

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌԻ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏԳԱԴԻՏԱՐԱՆԻ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ
СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ՊՐԱԿ XIV ВЫПУСК

Պատասխանատու խմբագիր Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ
Ответственный редактор В. А. АМБАРЦУМЯН

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

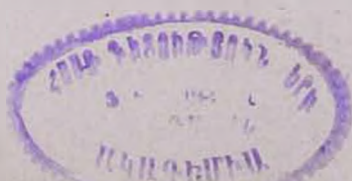
ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱՐԱՆԻ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ
СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ԳՐԱԿ XIV ВЫПУСК

РАДИОТЕЛЕСКОП БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ
В. А. САНАМЯН

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МИКРОФОТОМЕТР БЮРАКАНСКОЙ
ОБСЕРВАТОРИИ
Г. А. ГУРЗАДЯН

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
НЕПРЕРЫВНОГО СПЕКТРА 59 ЛЕБЕДЯ
Н. Л. ИВАНОВА



РАДИОТЕЛЕСКОП БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

В. А. Санамян

Открытие дискретных источников радиоизлучения в нашей Галактике и радиоизлучения внегалактических объектов имело большое научное значение. Непосредственные наблюдения этих источников выполнены различными исследователями, главным образом, в метровом диапазоне волн.

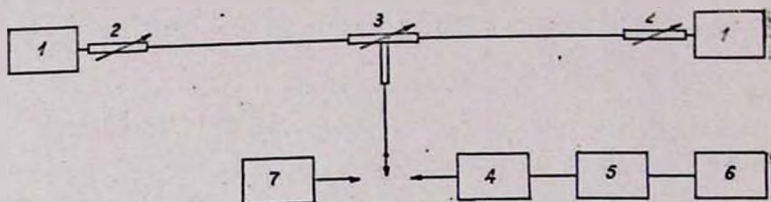
В настоящей заметке приводится краткое описание работы интерференционного радиотелескопа Бюраканской обсерватории, работающего на длине волны 4.2 м, а также приведены предварительные данные об относительных интенсивностях наиболее „ярких“ дискретных источников радиоизлучения, полученные в 1953 году. В работе приводятся лишь результаты, полученные компенсационным методом приема слабых сигналов на указанной длине волны. Подробные результаты для большего числа источников, полученные другими методами и для других длин волн, будут приведены в последующих наших сообщениях.

В конце работы приводится сравнение результатов, относящихся к интенсивным дискретным источникам радиоизлучения в созвездиях Кассиопеи, Лебедя, Девы и Тельца, с результатами других исследователей. В качестве источника сравнения взят самый интенсивный источник в созвездии Кассиопеи.

1. АППАРАТУРА

Радиоинтерферометр состоит из двух синфазных антенн, расположенных на расстоянии около 55 длин волн друг от друга, приблизительно по линии восток-запад, и из приемной аппаратуры. Последняя расположена посередине между двумя антеннами и соединена с ними коаксиальными кабелями и согласующими элементами. Приемная часть аппаратуры включает в себе чувствительный супергетеродинный приемник с общей полосой пропускания $\Delta f = 0.5$ мГц,

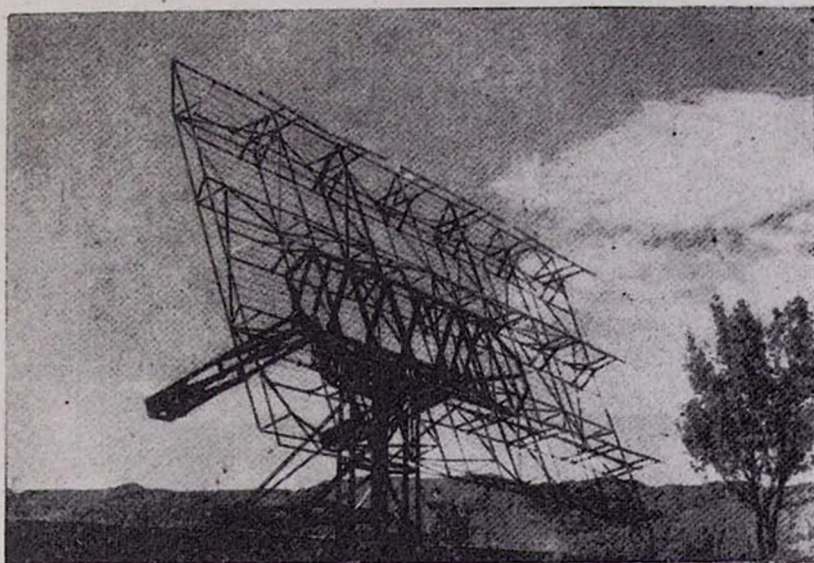
компенсатор и регистрирующие устройства. Блок-схема радиointерферометра приведена на фигуре 1.



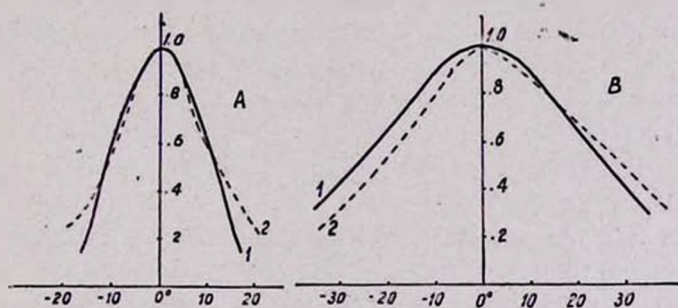
Фиг. 1. Блок-схема радиointерферометра.

1—антенна, 2—трансформатор сопротивления, 3—тротбон-тройник, 4—приемник, 5—компенсатор, 6—регистратор, 7—эквивалентное шумовое сопротивление.

а. Антенно-фидерное устройство. Каждая антенна состоит из 18 полуволновых вибраторов, установленных в три ряда над плоским отражателем, представляющим собой металлическую сетку. Отражающая поверхность последнего составляет около 80 квадратных метров. Вся антенна вращается вокруг вертикальной оси от нуля до 360° и вокруг горизонтальной оси от нуля до 90° , что дает возможность направить антенну на любую точку небесной сферы (фиг. 2). Каждая пара вибраторов и их ряды между собой соединены синфазно с помощью двухпроводного воздушного фидера. Вход антенны соединяется с коаксиальным кабелем через четверть-волновый трансформатор сопротивлений. Он служит для согласования симметричного входа антенны с коаксиальным кабелем, а также для согласования их волновых сопротивлений. Угол раствора диаграммы направленности антенны составляет 16° в горизонтальной плоскости и 36° в вертикальной. Направленность антенн была вычислена теоретически, а затем определена экспериментально при помощи сигнал-генератора и интенсивных дискретных источников радионизлучения в Кассиопее и Лебеде. Соответствующие кривые направленности антенн приведены на фигуре 3.



Фиг. 2. Общий вид одной из антенн.



Фиг. 3.

Характеристики направленности антенн.

А—в горизонтальной плоскости,

В—в вертикальной плоскости,

1—теоретическая кривая, 2—экспериментальная кривая,

6. Приемная аппаратура и регистрирующее устройство. Как было указано выше, приемник радиотелескопа Бюраканской обсерватории является чувствительным приемником супергетеродинного типа, настроенным на частоту

71.5 мГц, п с общей полосой пропускания $\Delta f = 0.5$ мГц. Вход приемника присоединен к антеннам с помощью 72-омного коаксиального кабеля, тромбона-гройника и настроенного коаксиального входа. На выход приемника, после второго детектора, включен ламповый мостиковый компенсатор с усилителем. Питание всех блоков приемника и компенсатора осуществляется от стабилизированного источника напряжения. В качестве выходного индикатора сигнала служит стрелочный микроамперметр для визуального наблюдения и саморегистрирующий шлейфный осциллограф с чувствительным зеркальным гальванометром. Сигналы фиксируются на фотографической ленте. Движение ленты осуществляется часовым механизмом со скоростью 20 см/час. Для больших скоростей (от 25 см/час до 10 м/час) движение ленты осуществляется электромотором. На ленту параллельно записи сигнала наносятся также метки времени с минутным интервалом.

2. МЕТОД ПРИЕМА СИГНАЛА

Даже при самых благоприятных условиях приема входная мощность сигнала от источников радиоизлучения внеземного происхождения в приемнике всегда в десятки и сотни раз меньше, чем мощность шума антенны и мощность собственных шумов самого приемника.

Существуют различные методы регистрации сигнала слабее собственных шумов приемной аппаратуры [1]. Среди них наиболее простым является метод электрического вычитания или так называемый компенсационный метод.

Сущность этого метода заключается в том, что предварительно, с помощью специальных мостиковых схем, компенсируется выходной ток собственных шумов аппаратуры. Считается, что уровень этого тока при хорошей стабилизации аппаратуры и при отсутствии наземных помех остается постоянным в пределах случайных флуктуаций. Чтобы иметь возможность выделить слабый сигнал на фоне этих флуктуаций необходимо, чтобы амплитуда флуктуаций была, по крайней мере, вдвое меньше, чем амплитуда полезного сигнала. Это предъявляет строгие требования к приемникам, используемым для радиоастрономических наблюдений.

3. МЕТОД НАБЛЮДЕНИЯ

Наблюдения дискретных источников радиоплучения обычно производились в верхней кульминации последних при неподвижных антеннах. Это очень удобно для наблюдений и обработки материала, а кроме того, при этом расстояние между двумя антеннами интерферометра (база) используется полностью. Это дает также возможность соблюдать одинаковые условия для всех наблюдений данного объекта. При этом ошибки, обусловленные отклонением направления оси интерферометра от линии восток-запад, так же как азимутальные, коллимационные и другие инструментальные ошибки, будут одинаковыми для всех наблюдений. Вследствие изменения разности путей, пройденных радиоволнами от источника до первой и второй антенн, возникающие в последних колебания периодически складываются в приемнике то в фазе, то в противофазе (принимая, разумеется, все значения от нуля до удвоенного значения амплитуды сигнала). В результате получается известная картина интерференции волн (фигура 4).

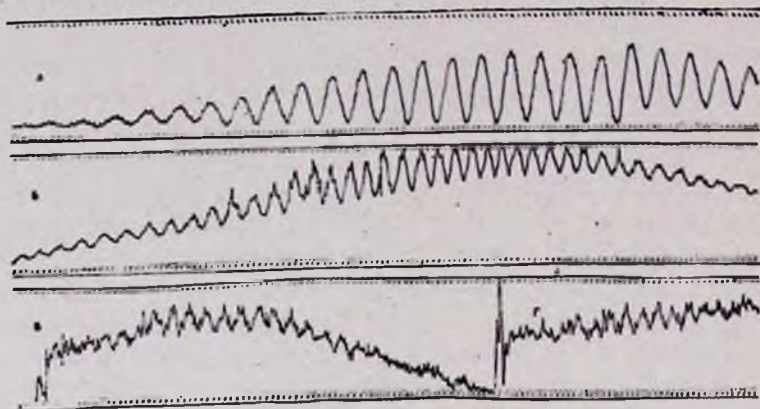
Ширина центрального лепестка интерференционной кривой φ зависит от длины волны λ и взаимного расстояния антенн D и определяется приближенной формулой:

$$\varphi = \frac{\lambda}{D},$$

которая для нашей установки дает ширину около $1^{\circ}3'$.

Длительность одного периода интерференционной кривой кроме λ и D зависит также от высоты источника и его азимута. Вследствие этого она будет различной для различных высот h , следовательно, будет меняться по длине записи. Так как ширина диаграммы направленности антенны гораздо больше, чем ширина одного лепестка, то во время прохождения источника через меридиан образуются последовательные лепестки, амплитуды которых постепенно растут до максимального значения, а затем убывают в обратном направлении. Вместе с тем длительность одного периода, следовательно и ширина лепестка, соответственно умень-

шаются и достигают наименьшего значения в момент прохождения через меридиан.



Фиг. 4.

Типичные записи источников радиоизлучения.

А—Кассиопея, Б—Лебедь, В—Телец, Г—Дева.

Лепесток с максимальной амплитудой соответствует моменту, когда источник проходит через плоскость, перпендикулярную к линии соединения антенн. Эта плоскость несколько смещена по отношению к действительному меридиану и соответствующая поправка учитывается при обработке материала. Типичные записи, полученные для ярких источников в созвездиях Кассиопеи, Лебедя, Тельца и Девы, приведены на фиг. 4. Они произведены с применением соответствующих шунтов выходного индикатора.

Выбранный нами в качестве источника сравнения источник в Кассиопее при измерениях интенсивности сравнительно меньше других подвержен влиянию общего фона излучения Галактики и других дискретных источников и всегда наблюдается на нашей широте.

При наблюдениях каждого источника производилось наблюдение также источника сравнения. Кроме того, в начале и в конце каждой записи сигнала он сравнивался с

сигналом эквивалентного шумового сопротивления. Это давало возможность судить о стабильности работы приемной аппаратуры в промежутке времени между наблюдениями данного источника и источника сравнения и внести при необходимости соответствующую поправку.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Результаты наблюдений, полученные для относительных интенсивностей ярких дискретных источников радиоизлучения Кассиопеи, Лебеда, Тельца и Девы на частоте 71.5 мггц, приведены в таблице 1. Отметим, что при обработке материала были использованы лишь наиболее удачные записи для получения большей точности. В таблице приведены также результаты наблюдений Райла [2], Миллса [3] и Брауна [4], выполненные соответственно на длинах волн 3.7, 3 и 1.89 м.

Таблица 1

Источник радио-излучения	Бюракан		Райл	Миллс	Браун
	число используемых наблюдений	$\lambda=4.2$ м	$\lambda=3.7$ м	$\lambda=3$ м	$\lambda=1.89$ м
Кассиопея	35	1.000	1.000	1.000*	1.000
Лебедь	20	0.612	0.615	0.615	0.615
Телец	15	0.030	0.057	0.090	0.050
Дева	8	0.067	0.048	0.057	—

Из таблицы видно, что отношение интенсивностей источников в Кассиопее и Лебеде сходится с большой точностью во всех исследованиях в диапазоне волн $\lambda = 1.89—4.2$ м. Это свидетельствует об одинаковом распределении энергии в указанном интервале радиоспектра обоих источников. Нам кажется, что это свидетельствует об общности механизма излучения в обоих источниках. Согласно для ос-

* Так как Миллс свое исследование производил на южном полушарии, то он не мог наблюдать источник в Кассиопее. Исходя из того, что отношение интенсивностей источников в Кассиопее и Лебеде сходится с большой точностью для остальных трех наблюдений, принималось, что оно верно и для наблюдения Миллса.

тальных источников также следует считать удовлетворительным, так как эти результаты получены различными методами для разных длин волн и при различных условиях наблюдения. Имеющиеся расхождения находятся в пределах экспериментальных ошибок.

Выражаю глубокую благодарность С. Э. Хайкину и В. В. Виткевичу за помощь и ценную консультацию в проектировании аппаратуры, а также сотруднику нашей лаборатории Г. А. Ерзнкяняну, принявшему непосредственное участие в сборке и настройке аппаратуры.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория АН Армянской ССР

Февраль 1954 г.

Примечание, добавленное к корректуре. После сдачи в печать настоящей статьи начата реконструкция и увеличение площади антенн описанного радиотелескопа. Число вибраторов в каждой антенне с 18 доведено до 30.

Декабрь 1954 г.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В. В. Виткевич, Астр. ж., № 1, 1952.
2. Ryle and Smith, M. N., 110, № 6, 1950.
3. B. Mills, Australian journal of scientific research, series A, Vol. 5, № 2, 1952.
4. H. Brown and H. Hazard, M. N., 113, № 2, 1953.

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱՐԱՆԻ ՌԱԴԻՈՀԵՌԱԴԻՏԱԿՐ

Ա մ փ ն փ ու մ

Բյուրականի աստղադիտարանում տեղակայված է 4,2 մետր ալիքի երկարության համար ուղիորդողական, Հեռադիտակը բաղկացած է երկու անտենաներից, որոնք աշխատում են ինտերֆերենցիոն սկզբունքով: Կառավարված են պայծառ գիսիրևտ աղբյուրների դիտումների, ջախված են նրանց հարաբերական ինտենսիվությունները նշված ալիքի երկարության համար: Արդյունքները բերվում են աղյուսակում:

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МИКРОФОТОМЕТР БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Г. А. Гурздян

В конце 1953 г. в Бюраканской обсерватории вступил в эксплуатацию новый инструмент — универсальный фотоэлектрический микрофотометр. Настоящая статья посвящена описанию установки и принципа его работы, а также дополнительной установки для прямой записи интенсивностей.

§ 1. МИКРОФОТОМЕТР

Микрофотометр предназначен для измерения почернений различного рода изображений, полученных на фотопластинке или на фотопленке. При этом становится возможным производить с одинаковой точностью измерения:

- 1) непрерывного спектра и спектральных линий спектрограмм;
- 2) фокальных и внефокальных изображений звезд;
- 3) протяженных объектов (диффузные туманности, планетарные туманности и пр.).

Осуществлены две системы получения отсчетов:

а) визуальная система, в которой результат измерения берется непосредственно из шкалы отсчетов гальванометра. Эту систему целесообразно применять для измерения изображений звезд, а также для измерения протяженных объектов с целью построения изофот. Она особенно удобна в тех случаях, когда результат измерения требуется получить быстро;

б) саморегистрирующая система, позволяющая получить результат измерения в виде записи на фотобумаге. Эта система предназначена в основном для измерения спектрограмм. Ее можно с успехом применить также для измерения протяженных объектов (для получения так называемых фотометрических сечений).

При конструировании микрофотометра были использованы многие основные части имеющегося в обсерватории микрофотометра Цейсса. Этот последний, как известно, наряду с некоторыми преимуществами, имеет ряд недостатков прак-

тического характера. как, например, невозможность получения автоматической записи на фотобумаге, подобной, например, записи на микрофотометре Молля; капризность работы нитяного электрометра и др. Однако микрофотометр Цейсса имеет хорошую оптическую систему, позволяющую полностью контролировать ход записи, а горизонтальное расположение кареты, несущей измеряемую фотопластинку и снабженной микрометрами, позволяет локализовать область измерения на пластинке с достаточной степенью точности. Этим микрофотометр Цейсса выгодно отличается от других и, в частности, от известного микрофотометра Молля, который фактически дает возможность измерять только спектрограммы, притом имеющие достаточную ширину.

Мы стремились изменить имеющийся микрофотометр Цейсса так, чтобы в нем были бы одновременно реализованы положительные качества микрофотометров Молля и Цейсса. Для этой цели было решено использовать от микрофотометра Цейсса его корпус и оптическую фокусирующую часть, а остальные части были заменены следующим образом:

- 1) вместо нитяного электрометра мы использовали зеркальный гальванометр;

- 2) вместо газонаполненного фотоэлемента Цейсса мы использовали селеновый фотоэлемент типа УФ-101;

- 3) вместо плоской кассеты, дающей возможность производить запись только на фотопластинке размером 9×17 см, мы вмонтировали специальный барабан для получения записи на фотобумаге длиной в 40 см и шириной до 12 см. При этом механическая часть выполнена таким образом, чтобы обеспечить строгую синхронность передвижения кареты (т. е. измеряемой пластинки) и вращения барабана;

- 4) создана возможность, помимо записи, при желании производить также визуальные измерения.

Перейдем теперь к описанию основных частей микрофотометра.

Установка измеряемой пластинки, ее фокусировка и остальные операции производятся обычным для микрофотометра Цейсса способом. Фототок от селенового фотоэле-

мента (5) непосредственно передается гальванометру. Используются два магнитоэлектрических гальванометра типа М-21, чувствительность которых порядка 10^{-9} А/мм/м, постоянная времени 3.9 сек. Первый из этих гальванометров (а) предназначен для визуальной системы микрофотометра и установлен на специальном кронштейне, прикрепленном к стене (см. рис. 1). Под гальванометром на расстоянии 1.35 м от него установлен штатив с освещающей лампой и шкалой (d). Отсчет берется обычным способом: сперва гальванометр настраивается так, чтобы при фототоке темноты темная нить освещающей лампы оказалась на нулевом отсчете шкалы.

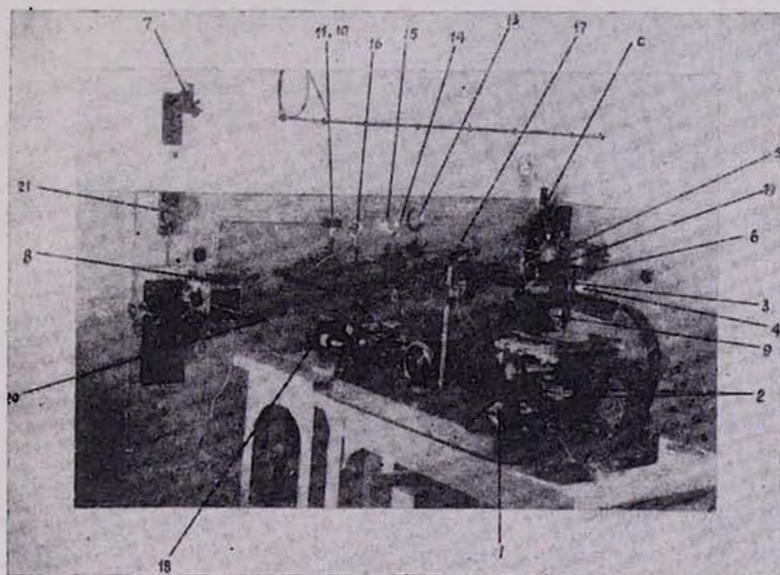


Рис. 1. Общий вид универсального микрофотометра.

1—лампа накала, 2—диафрагмы, 3—зазор дырчатой пластинки, 4—щель, 5—фотоэлемент (находится внутри коробки), 6—рукоятка включения рабочего фототока, 7—лампа с постоянной щелью, 8—ящик с барабаном, 10, 11—лампа постоянного накала с переменной щелью, 13—фокусирующая линза, 14—рама с клиновидной диафрагмой, 15—собирающая линза, 16—фотоэлемент, 17—зрительная труба, 18—электромотор, 20—карданный вал, 21—щит распределения фототока, с—гальванометр установки для регистрации интенсивностей, 24—электрический регулятор зеркала гальванометра (с) (см. на рис. 5).

Рабочий фототок пропускается к гальванометру с помощью откидного выключателя (6). Отсчет шкалы берется через зрительную трубку (17), установленную на штативе тут же на рабочем столе.

Второй гальванометр (в) предназначен для получения автоматической записи. Одновременно работать двумя системами — визуальной и саморегистрирующей — нельзя. Поэтому сделан специальный клемменный переключатель, с помощью которого фототок направляется или к (а) или к (в).

Гальванометр саморегистрирующей системы также установлен в вертикальном разрезе. Однако, в отличие от визуальной системы, здесь освещающая лампа (7) снабжается специальной диафрагмой с щелью (ширина 0,08 мм), пропускающей узкий пучок света вверх, к зеркальцу гальванометра (в). Рабочий фототок отклоняет зеркальце, в результате чего отклоняется и отраженное изображение освещенной щели („зайчик“). Гальванометр (в), лампа (7) и щель этой лампы устанавливаются таким образом, чтобы сфокусированное изображение „зайчика“ попало на узкую щель барабанного ящика (8).

Как было указано выше, основное внимание должно быть обращено на то, чтобы обеспечить строгую синхронность вращения барабана и передвижения кареты. Этого удалось добиться сравнительно легко: движение с одной стороны от червячной передачи электромотора передается к карете, а с другой — к барабану (с помощью карданного вала). Соответственным подбором червячных передач, а также с помощью реостата и трансформатора, добиваемся требуемой скорости вращения барабана. Чтобы барабану дать возможность сделать холостое вращение, необходимое при намотывании фотобумаги, сделан механический выключатель зубчаточко-лесных передач.

Масштаб записи может меняться непрерывно, что нужно считать одним из преимуществ микрофотометра. Минимальное увеличение — 6,5 раз, максимальное — 80. Требуемый масштаб подбирается с помощью специальной шкалы.

Саморегистрирующая система снабжена специальными

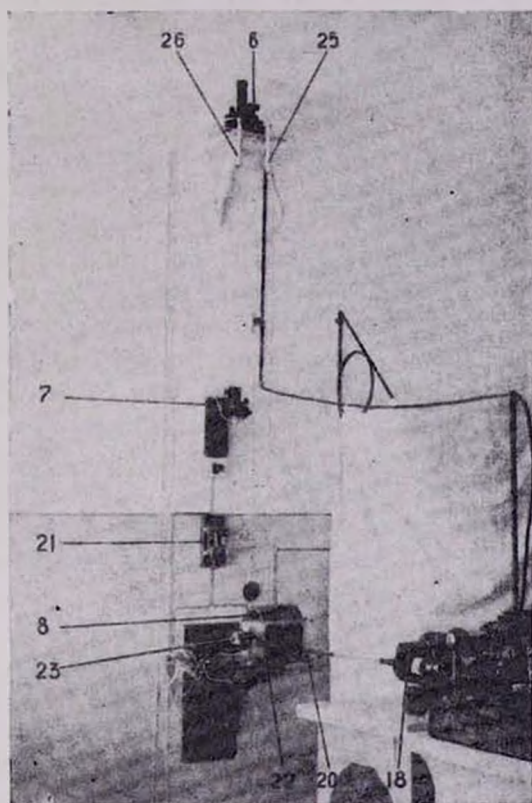


Рис. 2. Общий вид установки для автоматической записи в шкале почерпений.

в — гальванометр установки для регистрации почерпений, 7 — лампа с постоянной щелью, 8 — ящик с барабаном, 18 — электромотор, 20 — карданный вал, 21 — щит распределения фототока, 22 — механический выключатель для выключения барабана от зубчаточесной передачи, 23 — электрический регулятор зеркальца гальванометра (в), 25, 26 — лампы для автоматической регистрации миллиметровой шкалы на фотобумаге.

приспособлениями для фиксации на фотобумаге линейных шкал (координатной сетки).

Для предотвращения свободно-инерционного колебания зеркал во время пропускания фототока оба гальванометра шунтированы.

На рис. 3 и 4 приведены примеры спектрорегиограмм, полученных на нашем микрофотометре.

Важным параметром саморегистрирующих микрофотометров является скорость передвижения пластинки в отношении пучка света. Ограничение верхнего значения этой скорости обусловлено внутренней инерцией входящих в систему составных частей, в данном случае фотоэлемента и гальванометра. Известно, что селеновые фотоэлементы обладают небольшой инерцией; время, необходимое для достижения установившегося состояния после включения тока, меньше одной секунды. Что же касается гальванометра, то для него постоянная времени заметно больше — около 4 сек. Поэтому скорость передвижения пластинки в нашем случае ограничена инерцией гальванометра.

Проведенная серия опытов показывает, что хотя с нашим микрофотометром приходится работать со скоростью заметно меньшей, чем, скажем, с микрофотометром Молля, тем не менее, инструмент полностью оправдывает себя, имея удовлетворительную скорость работы. Так, например, спектрограммы, полученные на 10⁷ телескопе Бюраканской обсерватории и имеющие размер около 20 мм в длину, можно измерить за 15 мин., обеспечивая при этом хорошее качество полученной записи.

Для сравнения работы нашего микрофотометра с микрофотометром Молля был сделан следующий опыт. Получены две региограммы одной и той же спектрограммы (одна и та же пластинка) на двух инструментах — на микрофотометре Молля Астрономической обсерватории Ленинградского университета им. Жданова и на нашем саморегистрирующем микрофотометре. Полученные регистрации были обработаны, т. е. были определены спектрофотометрические градиенты, а также величины бальмеровского скачка. Результаты оказались очень близкими друг к другу.

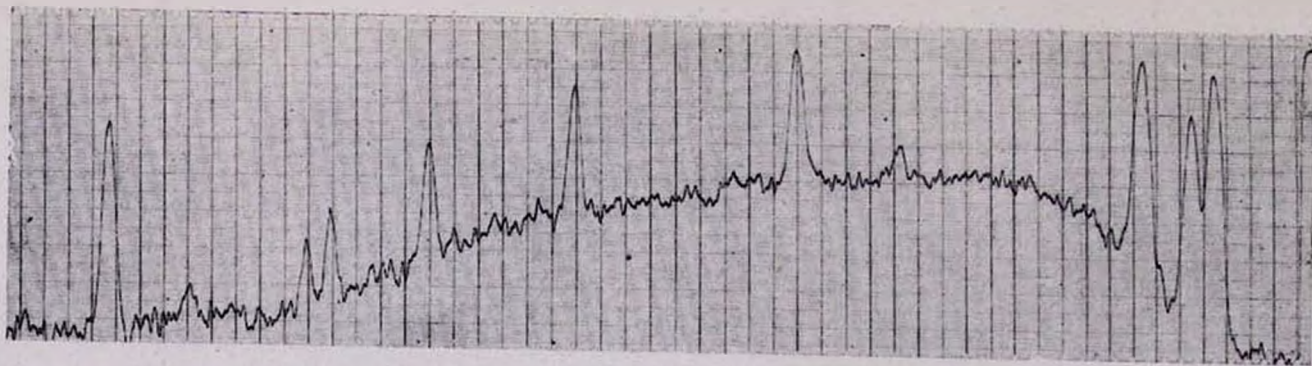


Рис. 3. Запись в шкале почерневий спектрограммы туманности Ориона, полученная на небулярном спектрографе Бюраканской обсерватории.

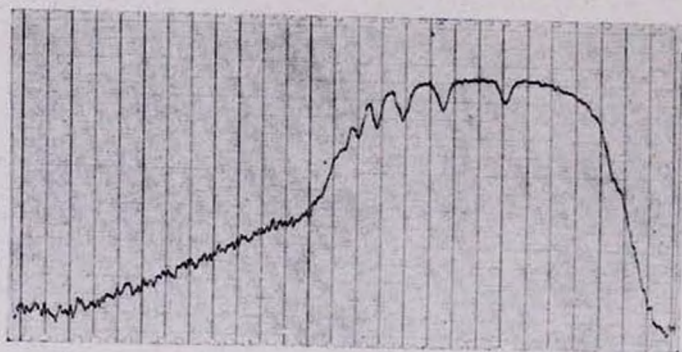


Рис. 4. Запись спектрограммы звезды α Лирь, полученной на 10" телескопе-спектрографе АСИ-5 Бюраканской обсерватории.



Самореглистрирующую систему можно применить также для измерения протяженных объектов (например туманностей). Измеряя пластинку по различным направлениям, получаем фотометрические сечения по этим направлениям.

Что же касается измерения фокальных и экстрафокальных изображений звезд, то при этом используется только визуальная система микрофотометра. В отличие от измерения спектрограмм, когда нам нужно иметь узкую и высокую щель, в этом случае нужно отверстие, чуть большее по размерам увеличенного изображения звезды на пластинке. Такое отверстие можно, например, получить с помощью переменных диафрагм (2) и щели (4): при этом будем иметь не круглое, а квадратное отверстие.

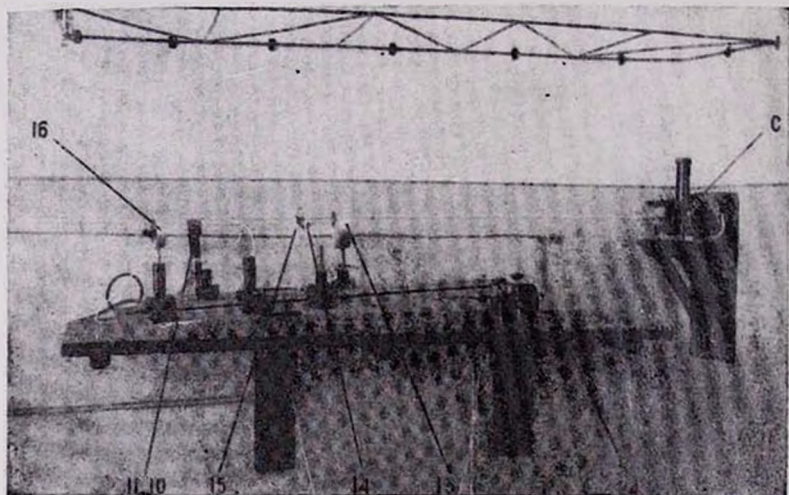


Рис. 5. Общий вид установки для автоматической записи в шкале интенсивностей (пояснение приведено на рис. 1).

Однако этот способ по ряду соображений нужно считать непригодным. Гораздо удобнее и точнее следующий способ: около верхнего экрана, ниже щели (4), есть узкий горизонтальный зазор (3). В этот зазор можно вставить тонкую металлическую пластинку с рядом отверстий, имеющих разные диаметры (перед этим щелевое приспособление целиком спи-

мается). Путем перемещения этой пластинки можно поставить перед пучком света любое отверстие. Что же касается нижних диафрагм, то они в этом случае полностью открываются, обеспечивая тем самым максимальное поле зрения на экране (9).

Малые перемещения кареты, несущей пластинку, осуществляются с помощью микрометрических винтов.

§ 2. ПРЯМАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ В ШКАЛЕ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ

Была сконструирована специальная установка для осуществления автоматической записи спектрорегистрограммы непосредственно в шкале интенсивностей. Нами использован при этом общезвестный метод диафрагмы, имеющей форму характеристической кривой. Ниже приводится описание конструкции, а также методика работы нашего варианта этой установки.

Фототок от фотоэлемента (5) — назовем его „фототоком почернения“ — направляется теперь не на гальванометр (в), как раньше, при получении записи в шкале почернения, а к промежуточному гальванометру (с), также типа М-21 (см. рис. 6). На зеркальце этого гальванометра падает изображение прямоугольной и достаточно высокой щели (10).

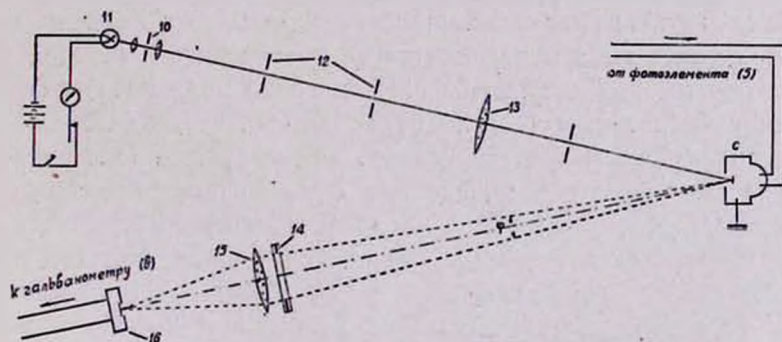


Рис. 6. Схема установки для получения автоматической записи в шкале интенсивностей.

с—гальванометр, 10—щель с переменной шириной, 11—лампа постоянного накала, 12—диафрагма, 13—фокусирующая линза, 14—рама с клиновидной диафрагмой, 15—собирающая линза, 16—фотоэлемент.

Она сзади освещается лампой (11) строго постоянного накала. Чрезвычайно важно, чтобы яркость по высоте щели была постоянна. Перед тем как попасть на зеркальце гальванометра световой поток от щели проходит ряд широких диафрагм (12), экранирующих рассеянный свет, и фокусирующую линзу (13). Направление падающего пучка света все время остается неизменным.

Отраженный от зеркальца гальванометра (с) пучок света будет изменять свое направление в зависимости от силы фототока почернения. Максимальное отклонение будет соответствовать максимальному фототоку почернения, т. е. чистому фону пластинки (нуль интенсивности). Минимальное же отклонение будет соответствовать темноте, т. е. передержанной области фотопластинки. Колебание направления отраженного пучка света, имеющего форму узкого прямоугольника, происходит, таким образом, в пределах определенного угла φ . Величина φ зависит от размеров щели (7), а также от степени накала лампы (1), освещающей измеряемую пластинку.

На пути отраженного пучка света ставится штатив, на котором прикреплена клинообразная диафрагма (14). Профиль этой диафрагмы соответствует характеристической кривой, построенной заранее для данной пластинки или для данной группы пластинок. Максимальная высота диафрагмы чуть меньше высоты падающего на нее изображения щели. Местоположения диафрагмы (14), щелевой лампы (11) и фокусирующей линзы (13) подбираются так, чтобы изображение щели лампы фокусировалось на диафрагме. При изменении силы фототока почернения будет изменяться также местоположение падающего на диафрагму изображения щели. Соответственно этому изменяется полное количество проходящего через диафрагму света. Диафрагма и вообще вся установка юстируется так, чтобы при минимальном отклонении зеркальца гальванометра (с) изображение щели попало на край диафрагмы (положение 2—2 на рис. 7), что соответствует „передержке“, т. е. 100%-ной интенсивности, а при максимальном — на вершину диафрагмы (положение 1—1), что соответствует фону пластинки, т. е.

нулевой интенсивности. При этих условиях количество проходящего через некоторое сечение диафрагмы света будет в точности пропорционально интенсивности, соответствующей данному почернению. Остается только каким-нибудь способом измерить или зарегистрировать изменение количества проходящего через диафрагму света и этим фактически будут измерены или зарегистрированы относительные интенсивности, соответствующие данным почернениям.

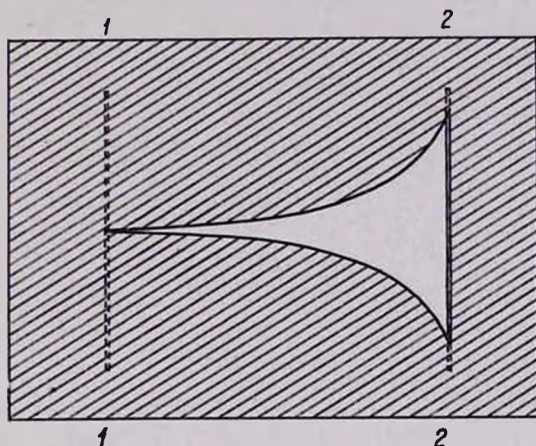


Рис. 7. Общий вид клиновидной диафрагмы и схема регулировки отраженного от гальванометра (с) изображения щели (10).

Для этой цели установлена — сразу же за диафрагмой — специальная собирающая линза (15), в фокусе которой находится селеновый фотоэлемент (16). Количество света, падающего на фотоэлемент, пропорционально интенсивности. Следовательно, сила тока, возбуждаемая фотоэлементом, также будет пропорциональна интенсивности. Назовем этот ток „фототоком интенсивности“.

Фототок интенсивности направляется к гальванометру (в). Отклонения зеркальца этого гальванометра уже будут соответствовать величинам интенсивностей. Поэтому полученная на барабане (8) фотозапись и будет записью в шкале интенсивностей.

Методика работы на этой установке заключается в сле-

дующем. Перед самым началом готовится из толстой черной бумаги клиновидная диафрагма в соответствии с нашей характеристической кривой. В тех случаях, когда для различных диапазонов длин волн используются различные характеристические кривые, нужно сделать диафрагмы в соответственном количестве, заменяя их последовательно в ходе записи. Следует отметить, что точность записи в основном зависит от размеров диафрагмы; чем больше ее размеры, тем выше точность измерения. Однако размеры диафрагмы ограничиваются рядом причин. В частности, ее длина ограничивается тем, что невозможно получить сколь угодно большое отклонение зеркальца гальванометра (с) за счет увеличения сверх нормы размеров щели (4) или же силы тока лампы накала (1), а также тем, что нельзя установить диафрагму (14) очень далеко от гальванометра (с), что приводит к увеличению флуктуаций. Наконец, верхний предел длины диафрагмы ограничивается чисто практическими соображениями: с увеличением ее размеров соответственным образом нужно увеличить диаметр собирающей линзы (15). Окончательно мы остановились на размере диафрагмы в длину около 10 см. О ее высоте речь будет идти ниже.

Диафрагма прикрепляется к специальной раме и с помощью передвижного штатива устанавливается на некотором расстоянии от гальванометра, так чтобы изображение щели (10) было бы приблизительно в фокусе.

Пропуская в начале только ток темноты, добиваемся того, чтобы изображение щели („зайчик“) упало точно на широкий край диафрагмы (положение 2—2 на рис. 7). После этого пропускается фототок от совершенно чистого фона измеряемой пластинки. Гальванометр даст некоторый (максимальный отброс) и „зайчик“ будет находиться налево от 2—2 или в пределах диафрагмы, или же дальше, вне диафрагмы. Надо добиваться того, чтобы при максимальном отбросе „зайчик“ точно оказался на вершине диафрагмы (положение 1—1). Для этого нужно: в первом случае, т. е. когда зайчик находится в пределах диафрагмы: а) увеличить размеры щели (4); б) увеличить силу тока лампы (1) или то и другое одновременно. Во втором случае, когда „зай-

чик" находится левее 1—1, нужно указанные операции повторить в обратном направлении.

В тех случаях, когда даже максимальным увеличением размеров щели (4) и степени накала лампы (1) не удается добиться приведения „зайчика" к положению 1—1, следует штатив с диафрагмой удалить от гальванометра, начать все снова и так продолжать до получения желаемого результата. После этого остается только сфокусировать щель на диафрагме, что уже осуществляется с помощью комплекса фокусирующих линз.

Перед тем как начать запись, нужно отрегулировать „зайчик" гальванометра (в). При токе темноты от фотоэлемента (16) „зайчик" устанавливается (с помощью специального электрического регулятора) на краю барабана. Максимальный отброс „зайчика" при записи в шкале интенсивностей будет соответствовать количеству света, проходящего через самое широкое место диафрагмы (14). Регулировка максимального отброса осуществляется: а) изменением ширины щели (10), б) изменением степени накала лампы (11). Если обе величины доведены до своих пределов и все-таки не получен требуемый отброс, следует сделать новую диафрагму с большей высотой (длина, разумеется, остается прежней). Этим, вообще говоря, определяется высота диафрагмы. Однако для данной установки высота диафрагмы имеет свое предельное значение. Она определяется высотой самой щели (10).

Следует указать, что одним увеличением размеров диафрагмы мы не добьемся высокой точности записи в шкале интенсивностей, если щель (10) не будет сделана доброкачественно и не будет обеспечено строго постоянное освещение по всей ее высоте.

Установка для получения автоматической записи спектрограмм прямо в шкале интенсивностей в настоящее время находится в пробной эксплуатации.

В заключение приношу глубокую благодарность главному механику обсерватории А. Аствацатрян, взявшему на себя труд изготовления необходимых новых механических частей микрофотометра.

Октябрь 1954 г.

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱՐԱՆԻ ՈՒՆԻՎԵՐՍԱԼ ՄԻԿՐՈՖՈՏՈՄԵՏՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

1953 թ. վերջերին Բյուրականի աստղադիտարանում շահագործման է հանձնվել ունիվերսալ ֆոտոէլեկտրիկ միկրոֆոտոմետրը: Այն նախատեսված է լուսանկարչական թիթեղների և ժապավենների վրա ստացված զանազան լուսանկարչական սևացումների չափման համար: Գործիքի նախագծման և կառուցման ընթացքում օգտագործվել են աստղադիտարանում կղած «Ցեյս» սիճ միկրոֆոտոմետրի նիմնական մասերը:

Միկրոֆոտոմետրը աշխատում է սելենային ֆոտոէլեմենտով և հնարավորություն է տալիս չափման արդյունքն ստանալ, ինչպես վիզուալ սխեմայով (հատուկ ցուցանակի օգնությամբ), այնպես էլ ավտոմատիկ գրանցմամբ՝ լուսադրոշյուն թղթե ժապավենի վրա: Վիզուալ սխեմայում նախատեսվում է կիրառել աստղերի ֆոկալ և արտաֆոկալ պատկերների չափման համար, ինչպես նաև ձգված օբյեկտների (օրինակ, միգամածությունների) ֆոտոմետրիայի համար: Ավտոմատիկ գրանցման սխեմայում հարմար է սպեկտրոգրամների չափման, ինչպես նաև միգամածությունների պատկերների ֆոտոմետրիկ կտրվածքներ ստանալու համար: Դրանցումը ստացվում է 40 ամ երկարությւն և մինչև 12 ամ լայնությւն ունեցող լուսանկարչական ժապավենների վրա: Միկրոֆոտոմետրի կոնստրուկցիան ապահովում է սպեկտրոգրամների մեծացման կամայական մասշտաբ 6.5-ց 80-ի սահմաններում:

Ինչպես վիզուալ, այնպես էլ ավտոմատիկ գրանցման սխեմաներում օգտագործվում են M 21 տիպի մագնիսա-էլեկտրական գալվանոմետրներ, որոնց զգայնությունն է 10^{-9} A/մմմ, ժամանակի հաստատունը մոտ 4 վրկ:

Կատարված է մի ամբողջ սերիա փորձնական գրանցումներ գտնելու համար գրանցման օպտիմալ արագությունը: Օգտագործված գալվանոմետրի ժամանակի հաստատունը համեմատաբար մեծ լինելու հետևանքով հարկ է լինում մեր միկրոֆոտոմետրով աշխատել ավելի փոքր արագությամբ, քան սահմանադրված միկրոֆոտոմետրով: Այնուամենայնիվ, դրանից դործիքի բացթողակնությունը փաստորեն չի նվազում: Այսպես, օրինակ՝

20 մմ երկարութիւն ունեցող սպեկտրոգրամը կարելի է չափել 15 րոպեի ընթացքում:

Համեմատման նպատակով կատարված է հետևյալ փորձը. միևնույն սպեկտրոգրամը գրանցված է մեր և Մուլլի միկրոֆոտոմետրներով և մշակվել, այսինքն, որոշվել են սպեկտրոֆոտոմետրիկ գրադիենտները և բալմերյան թռիչքի մեծութիւնը: Արդյունքները իրար շատ մոտ են:

Նախագծված և կառուցված է հատուկ տեղակայք, որը հնարավորութիւն է տալիս սպեկտրոգրամների ավտոմատիկ գրանցումներն ստանալ միանգամից, ինտենսիվութեան շկալայով: Այս դեպքում, այսպես կոչված, սեւցման ֆոտոհոսանքը ենթարկվում է մի միջանկյալ վերամշակման այնպես, որ գալվանոմետրին ուղարկված նոր ֆոտոհոսանքը («ինտենսիվութեան ֆոտոհոսանք») համապատասխանի ինտենսիվութեան շկալային: Տեղակայքի սխեման բերված է նկ. 6-ում: Նրա հիմնական մասերն են. հաստատուն լուսավորութիւն ունեցող (11) լամպը խիստ զուգահեռ եզրեր ունեցող (10) ճեղքով, (C) գալվանոմետրը, (16) ֆոտոէլեմենտը և (14) դիաֆրագման: Այս վերջինս ունի չափվող սպեկտրոգրամի խարակտերիստիկ կորի տեսքը (նկ. 7): Սեւցման հոսանքը, ի տարբերութիւն նախորդ տեղակայքի, արդեն ուղարկվում է դետրի (C) գալվանոմետրը, որի հայելու տատանումներն առաջ են բերում (10) լուսավոր ճեղքի պատկերի տատանումներ (14) դիաֆրագմայի հարթութեան վրա: Դիաֆրագմայով անցած լույսի քանակութիւնը, որն արդեն համեմատական է ինտենսիվութեանը, հալածվում է (15) ոսպնյակի օգնութեամբ դետրի (16) ֆոտոէլեմենտը, որը տալիս է մեղանհրամեշտ ինտենսիվութեան ֆոտոհոսանքը:

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО СПЕКТРА 59 ЛЕБЕДЯ

Н. Л. Иванова

Звезда 59 Лебеда (HD 200 120, визуальная звездная величина 4.86) является кратной системой типа Трапеции Орiona [1]. При исследовании О-ассоциаций В. А. Амбарцумян и Б. Е. Маркарян [2, 3] обнаружили, что, наряду со скоплениями типа О, часто ядрами О-ассоциации являются кратные системы типа Трапеции Орiona, представляющие неустойчивые системы недавно возникших звезд. Обычно главные звезды этих систем принадлежат к спектральному промежутку О-В2. Принадлежность 59 Лебеда, согласно Мериллу и Бурвелл [4], к типу В3пе, а также замечательные изменения, происходящие в ее спектре, делают интересным всестороннее исследование этой звезды.

Наиболее ранние наблюдения 59 Лебеда, охватывающие период 1904—1927 гг., подробно описаны Р. Кэртисом [5]. В 1904 г. наблюдалась сильная водородная эмиссия, которая затем ослабла, достигнув минимума приблизительно в 1918 г.; в 1927 г. водородная эмиссия снова стала сильной. Кэртис предполагал, что в 59 Лебеда происходят циклические изменения с большим периодом, возможно равным 25—30 годам.

Дальнейшие наблюдения показали, что после 1927 г. эмиссия сильно ослабла и была едва заметна в 1932 г. [6].

В 1934 г. Вильямс [7] измерил интенсивности линий поглощения водорода и гелия. Как видно из табл. 1, эквивалентные ширины водорода в этом году достигли большой величины.

Детальное исследование Е. Барбидж и Г. Барбидж [8] спектров 59 Лебеда, полученных в 1949 году, показали значительное уменьшение, по сравнению с 1934 г., интенсивностей всех изученных линий водорода (табл. 1), что было вызвано, повидимому, вновь зарождающейся в линиях эмиссией. При исследовании спектра 59 Лебеда Е. Барбидж и Г. Барбидж непосредственно заметили появление очень слабой эмиссии компоненты $H\gamma$, а знакомство,

с внешним видом спектра визуальной области показало сильную широкую эмиссию в $H\alpha$ и сильную двойную эмиссию, накладывающуюся на широкую линию поглощения в $H\beta$. Линии поглощения гелия, однако, как видно из табл. 1, показали весьма незначительное изменение интенсивностей, что позволяет сделать предположение об изменении физических условий, в основном лишь во внешних слоях атмосферы звезды.

Таблица 1

Автор	$H\gamma$	$H\delta$	$H\epsilon$	He I 4471	He I 4026	He I 4388	He I 4141	He I 4009
Барбидж, 1949	2.64	2.91	2.87	0.65	0.62	0.30	0.52	0.19
Вильямс, 1934	6.11	6.49	4.50	0.87	0.97	0.56	0.75	0.26

Наряду с изучением изменений интенсивностей линий, представляет интерес проследить также за изменениями характеристик непрерывного спектра — за цветовыми температурами и величиной бальмеровского скачка.

Исследования непрерывного спектра 59 Лебеда производились Д. Шалонжем, Д. Барбье [9] в период 1934—39 гг. и Л. Мирзояном [10] в 1949 г.

В настоящей статье представлены результаты спектрофотометрического исследования непрерывного спектра 59 Лебеда по наблюдениям 1952—53 гг., сделанным на 10" телескопе АСИ-5 Бюраканской обсерватории. Было получено 9 спектрограмм, датировка которых дана в таблице 3. Все снимки сделаны на пластинках Ильфорд Зенит. Звезда 59 Лебеда фотографировалась с экспозициями 10, 13 и 16 минут, а звезда сравнения α Лпы — 2,5 минуты.

Целью наблюдений было определение спектрофотометрических градиентов до и после бальмеровского скачка, а также величины самого бальмеровского скачка. Обработка снимков была выполнена по ранее примененному методу [11].

Часть спектров была измерена на саморегистрирующем микрофотометре Молля (увеличение в 7 раз) в лаборатории ГАО, часть — на бюраканском саморегистрирующем микрофотометре (увеличение в 8 раз), сконструированном Г. Гурздяном (подробное описание дается в настоящем номере „Сообщений“).

Для внесения в полученные результаты поправок за атмосферное поглощение был определен для периода наших наблюдений обычным, подробно изложенным ранее методом [11] коэффициент прозрачности P_λ . Значения p_λ для 10 участков спектра приводятся ниже (табл. 2).

Таблица 2

$1/\lambda$	3.177	3.079	2.987	2.901	2.819
P_λ	0.267	0.305	0.330	0.352	0.375
$1/\lambda$	2.741	2.599	2.470	2.354	2.248
p_λ	0.400	0.485	0.670	0.713	0.750

Для определения спектрофотометрического градиента были произведены измерения непрерывных спектров в 16 точках через каждые 50—60 Å в ультрафиолетовой области и через каждые 100 Å — в фотографической. После получения для 59 Лебеда и α Лиры разностей блеска Δm_λ в каждой длине волны с учетом поправки за атмосферное поглощение составлялись системы уравнений:

$$\Delta m_0 + \frac{1}{\lambda} \frac{d(\Delta m_\lambda)}{d(1/\lambda)} = \Delta m_\lambda,$$

где Δm_0 — некоторая постоянная, а $\frac{d(\Delta m_\lambda)}{d(1/\lambda)}$ — искомый градиент. Градиенты G_1 и G_2 определялись для участков спектра соответственно: $\lambda = 3647—4400$ Å и $\lambda = 3100—3647$ Å. В таблице 3 приводятся полученные значения G_1 и G_2 . Для получения нормального почернения в обоих исследуемых областях пришлось делать снимки с разными экспозициями: там, где

хорошо получалась фотографическая область, был недодержан ультрафиолет, и наоборот. Лишь на двух пластинках (7 и 9) удалось получить всю область нормальной.

Результаты, приведенные под номером 7 (а) и 7 (б), представляют измерения одной и той же пластинки на двух микрофотометрах соответственно: лаборатории ГАО и бюраканском.

Как видно из таблицы 3, согласие между обоими определениями хорошее.

Величина бальмеровского скачка D определяется, как известно, в виде логарифма отношения интенсивностей непрерывного спектра до и за пределом бальмеровской серии. Изображение бальмеровского скачка на микрофотограммах получилось весьма отчетливо. Это позволило, путем увеличения микрофотограммы при помощи эпидиаскопа в 10 раз.

Таблица 3

Номер пластинки	Дата	G_1	G_2	D
1	15 VIII 52 г.	+0.5	—	—
2	27 VIII 52 г.	—0.02	—	—
3	16 IX 52 г.	—	—0.32	—
4	3 IX 53 г.	—	—0.42	—
5	10 IX 53 г.	—	—0.22	—
6	28 IX 53 г.	—	—0.36	—0.03
7(а)	28 IX 53 г.	+0.02	—0.38	—0.05
7(б)	28 IX 53 г.	+0.08	—0.38	—0.04
8	28 IX 53 г.	—	—0.27	—0.04
9	27 X 53 г.	—0.01	—0.22	—0.03

(изображение участка спектра на границе бальмеровской серии было перенесено на миллиметровую бумагу), произвести непосредственное измерение величины скачка. Полученные значения приводятся в таблице 3. Определение величины бальмеровского скачка по ранее примененному методу [12] дало величину 0,02.

Обсуждение результатов. Сравнение результатов, полученных Шалонжем, Барбье, Мирзояном и нами (таблица 4), показывает, что цветовая температура, а также величины бальмеровских скачков в 59 Лебеда, меняются со вре-

менем. За период 14—18 лет. прошедших со времени наблюдений Шалонжа и Барбье, произошло понижение цветовой температуры и уменьшение величины бальмеровского скачка, причем в ультрафиолетовой части спектра произошло значительно большее понижение цветовой температуры, чем в области до скачка.

Таблица 4

Авторы	Год	G_1	G_2	D
Шалонж, Барбье	1935—39	—0.12	—0.69	—0.01
Мирзоян	1940	—0.21	—0.59	—0.03*
Иванова	1952—53	+0.02	—0.32	—0.04

Приблизительно за это же время произошли интересные изменения и в линиях водорода: сравнение результатов Вильямса, относящихся приблизительно к периоду наблюдений Шалонжа и Барбье и Барбиджа, близких по времени к нашим наблюдениям, показали уменьшение интенсивностей всех изученных линий поглощения водорода.

На снимке 1954 г., полученном Копыловым с 50" рефлектором Крымской астрофизической обсерватории и предоставленного в наше распоряжение, отчетливо видна в центре H_β эмиссия, накладывающаяся на линию поглощения; линия поглощения H_γ едва заметна из-за замыкания ее эмиссией.

Все сказанное выше относительно характеристик непрерывного спектра и соответственного изменения водородных линий позволяет предположить, что период 1949—54 гг. является, по видимому, для 59 Лебеда периодом интенсивного выбрасывания материи, образующей протяженную оболочку. Таким образом, цикличность изменений в спектре звезды с периодом около 25 лет подтверждается.

* Приводится значение, исправленное за разницу в нуль-пунктах: D а Лирь равен 0.54 в работе Мирзояна и 0.45 — в нашей работе.

Вся совокупность наблюдательных данных, известных в настоящее время относительно 59 Лебедя (принадлежность ее к кратной системе типа Трапедий Орiona, неустойчивость атмосферы), является подтверждением ее молодости.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория АН Армянской ССР
Сентябрь 1954 г.

59 ԿԱՐԱՊԻ ԱՆՐՆԴՀԱՏ ՍՊԵԿՏՐԻ ՖՈՏՈՄԵՏՐԻԿ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

59 Կարապի աստղը (սպեկտրալ տիպ В3пе) հանդիսանում է Տրապեցիայի տիպի մի սխտեմի գլխավոր աստղ։ Նրա սպեկտրում կատարվող պայծառ դժերի փոփոխությունների վրա առաջին անգամ ուշադրություն է դարձրել Կերտիսը։ Նրա անընդհատ սպեկտրի ֆոտոմետրիկ դրագինետները, ինչպես նաև բալմերյան թուխքի մեծությունը չափել են Շալոնմոն ու Բառլյեն։ Ֆրանսիայում և Միրզոյանը Բյուրախանում։ Ներկա հոգիածում բերված են 1952 և 1953 թվականների գիտությունների մշակման արդյունքները։ Նրանք հիմնվում են 10" հեռադիտակ-սպեկտրոգրաֆի միջոցով ստացված 9 սպեկտրոգրամների ֆոտոմետրիկ չափման վրա։ Ն 4 աղյուսակից երևում է, որ վերջին տարիների ընթացքում գիտվում է ինչպես դույնային ջերմաստիճանի, այնպես էլ բալմերյան դժերի էմիսիայի ուժեղացմամբ։ Այս ավյալները հաստատում են, որ սպեկտրալ փոփոխությունները ունեն ցիկլային բնույթ և, հավանաբար, ցիկլը տևում է մոտ 25 տարի։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В. А. Амбарцумян, ДАН АрмССР, т. XVI, № 3, 1953.
2. В. А. Амбарцумян, Изв. АН СССР, сер. физ., 14, № 1, 1950.
3. В. А. Амбарцумян и Б. Е. Маркарян, Сообщения Бюраканской обсерватории, вып. 2, 1949.
4. P. Merril, C. Burwell, Ap. J. 78, 87, 1933.
5. R. Curtiss, M. N. 88, 205, 1928.
6. P. Merril, C. Burwell, Ap. J. 98, 163, 1943.

7. *E. G. Williams*. *Ap. J.* 83, 279, 1936.
8. *E. M. Burbidge, G. R. Burbidge*. *Ap. J.* 113, 85, 1951.
9. *D. Barbier et D. Chalonge*, *Ann. d'Astr.* 4, № 1, 1941.
10. *Л. В. Мирзоян*, *Астр. ж.*, 30, № 2, 1953.
11. *Л. В. Мирзоян*, *Сообщения Бюраканской обсерватории*, вып. 7, 1951.
12. *Н. Л. Иванова*, *Известия АН АрмССР, серия ФМЕТ наук*, VI, № 5—6, 1953.

Техн. редактор М. КАПЛАНЯН

Корректор Р. ШТИБЕН

Изд. 1101

ВФ 08032

Сдано в производство 22/1-1955 г. Подписано к печати 5/1 1955 г.

Заказ 37, тираж 700, объем 2 п. л., уч-изд. листов 1,57

Типография Издательства АН АрмССР, Ереван, ул. Абовяна, 124.

