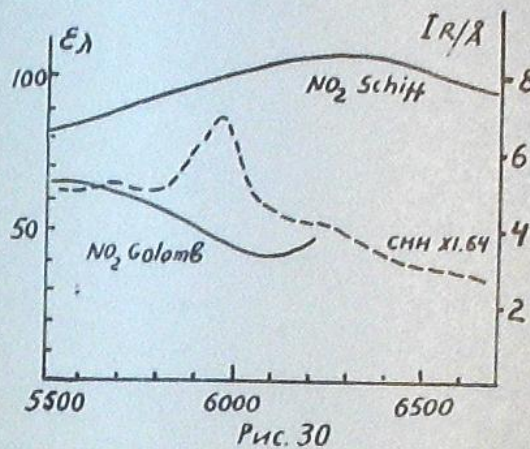


Рис. 30

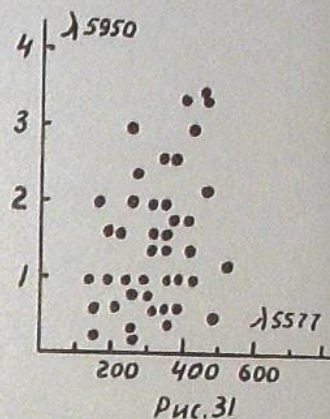


Рис. 31

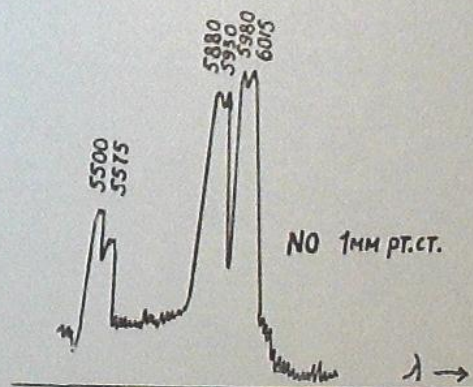
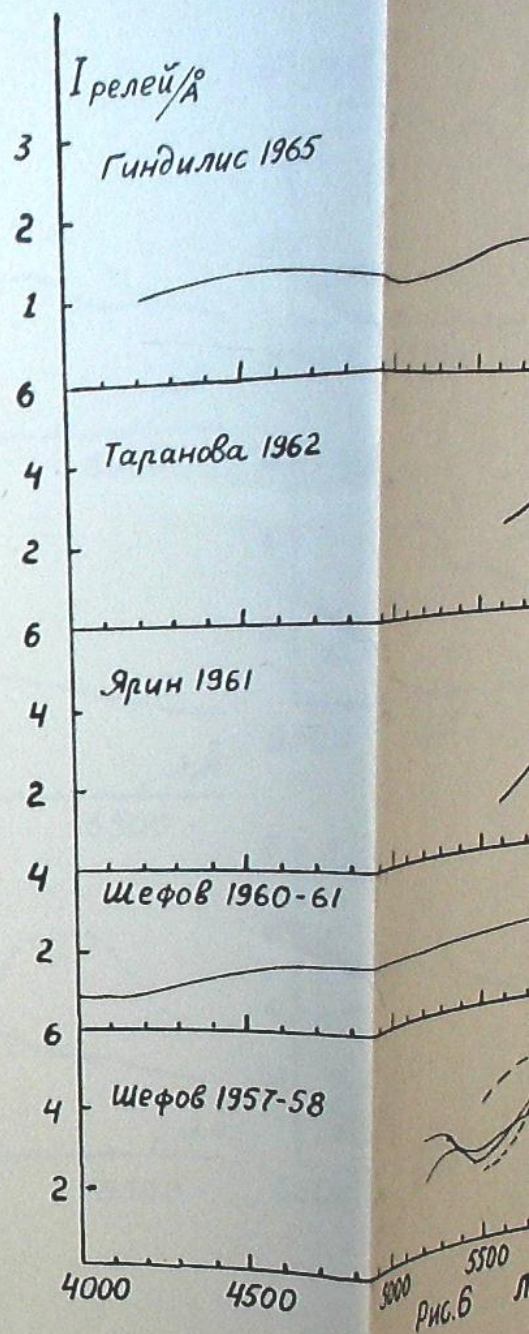
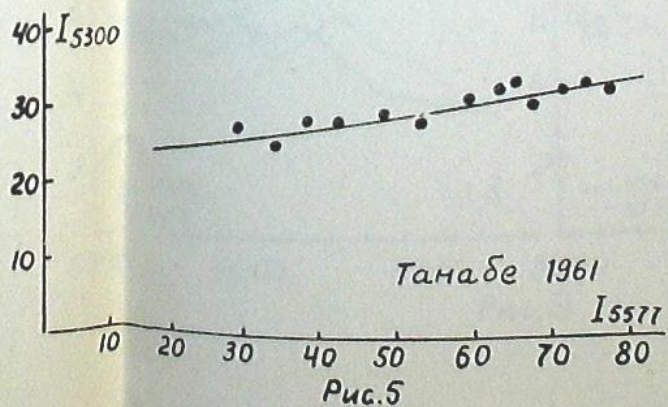
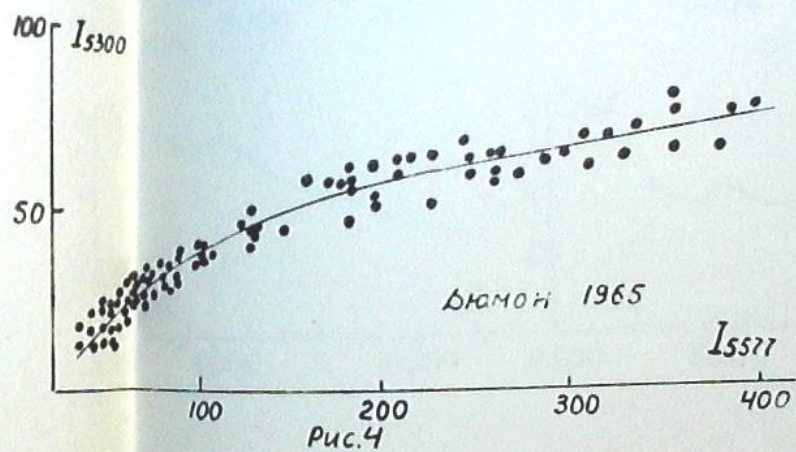
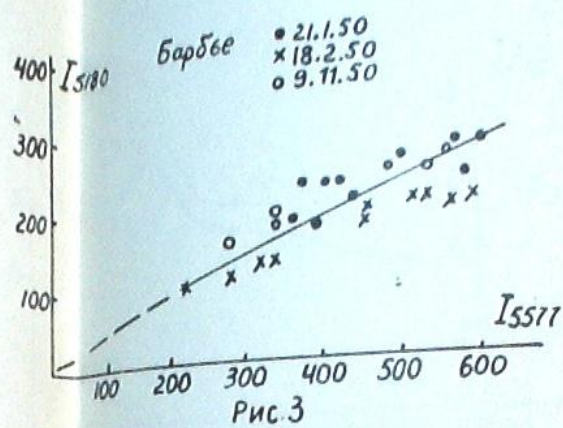
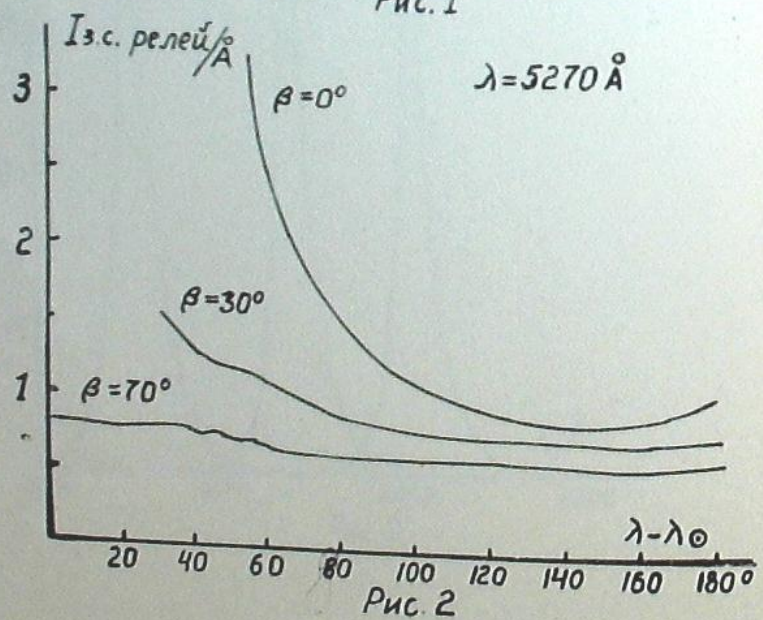
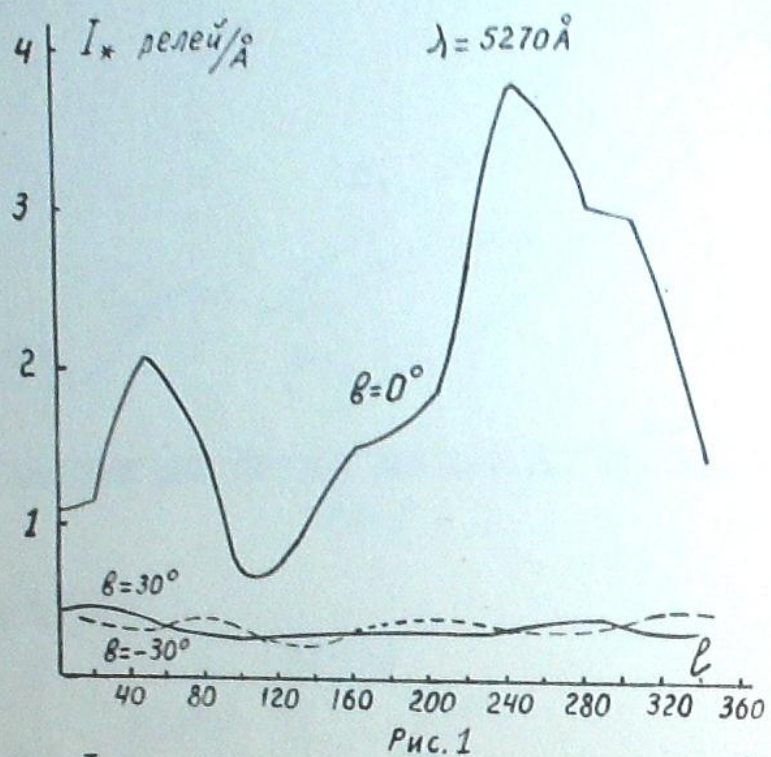
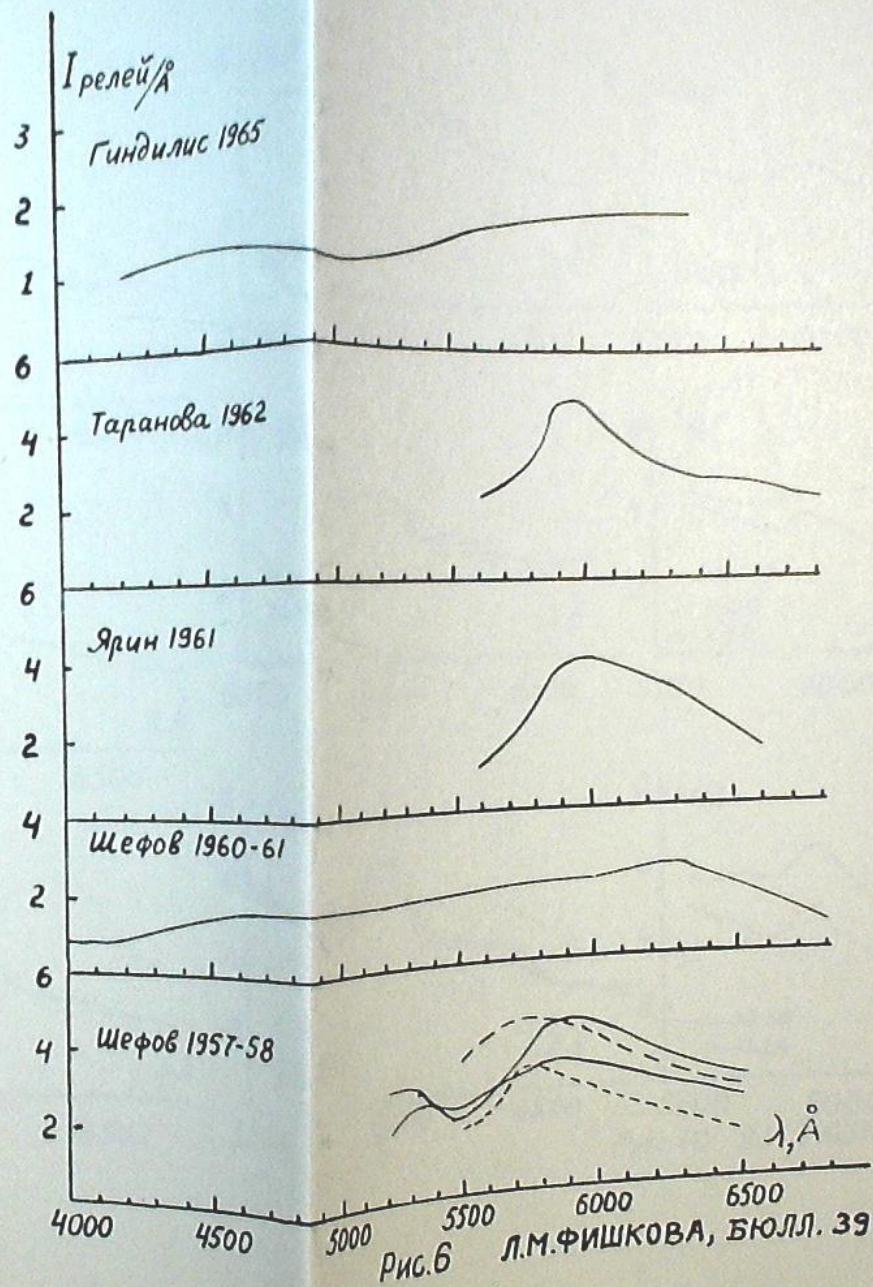
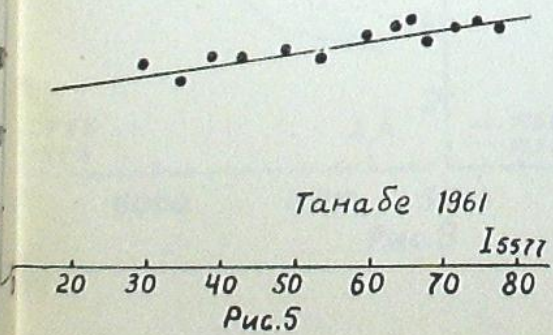
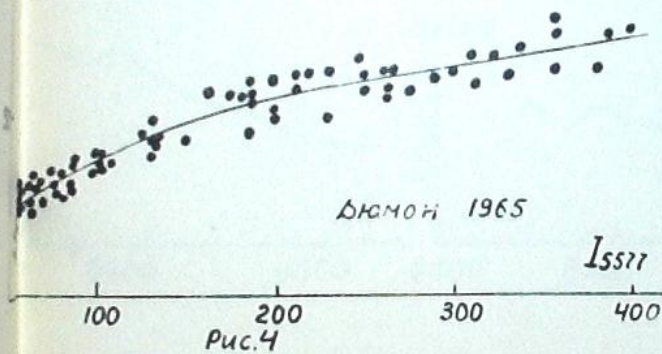
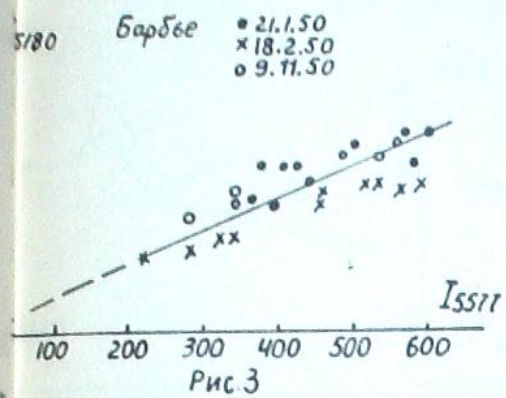
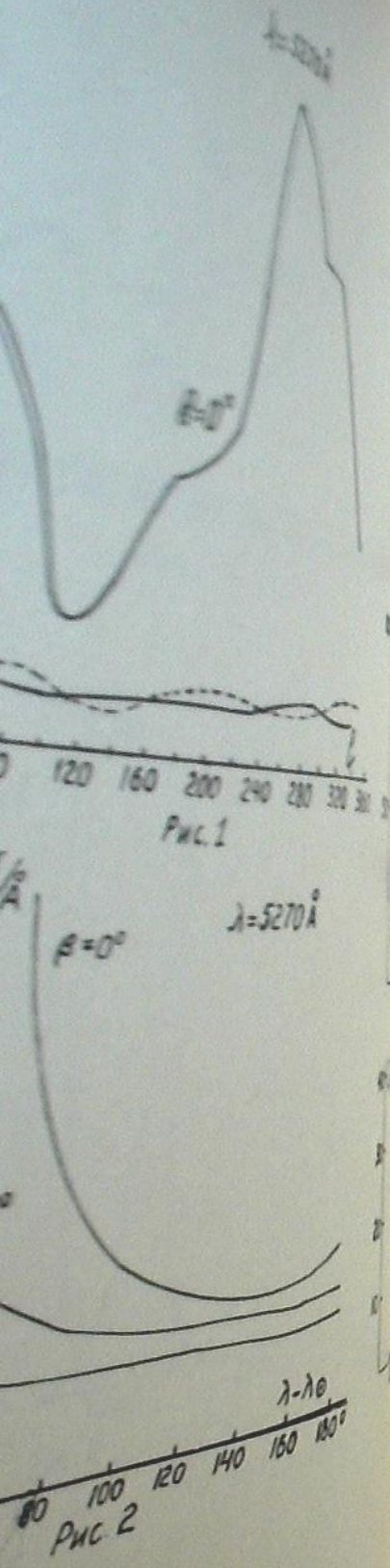


Рис. 32

Л.М.ФИШКОВА, БЮЛЛ. 39

14. Фишкова Л.М., Маркова Г.В. Некоторые результаты электрофотометрических и спектрографических наблюдений свечения ночного неба в Абастумани. В сб. "Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба". АН СССР, 1960, № 2-3, 49-56.
15. Dandekar B.S. Measurements of the airglow continuum with a birefringent filter photometer. *Appl. Opt.* 1966, 5, 835-838.
16. Фесенков В.Г. Метеорная материя в межпланетном пространстве. М. 1947.
17. Ashburn E.V. The effect of Rayleigh scattering and ground reflection upon the determination of the height of the night airglow. *J. Atm. Terr. Phys.* 1954, 5, N.2, 83-91.
18. Dumont R. Séparation des composantes atmosphérique, interplanétaire et stellaire du ciel nocturne. *Ann. d'Astroph.* 1965, 28, N.2, 265-320.
19. Van Rhijn P.J. Distribution of stars according to apparent magnitude, galactic latitude and galactic longitude. *Publ. Kapteyn Astron. Lab. Groningen.* 1929, N.43.
20. Meggil L.R., Roach F.E. The integrated starlight over the sky. *Nation. Bur. Stand.* 1961, N.106.
21. Smith L.L., Roach F.E., Owen R.W. The absolute photometry of the zodiacal light. *Planet. Space Sci.* 1965, 13, N.3, 207-217.
22. Дивари Н.Б. Звездная составляющая свечения ночного неба. *Астрон. х.* 1951, 28, № 3, 163-171.
23. Seares F.H. The mean color-index of stars of different apparent magnitude. *Aph. J.* 1925, 61, N.2, 114-129.
24. Roach F.E., Pettit H.B. Excitation patterns in the nightglow. *Soc. Roy. Sci. Liège.* 1952, 12, N.1-2, 13-23.
25. Roach F.E., Meggil A.B. Integrated starlight over the sky. *Aph. J.* 1961, 133, N.1, 228-242.
26. Barbier D. Etude photométrique de région ultraviolette de la lumière du ciel nocturne. *Ann. d'Astroph.* 1953, 16, N.2, 96-128.
27. Davis T.N., Smith L.L. Latitudinal and seasonal variations in the night airglow. *Journ. Geoph. Res.* 1965, 70, N.5, 1127-1138.
28. Чуваев К.К. О разделении свечения ночного неба на составляющие. *Астрон. х.* 1961, 38, № 4, 692-705.
29. Tanabe H. Zodiacal light and airglow components at 5300 Å. *Publ. Astron. Soc. Japan.* 1964, 16, N.4, 324-335.
30. Kulkarni P.V., Steiger W.R. Correlations among night airglow radiations. *Ann. Geophys.* 1967, 23, N.11, 125-131.
31. Морозов В.М. О непостоянстве спектрального состава континуума в свечении ночного неба. *Изв. АН СССР, сер. геофиз.* 1962, № 4, 573-576.
32. Морозов В.М. Некоторые особенности эмиссии OI 5577 Å и континуума в свечении ночного неба. *Изв. АН СССР, сер. геофиз.* 1962, № 10, 1446-1449.





Л.М.ФИШКОВА, БЮЛЛ. 39

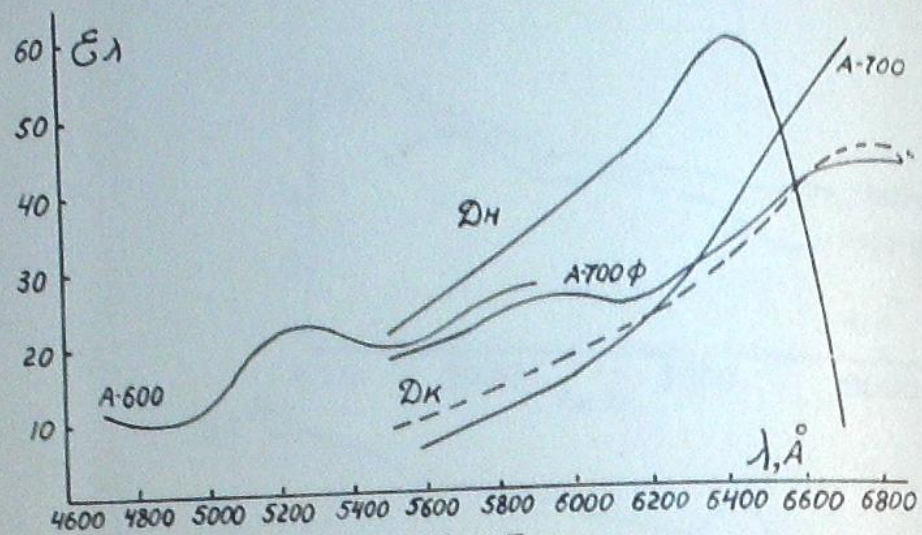


Рис. 7

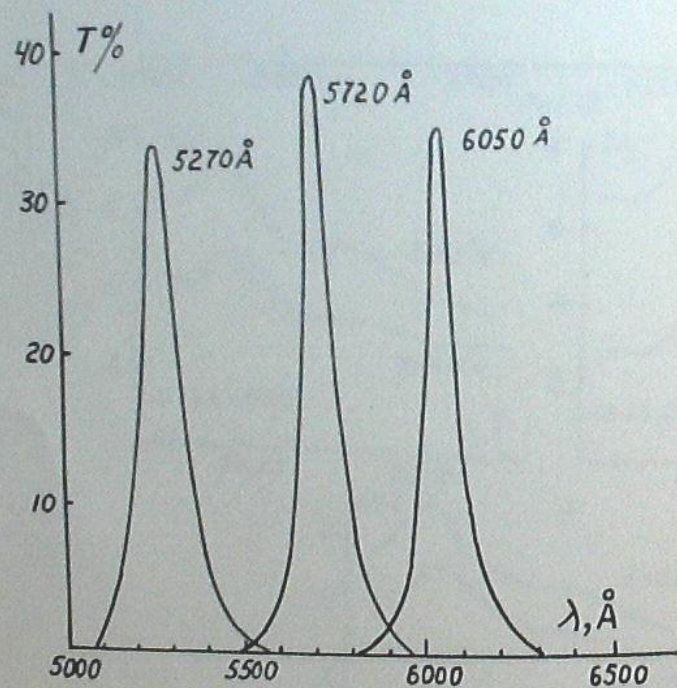


Рис. 8

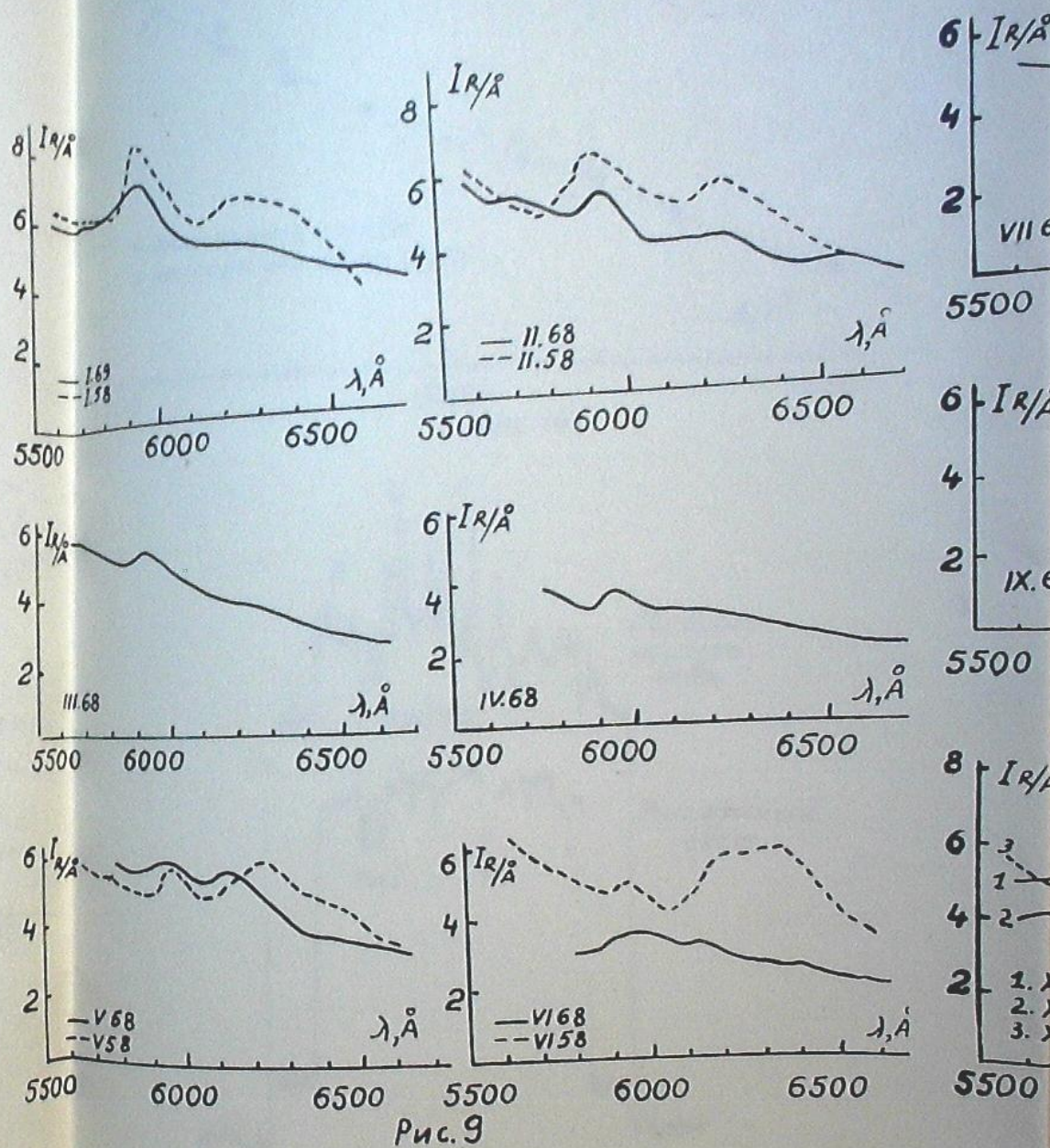


Рис. 9

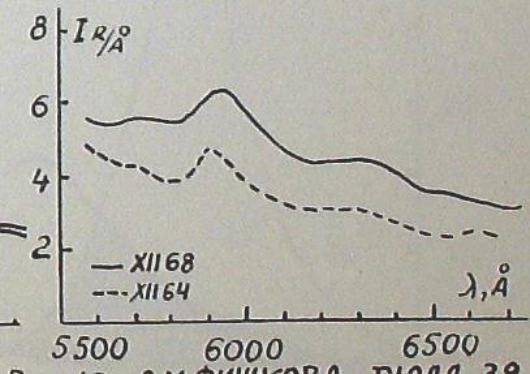
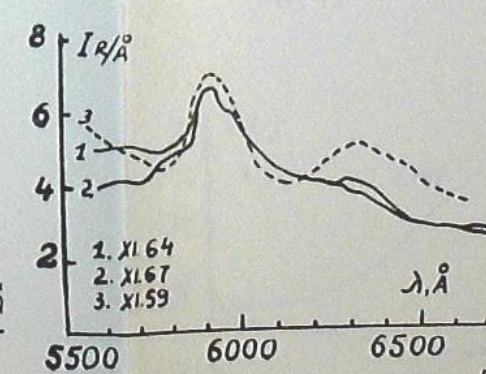
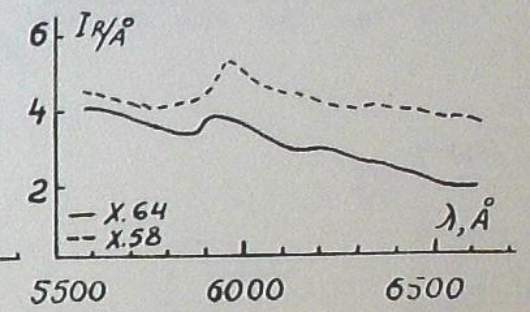
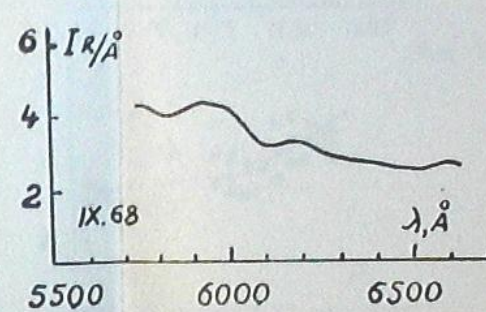
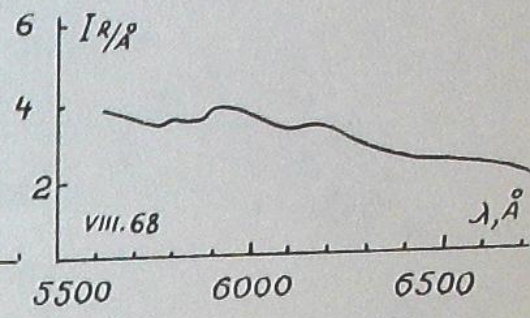
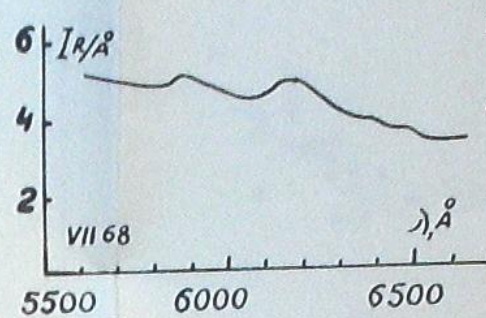
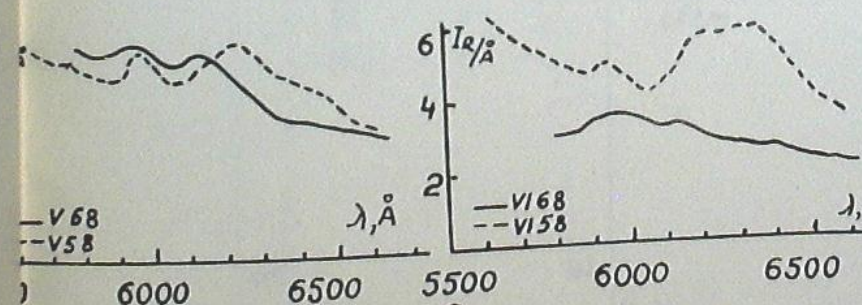
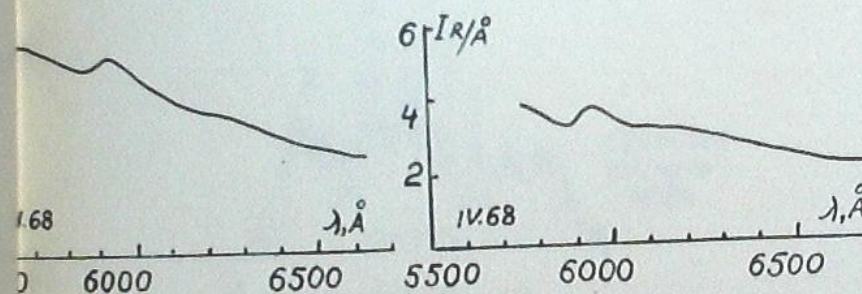
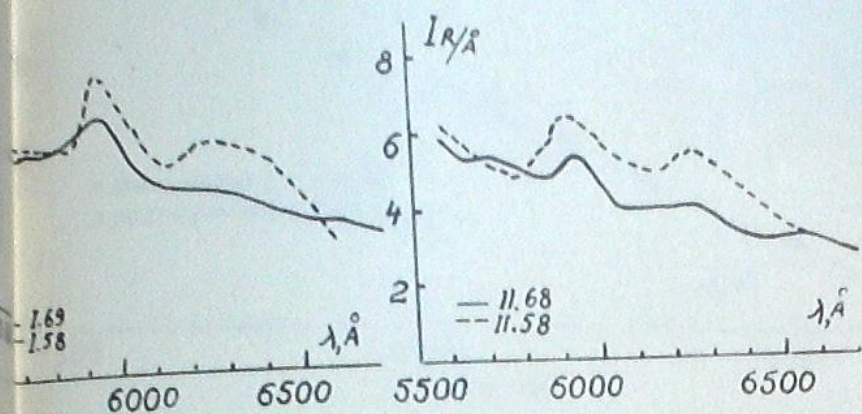
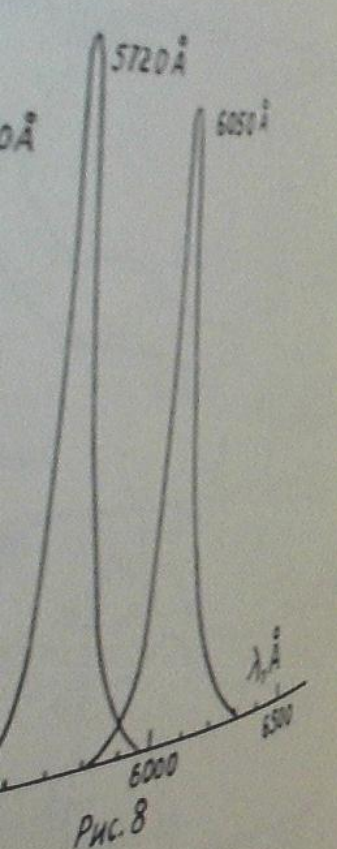
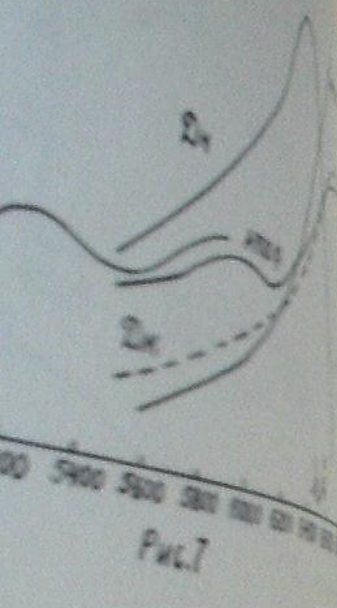
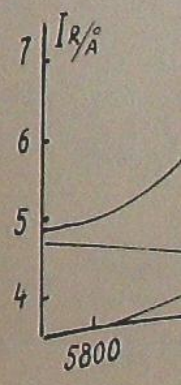
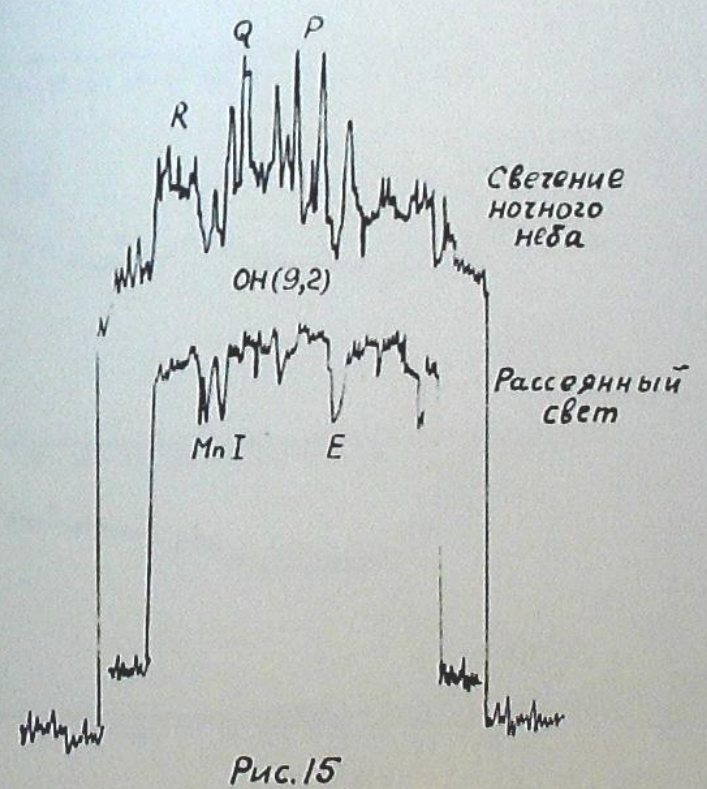
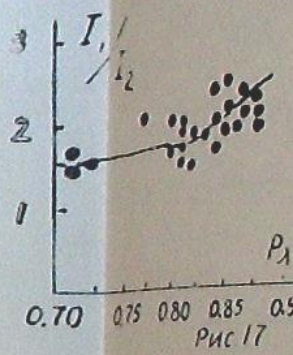
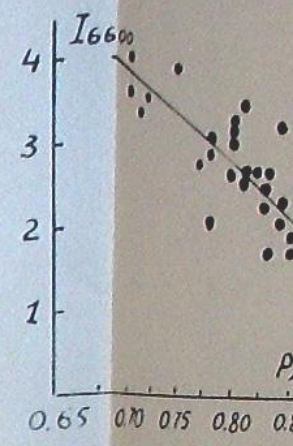
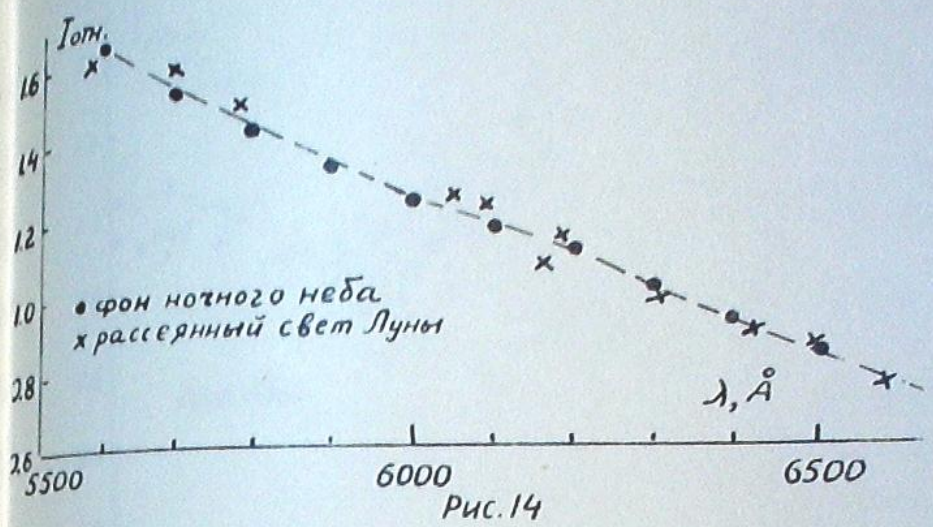
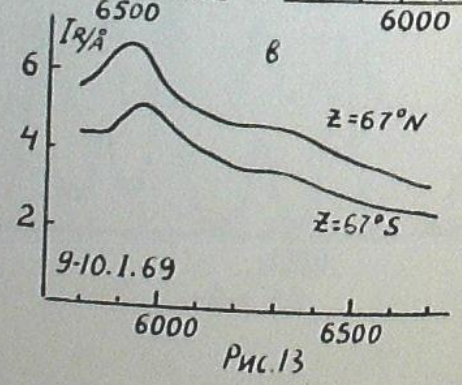
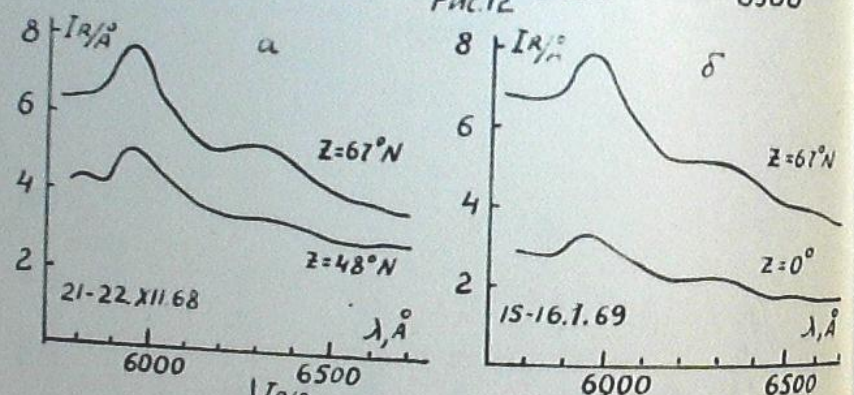
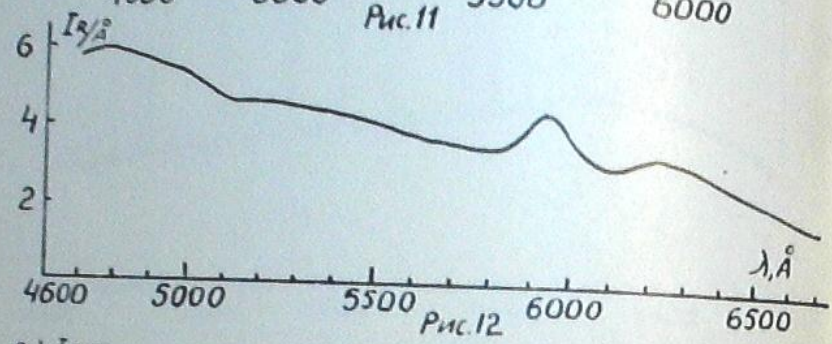
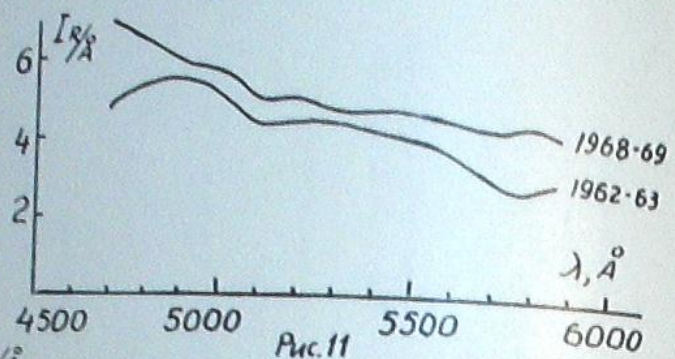


Рис. 9

Рис. 10 Л.М.ФИШКОВА, БЮЛЛ. 39



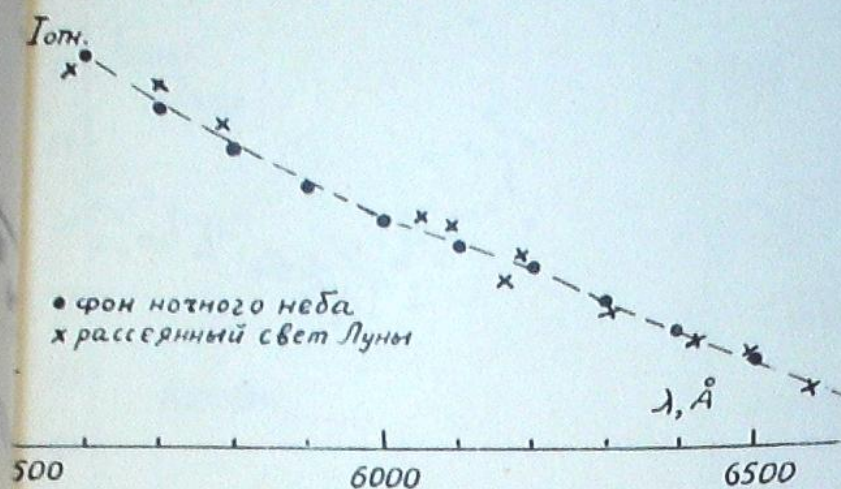


Рис. 14

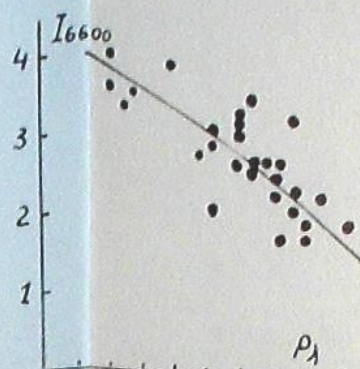


Рис. 16

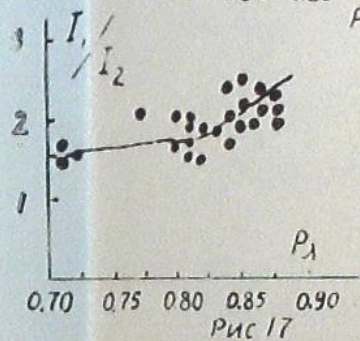
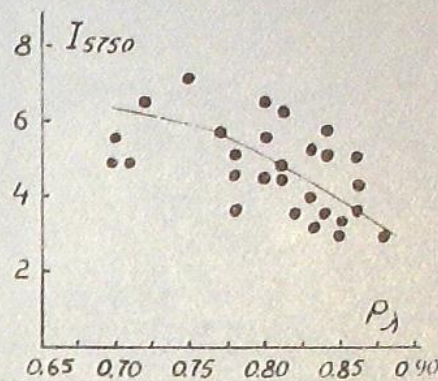


Рис. 17

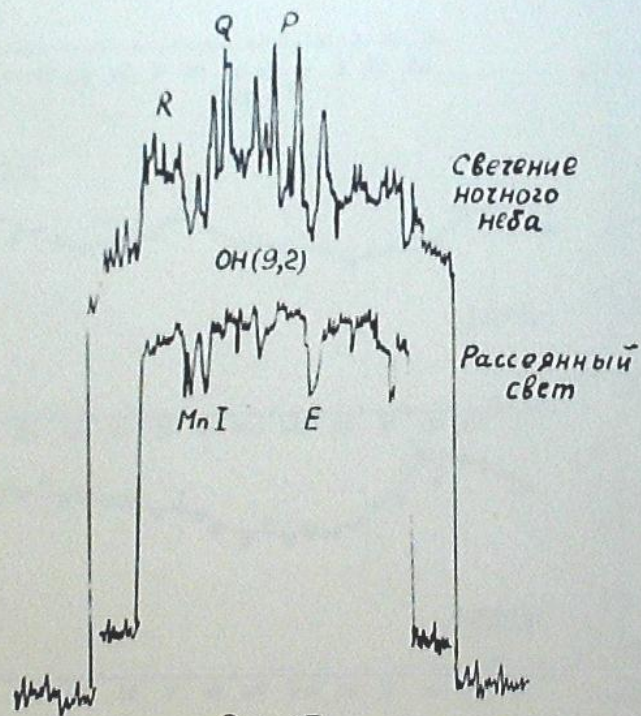


Рис. 15

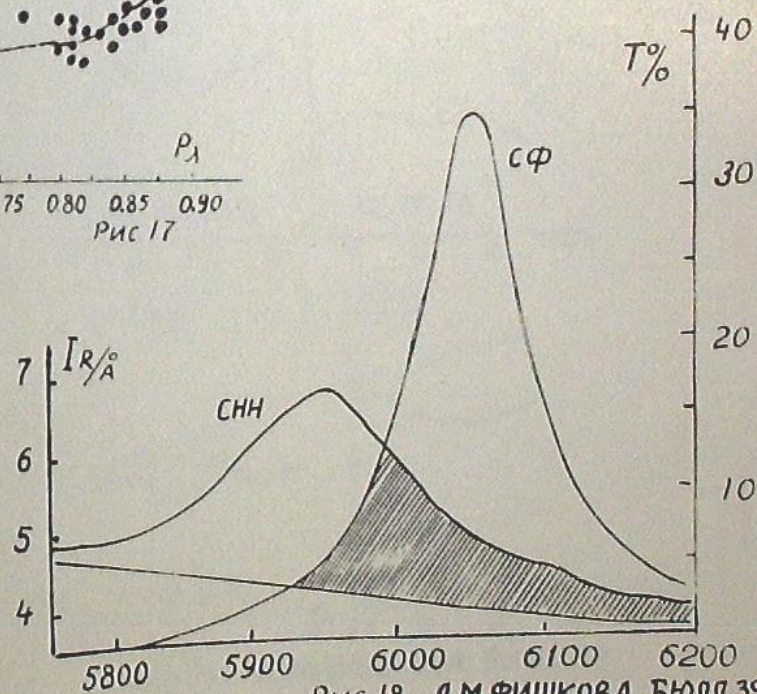


Рис. 18 Л.М.ФИШКОВА, БЮЛЛ.39

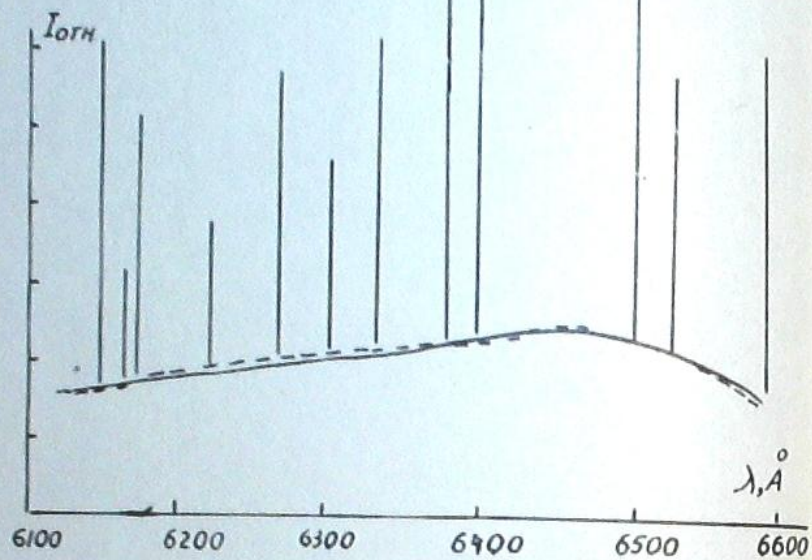


Рис. 19

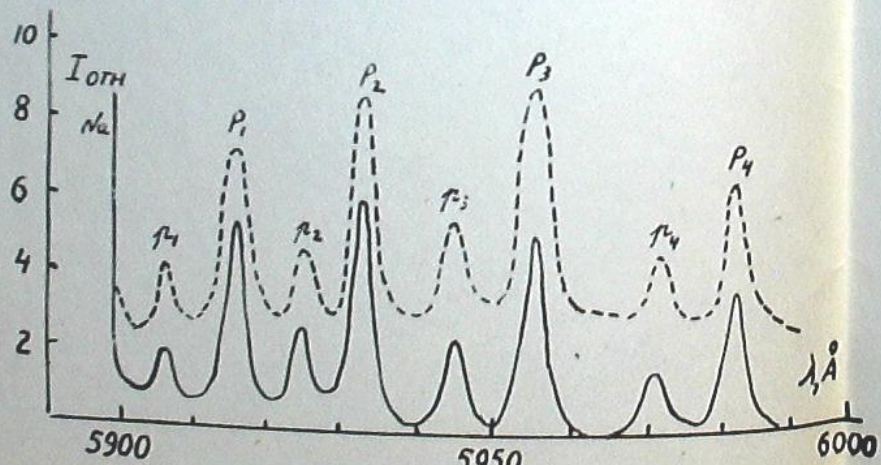


Рис. 20

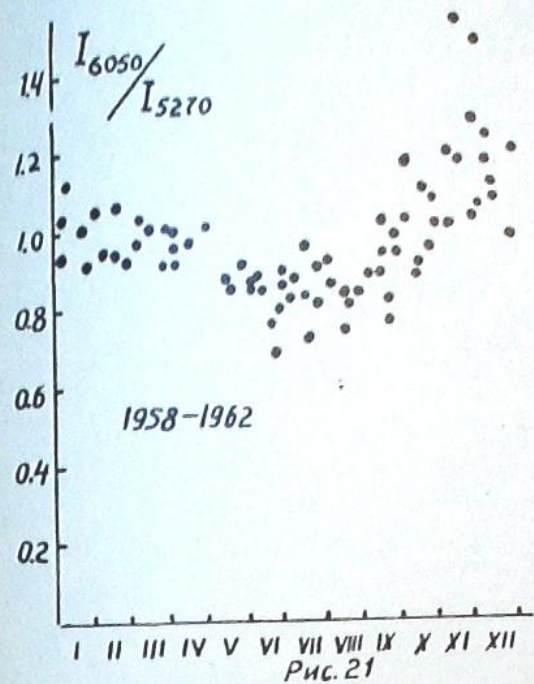


Рис. 21

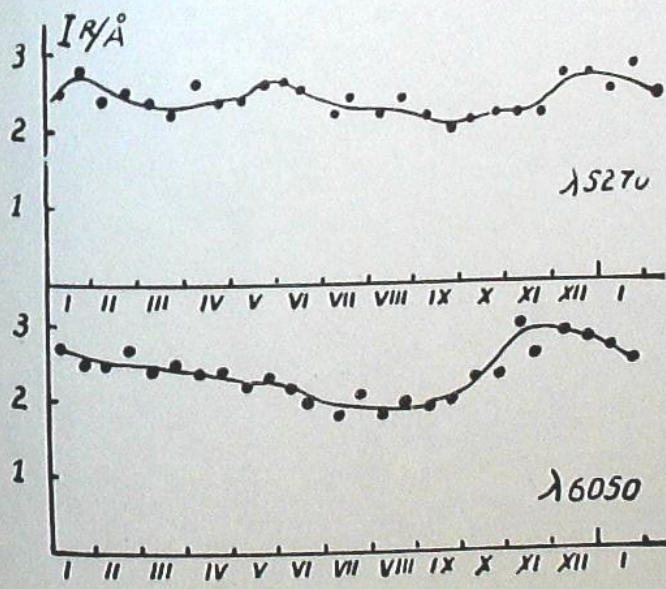


Рис. 22

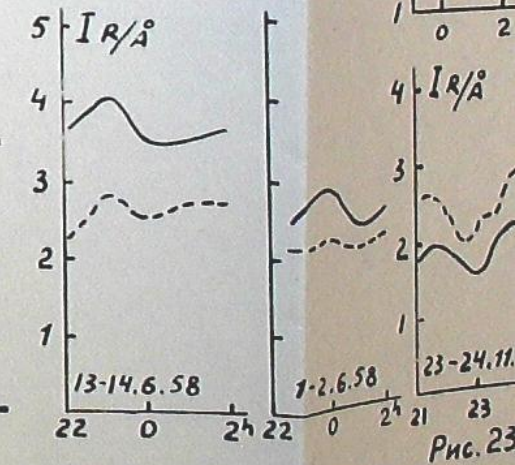
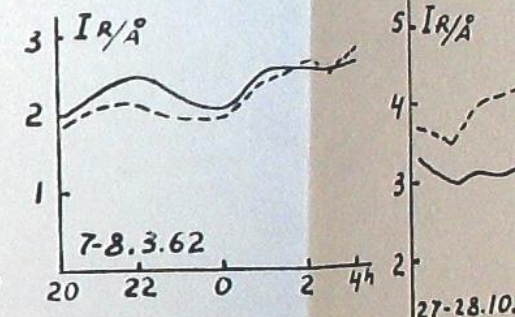
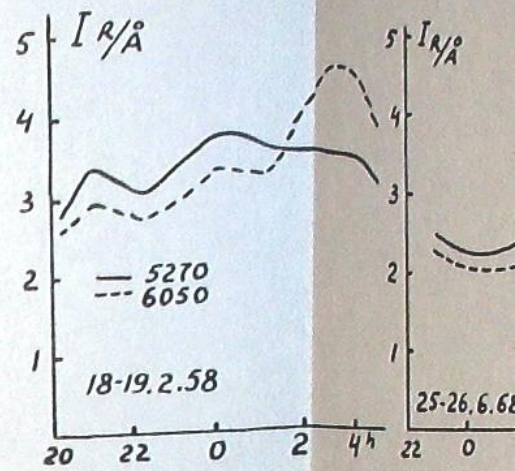
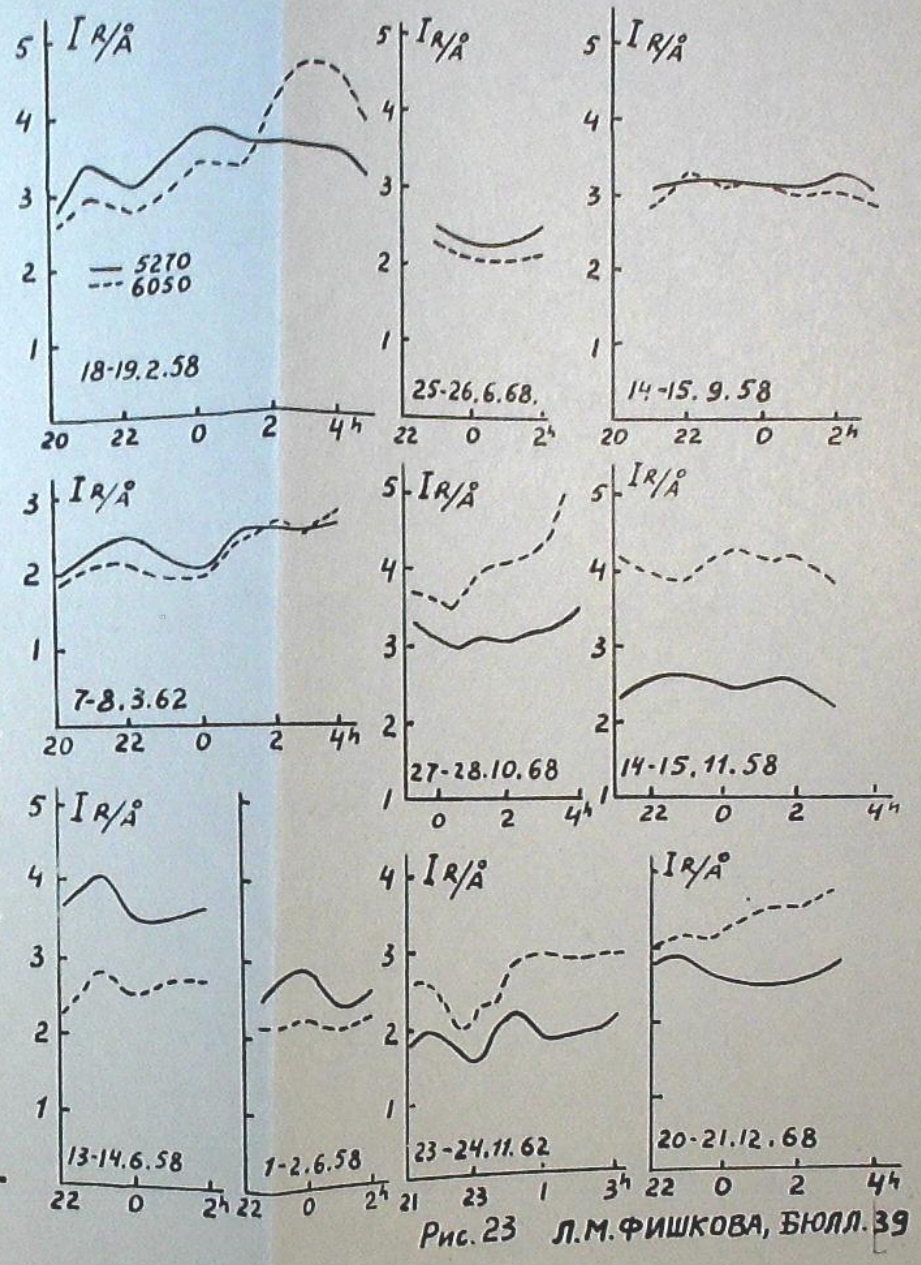
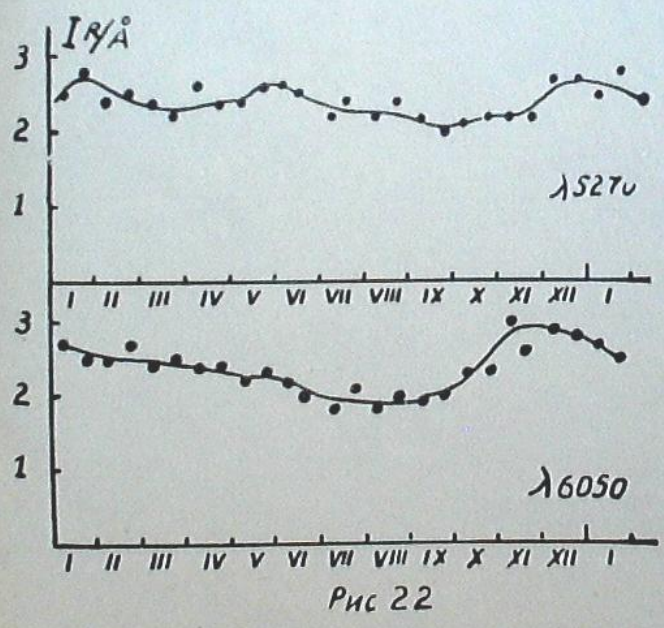
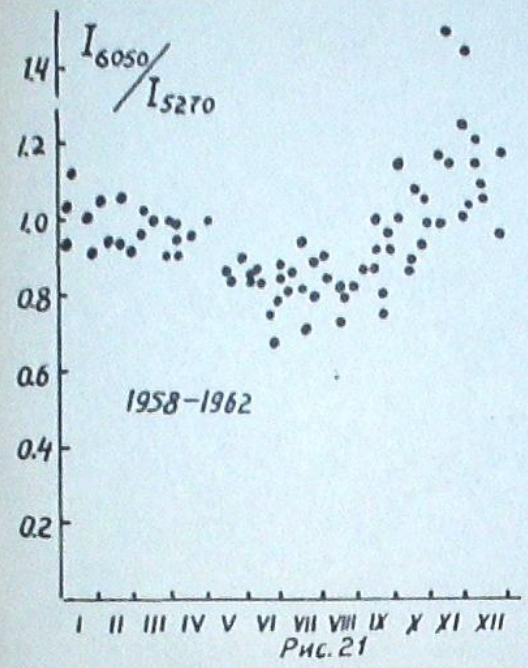
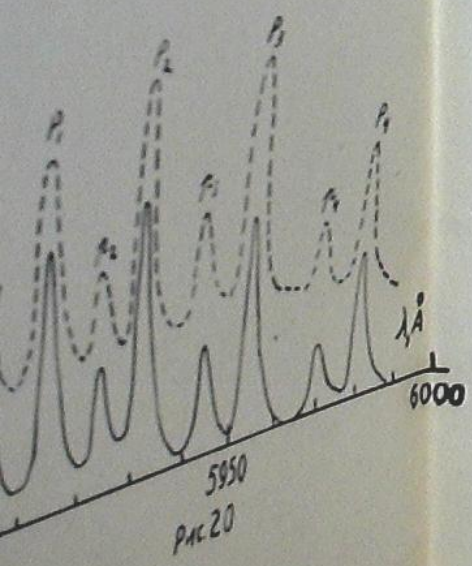
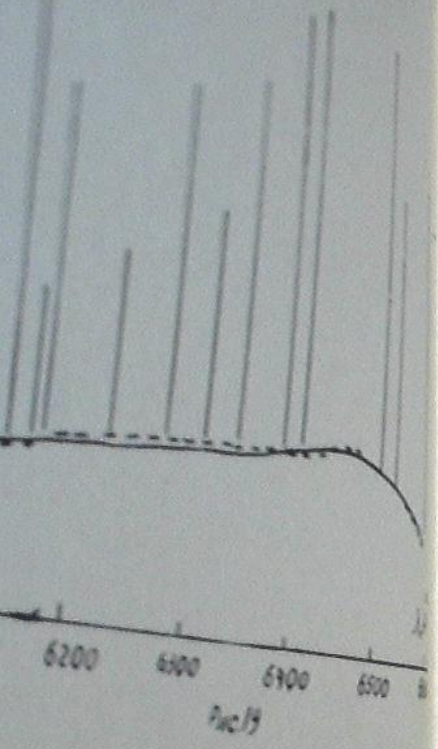


Рис. 23



33. Морозов В.М. О влиянии эффекта рассеяния света в реальной атмосфере на наблюдаемую яркость свечения ночного неба. Изв.АН СССР, сер.геофиз. 1962, № 12, 1837-1842.
34. Морозов В.М. Некоторые результаты фотоэлектрических наблюдений свечения ночного неба вблизи 5700 ангстрем. Геомагнетизм и аэронавтика. 1963, 3, № 5, 976-979.
35. Морозов В.М. О спектральном составе переменной составляющей излучения в непрерывном спектре ночного неба. Астрон.ж. 1964, 41, № 2, 378-382.
36. Морозов В.М. О спектральном составе излучения ночного неба в непрерывном спектре и фотоэлектрических наблюдениях вариаций интенсивности эмиссий OI 5577 и NaD. Изв.АН СССР, сер.геофиз. 1964, № 4, 604-614.
37. Морозов В.М. О некоторых особенностях внеземной и земной составляющих свечения ночного неба. Геомагнетизм и аэронавтика. 1964, 4, № 3, 470-478.
38. Шефов Н.Н. Замечания по поводу некоторых выводов В.М.Морозова о континууме в излучении ночного неба. Изв.АН СССР, сер.геофиз. 1961, № 12, 1895-1897.
39. Красовский В.И. Письмо в редакцию. Изв.АН СССР, сер.геофиз. 1961, № 12, 1898-1900.
40. Багрицкий Б.А. О дискуссии по поводу результатов фотоэлектрических измерений континуума в свечении ночного неба. Изв.АН СССР, сер.геофиз. 1961, № 12, 1901-1902.
41. Barbier D. Photométrie photoélectrique de la luminescence du ciel nocturne. *Annales geophys.int. Sec.4, Fasc.1, 1961, 37-66.*
42. Насыров Г.А. О непрерывном фоне в свечении ночного неба. Геомагнетизм и аэронавтика. 1964, 4, № 6, III8-III9.
43. Трутце Д.Л. Спектральное распределение внеатмосферной и атмосферной составляющих континуума в свечении ночного неба. В сб. "Полярные сияния и свечение ночного неба". АН СССР. 1963, № 10, 5-7.
44. Трутце Д.Л. Вариации спектрального распределения континуума свечения ночного неба. Сб. "Полярные сияния и свечение ночного неба". АН СССР. 1965, № II, 6-19.
45. Мигулин А.В. О разделении составляющих континуума ночного неба. Сб. "Полярные сияния и свечение ночного неба". АН СССР. 1965, № II, 20-25.
46. Таранова О.Г. О статистической обработке фотоэлектрических измерений со светофильтрами. Сб. "Полярные сияния и свечение ночного неба". АН СССР, 1965, № II, 35-42.
47. Barbier D. Resultats preliminaires d'une photometrie en huit couleurs de la lumiere du ciel nocturne. *The Airglow and the Aurorae.* 1955, 38-59.

48. Карягина З.В. Излучение ночного неба в ультрафиолетовой области спектра. Сб. "Полярные сияния и свечение ночного неба". АН СССР. 1963, № 10, 15-18.
49. Chamberlain J.W. The ultraviolet airglow spectrum. *Aph.J.* 1955, 121, n.1, 277-287.
50. Ярин В.И. Непрерывный спектр и полосы Герцберга O₂ в излучении ночного неба. Сб. "Полярные сияния и свечение ночного неба". АН СССР, 1961, № 5, 35-38.
51. Шефов Н.Н. Интенсивности некоторых эмиссий сумеречного и ночного неба. Сб. "Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба". АН СССР. 1959, № 1, 25-29.
52. Шефов Н.Н. Интенсивности некоторых эмиссий ночного неба. Сб. "Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба". АН СССР. 1960, № 2-3, 57-59.
53. Шефов Н.Н. Непрерывный спектр в свечении ночного неба. Сб. "Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба". АН СССР. 1961, № 5, 39-41.
54. Ярин В.И. Некоторые особенности континуума в сумерках. Сб. "Полярные сияния и свечение ночного неба". АН СССР. 1962, № 9, 61-62.
55. Таранова О.Г. Непрерывный фон в излучении ночного неба и полярных сияний. Сб. "Полярные сияния и свечение ночного неба". АН СССР. 1962, № 8, 21-23.
56. Карягина З.В., Туленкова Л.Н. Спектрофотометрические исследования непрерывного и эмиссионного спектров ночного неба в визуальной области. Изв.Астрофиз.ин-та АН Казахской ССР. 1960, IX, 86-95.
57. Гиндилис Л.М. Абсолютные измерения непрерывного спектра свечения ночного неба. Сб. "Полярные сияния и свечение ночного неба". АН СССР. 1965, № II, 26-34.
58. Герасимова Н.Г., Яковлева А.В. Комплект светосильных спектрографов с дифракционными решетками. Приборы и техника эксперимента. 1956, № I, 83-86.
59. Аллен К.У. Астрофизические величины. М. 1960.
60. Пясковская-Фесенкова Е.В. Зависимость рассеяния света в атмосфере от длины волны. Докл.АН СССР. 1951, 80, № 4, 595-598.
61. Кармилова Л.В., Кондратьев В.Н. Измерение концентрации атомов кислорода в пламенах при помощи ИО. Журн.Физ.Хим. 1951, 25, № 3, 312-322.
62. Прессман Дж., Ашенбраунд У.М., Мармо Ф.Ф., Джерси А., Зеликов М. Искусственная атмосферная хемилуминесценция, вызванная парами NO на высоте 106 км. Сб. "На пороге в космос". М. 1960, 327-332.
63. Golomb D., Rosenberg N.W., Aharonicu C., Hill J., Alden H. Oxygen atom determination in the upper atmosphere by chemiluminescence of nitric oxide. *Journ.Geophys.Res.* 1965, 70, N.5, 1155-1173.

64. Rajole J. On the origin of meteor long-duration train luminosity. Bull.astron.Inst.Czechoslov. 1968, 19, N.5, 323-325.
65. Gadsden M. The nightglow continuum emission. J.Atmosph.Terr.Phys. 1967, 29, N.5, 606-606.
66. Schiff H.J. Reactions involving nitrogen and oxygen. Ann.geophys. 1964, 20, N.1, 115-127.
67. Tanaka Y., Ogawa M. The band spectrum of nitric oxide in the visible region. Journ.Sci.Res.Instr. 1949, 44, N.1208, 1-4.
68. Додонова Н.Я. О желтой флуоресценции NO, возбуждаемой вакуумной ультрафиолетовой радиацией. Вестник Лен. гос. унив-та, сер.физики и химии. 1966, № 10, 36-39.
69. Barth C.A. Nitric oxide in the upper atmosphere. Ann.geophys. 1966, 22, N.2, 198-207.
70. Doherty G., Jonathan N. Laboratory studies of the chemiluminescence from the reaction of atomic oxygen with nitric oxide under upper atmosphere conditions. Disc.Paraday Soc. 1964, N.37, 73-81.
71. Baker D.J., Waddoups R.O. Rocket measurements of midlatitude night airglow emissions. Journ.Geophys.Res. 1967, 72, N.19. 4881-4883.

ВОДОРОДНАЯ ЛИНИЯ H_{α} В СПЕКТРЕ СВЕЧЕНИЯ СУМЕРЕЧНОГО НЕБА

Т.Г. МЕГРЕЛИШВИЛИ

Как известно, некоторые эмиссии, наблюдаемые в ночное время (дублет натрия, красные линии кислорода, полосы гидроксила и др.), усиливаются во время сумерек, что происходит в результате воздействия прямых солнечных лучей на высокие слои атмосферы. Исследование сумеречного излучения атмосферы делает возможным определять высоту излучающих атмосферных слоев и получать важную информацию об атмосферных процессах. В связи с этим обнаружение сумеречного усиления ("сумеречной вспышки") какой либо новой линии или полосы имеет большой интерес [1,2]. Для изучения проблем физики и фотохимии верхней атмосферы и околоземного космического пространства весьма интересна обнаруженная в Абастуманской обсерватории водородная линия H_{α} в сумерках, открывшая новые возможности получения сведений о содержании водорода в термосфере [3].

В спектрах полярных сияний линия H_{α} была обнаружена в 1939г. [4,5], но оставалось неясным, присутствует ли водород в качестве постоянной составляющей верхней атмосферы, в частности - над средними и низкими широтами. Важный результат был получен в 1958 г. на Эвенигородской станции Института физики атмосферы АН СССР: линия H_{α} была обнаружена в спектре свечения ночного неба [6]. Однако появление линии H_{α} на широтах Москвы, где не редки слабые полярные сияния, частично могло быть связано не со светимостью ночного неба, а с полярным сиянием.

Окончательная ясность в этот вопрос была внесена в том же 1958 г., когда водородная линия H_{α} была обнаружена в Абастумани в спектрах свечения ночного неба низких широт, где полярные сияния - явление весьма редкое [7]. Прямым указанием на присутствие водорода в верхней атмосфере явилось также обнаружение ракетными исследованиями линии водорода L_{α} ($\lambda = 1216 \text{ \AA}$) в свечении ночного неба [8].

Сумеречное усиление водородной линии H_{α} было обнаружено нами в 1962 г. в спектрах, фотографировавшихся при помощи светосильного спектрографа СП-48. Наблюдения проводились на высоте 23° одновременно на двух спектрографах в вертикале Солнца (восток или запад) и в направлении на север. Имеются также и отдельные наблюдения в Астане и на юге. Фотографирование спектров в сумерках производилось с экспозициями от 3 до 40 минут, поэтому наблюдаемые данные обраба-