ΖԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ ΑΚΑДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXX

6 6 6 4, 0, 6, 6,

1962

EPEBAH

Питициини рарар Ц. 2. 200 ПС 2010 ВСО Ответственный редактор В. А. АМБАРЦУМЯН

Б. Е. Маркарян. Э. Я. Оганесян, С. Н. Аракелян

ДЕТАЛЬНАЯ КОЛОРИМЕТРИЯ ГАЛАКТИК NGC 2976, NGC 3031 (M 81), NGC 3034 (M 82) и NGC 3077

§ 1. ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

В распределении ярких галактик наблюдаются значительные иррегулярности, которые трудно объяснить одними естественными флуктуациями. Поэтому часть наблюдаемых на небе групп ярких галактик должна представлять собой реальные физические системы.

Судя по всему, одну из таких систем образуют галактики NGC 2976, 3031, 3034 и 3077. Они расположены на небе довольно близко друг к другу и в их окружении нет других ярких галактик вплоть до расстояния пяти градусов. Помимо этого, радиальные скорости этих галактик мало отличаются друг от друга, за исключением галактики NGC 3034, радиальная скорость которой значительно больше остальных.

Последнее обстоятельство хотя и может вызвать некоторое сомнение относительно принадлежности NGC 3034 к группе, но апализ имеющихся данных привел В. А. Амбарцумяна [1] к выводу, что эта галактика, вероятнее всего, в процессе возникновения получила положительную энергию и удаляется из группы.

Нам представляется, что вышеуказанные галактики составляют одну из интересных физических групп галактик, колориметрическое исследование которых может представить значительную ценность.

В настоящей статье мы приводим результаты детальной колориметрии этой группы галактик.

Б. Е. МАРКАРЯН, Э. Я. ОГАНЕСЯН, С. Н. АРАКЕЛЯН

§ 2. МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ II ИЗМЕРЕНИЙ

Наблюдения и измерения снимков галактик производились инструментами и по методике, описанными в [2], с той лишь разницей, что в этом случае визуальные звездные величины были получены при сочетании желтого фильтра GG 11 и пластинок Eastman Kodak 103a-D. Эта комбинация дала систему визуальных величин, близкую к международной.

Переход от нашей цветовой системы к международной производился по формуле:

 $Cl_{int} = 0.865 (CI + 0.003),$

полученной по звездам NPS.

4

Точность же измерений и полученных результатов та же, что и в [2].

§ 3. ЯРКОСТИ И ЦВЕТА

По результатам измерений были определены поверхностные яркости в фотографических и визуальных лучах многочисленных площадок, сплошным образом покрывающих поверхности исследуемых здесь галактик NGC 2976, 3031, 3034 и 3077. По полученкым данным затем были составлены приводимые для них карты распределения яркости и цвета (в конце статьи).

Каждая пара чисел этих карт дает поверхностную фотографическую звездную величину с квадратной секунды дуги и показатель цвета в международной системе в квадратной площадке со стороной, равной 17" в случае галактик NGC 3031 и 3034 и 11" в случае галактик NGC 2976 и 3077.

Прямоугольные координаты (x, y) центров площадок относительно центров галактик приведены сверху и слева карт.

Координатные оси направлены таким образом, что ось абсцисс в случае галактик NGC 3031 и 3034 совпадает с их большими осями, а в случае галактик NGC 2976 и 3077 с малой осью первой.

ДЕТАЛЬНАЯ КОЛОРИМЕТРИЯ ГАЛАКТИК

Для грубой орвентировки сверху в правом углу карт указаны направления севера и востока, а точную ориентировку карт можно установить по приведенным на них звездочкам, соответствующим расположению сравнительно ярких звезд фона.

По данным карт распределения яркости и цвета, путем фотометрического сложения были определены интегральные яркости и цвета рассматриваемых здесь галактик.

Полученные результаты даны в нижеприводимых табл. 1 и 2, наряду с данными Петтита [3] и Холмберга [4].

Помимо интегральных фотографических величин — m_{pg} и показателей цвета в международной системе — Cl_{int}, в этих таблицах даны границы галактик — d, к которым относятся приведенные яркости и цвета. Если учесть различие границ, то можно считать, что согласие приведенных в этих таблицах величин неплохое.

§ 4. ИЗМЕНЕНИЕ ЦВЕТА В ГАЛАКТИКАХ

Колориметрия галактик показывает, что цвет в них меняется при удалении от их центров. При этом изменение цвета в разных галактиках происходит по-разному: иногда умеренно и регулярно, а иногда значительно и нереѓулярно. Наблюдаемое изменение цвета в галактиках (при перемещении в них) может обусловливаться как изменением звездного состава их населения, так и иррегулярностями в распределении темной материи в них. Часто, однако, структура галактики и характер изменения яркости и цвета в ней позволяют учитывать влияние темной материи на распределение цвета. В таких случаях исследование распределения цвета в галактиках может дать приближенное представление о природе и об изменениях звездного состава их населения при перемещении в них.

Так, например, детальная колориметрия галактик М 51 и М 101 [2, 5], принадлежащих к типу Sc, показала, что они интенсивно синеют при удалении от их центров к краям. Исследование привело к заключению, что посинение этих галактик в основном обусловлено изменением знездного состава населения диска.

Б. Е. МАРКАРЯН, Э. Я. ОГАНЕСЯН, С. Н. АРАКЕЛЯН

Таблица 1

		NGC 3	031		NGC	3034
Автор	mpg	Clint	d	m _{pg}	Clint	d
Бюракан Петтит Холыберг	8 ^m 05 8.43 7.85	+0.99 +0.98 +0.85	19' 5, 11' 3 8.6 35.0, 14.4	9 ^m 44 9.45 9.20	+0 ^m 84 +0.85 +0.81	8' 5, 3' 4 8.6 13.4, 8.5

Таблица 2

		NGC 29	076		NGC 3	077
Автор	mpg	CIInt	d	mpg	Cl _{int}	đ
Бюракан Петтит	11 ^m 14 11.01	+0 ^m 59 +0.60	3'. 7, 2'. 2 5.7	11 24	+0 ^m 76	2', 8, 2', 2
Холмберг	10.73	+0.64	9.7, 5.7	10.57	+0.68	8.8, 8.0

Возникает вопрос — не наблюдается ли это явление посинения к краю и в других галактиках, особенно в галактиках других типов?

Полученные нами данные представляют возможность выяснить этот вопрос в отношении галактик NGC 2976, 3031, 3034 и 3077.

К сожалению, однако, способ, примененный в случае галактик М 51 и М 101. то есть вывод средних яркостей и показателей цвета концентрических колец, расположенных вокруг их центров с нарастающими радиусами, в случае рассматриваемых здесь галактик встречает затруднения, так как все они наблюдаются наклонно.

Поэтому мы вынуждены судить об изменении яркости и цвета в них по фотометрическим и колориметрическим разрезам.

а) NGC 3031 одна из хорошо известных галактик типа Sb. На рис. 1 и 2 приведены зависимости поверхностной яркости (снизу) и показателя цвета (сверху) от расстояния до центра этой галактики. Эти зависимости были выведены по трем центральным разрезам вдоль ее большой и малой осей.

Как видно из рисунков, приведенные кривые не являются в достаточной мере симметричными по огношению

к осям галактики. Наблюдаемая асимметрия обусловлена присутствующей в М 81 темной материей и ее наклоном. Эгог вопрос будет рассматриваться в следующем параграфе, а здесь мы займемся анализом общей природы распределения яркости и цвета.

По характеру изменения яркости и цвета приведенные кривые можно разбить на четыре участка.



Рис. 1. NGC 3031. Фотометрические и колориметрические разрезы по большой оси. Ілсимушфиций и улебитифиций битфибрири рист Авд илийдери

Вдоль большой оси (рис 1, сплошные линии соответствуют северной половине галактики, а прерывистые — южной) первый участок просгирается от центра системы примерно до расстояния 120", где яркость резко падает от значения 18^m5 до 21^m5, а показатель цвета с небольшими колебаниями сохраняет свое максимальное значение. Этот участок соогветствует центральной части галактики, где, судя по значениям показателя цвета, доминирует излучение населе-

Б. Е. МАРКАРЯН, Э. Я. ОГАНЕСЯН, С. Н. АРАКЕЛЯН

ния второго типа. Следующий участок простирается примернодо расстояния 290", где яркость убывает сравнительно умеренно и наряду с ней убывает и показатель цвета, доходя от значения $+1^m1$ примерно до $+0^m_*8$. Этот участок кривых соответствует области, простирающейся до наружных витков спиральных рукавов. На этом участке становится значительным излучение населения диска. Далее идет уча-



Рис. 2. NGC 3031. Фотометрические и колоримстрические разрезы по малой оси. Ілеминиции и длегищиции бытфибрикри пот флер или изрер:

сгок. заключенный примерно между расстояниями 290 и 400", где яркость перестает убывать н, лаже наоборот, несколько возрастает, а показатель пвета колеблется около своего минимального значения. Этот участок соответствует области, где на населения второго типа и лиска наклалывается население первого типа (спиральные рукава). И, наконец, за расстоянием 400" простирзется четвертый участок, где яркость резко падает, а показатель цвета, наоборот, показывает резкий подъем.

Реальность последнего участка кривых несколько сомнительна, так как яркости, близкие к предельной, обычно определяются недостаточно уверенно, хотя возможность наличия темной материи непосредственно за спиральными рукавами, вызывающей резкое покраснение, весьма вероятна. Почти такая же картина распределения яркости и цвета наблюдается вдоль малой оси М 81 (рис. 2, силошные линии соответствуют восточной половине галактики, а прерыввстые -- западной), только в этом случае границы указанных выше участков сужены из-за наклона галактики.

ДЕТАЛЬНАЯ КОЛОРИМЕТРИЯ ГАЛАКТИК

Таким образом, мы получили первое приближенное представление о распределении и роли излучения трех основных типов населений М 81 и пришли к выводу, что она заметно синеет при удалении от ее центральной части к краям. Примерно такое же изменение цвета, согласно Холмбергу, наблюдается в М 31, принадлежащей, как известно, также к типу Sb.

Поэтому можно сказать, что явление посинения к краю наблюдается как в спиралях типа Sc, так и в спиралях типа Sb. Разница лишь в том, что в первом случае показатели цвета от значения $+0.^{m}6 - +0.^{m}7$ (в центральной части) доходят до значений $+0.^{m}3 - +0.^{m}4$ (на периферии), а во втором случае — уже от значений $+1.^{m}0 - +1.^{m}1$ до значений $+0.^{m}7 - +0.^{m}8$

Как уже было отмечено выше, явление посинения к краю в галактиках типа Sc обусловливается в основном изменением звездного состава населения диска и лишь частично возрастанием относительной доли излучения рукавов при удалении от их центров. Можно утверждать, что и в галактиках типа Sb явление посинения к краю обусловливается изменением звездного состава населения диска, так как в интегральном излучении галактик типа Sb спиральные рукава играют незначительную роль. Судя по этому, можно полагать, что светимость диска в спиралях типа Sc в основном обусловливают желтые и белые звезды, а в спиралях типа Sb — красные и желтые звезды.

В первом случае при удалении от центра системы должна возрастать относительная доля суммарной светимости белых звезд, а во втором случае — относительная доля суммарной светимости желтых звезд.

Хотя в принципе мыслимы и другие комбинации, но они будут в противоречии с результатами исследования [6], согласно которым как в фотографических лучах, так и в визуальных лучах в интегральное излучение спиральных галактик нанбольшую долю вносят желтые звезды.

Б. Е. МАРКАРЯН, Э. Я. ОГАНЕСЯН, С. Н. АРАКЕЛЯН

6) NGC 3034 является хорошо известной иррегулярной галактикой, обратившей на себя внимание астрономов благодаря несоответствию, существующему между ее цветом и спектром. К этому вопросу мы вернемся в послелнем параграфе настоящей статьи, а здесь рассмотрим лишь общую природу распределения яркости и цвета в ней.

На рис. З и 4 пряведены средние фотометрические (сплошные линии) и колориметрические (прерывистые линив) разрезы вдоль большой и малой осей.



Как видно из этих рисунков, яркость, так же как и цвет в центральной части галактики, показывают заметные колебания, которые вызваны присутствующими здесь значительными темными туманностями. Вообще же, наряду с убыванием яркости, при удалении от центра системы к краям вдоль осей, интенсивно убывает показатель цвета. Последний от значений + 1."1 — + 1."2 в центральной части доходит до значений + 0^m3 - + 0^m4 на периферии. Так что посинение к краю в этой галактике более значительное, чем в исследованных нами галактиках типов Sc и Sb. Но вряд ли это посинение полностью обусловлено реальным изменением звездного состава ее населения.

ДЕТАЛЬНАЯ КОЛОРИМЕТРИЯ ГАЛАКТИК

По-видимому. в центральной части галактики показатели цвета частично завышены вследствие поглощения. С другой стороны, наблюдаемая поверхностная яркость в центральной части М 82 очень большая, а если еще допустить наличие поглощения, то истиниая поверхностная яркость ее п общая светимость во много раз превзойдут яркости и светимости известных иррегулярных галактик. Поэ-

тому при справедливости про/от вышеуказанного допущения эта галактика должна быть необычно ярким для своего класса объектом.

в) NGC 3077 является вррегулярной галактикой с довольно большим интегральным показателем цвета, свидетельствующим о преобладянии излучения населения второго типа. Однако в этой галактике наблю-



Рис. 4 NGC 3034. Фотомстрический и колоримстрический разрезы по малой оси, (полизифифии и спечинифиби битфидрикри рим фпер инибиры)

даются довольно любопытные распределения яркости и цвета, говорящие в пользу значительной роли излучения белых звезд в се центральной части.

По данным карты распределения яркости и цвета центральная область этой галактики (с поперечником, равным примерно 35"), обладающая наибольшей яркостью, имеет показатель цвета порядка $+0^m$ 5. За этой областью показатели цвета резко возрастают, доходя до значений $+0^m 8 - - +0^m 9$ на периферии. Для наглядности сказанного на рис. 5 приведены фотометрический и колориметрический разрезы, проведенные по оси абсцисс.

Примерно такой же вид имеют разрезы, проведенные по оси ординат. Таким образом, можно сказать, что в этой галактике при удалении от центра к краю происходит не посинение, как это имеет место в исследованных нями до

12 Б. Е. МАРКАРЯН, Э. Я. ОГАНЕСЯН. С. Н. АРАКЕЛЯН

сих пор галактиках, а, наоборот, заметное покраснение Обычно в нормальных галактиках красные звезды показывают тенденцию скучиваться к центру, здесь же, судя по распределению яркости и цвета, наблюдается обратная картина. Объяснить это влиянием темной материи трудио, так как для этого следовало бы допустить наличие большого градиента плотности темной материи при удалении от цен-





удаления от центра системы к краю.

тра системы к краю. Это нам кажется маловероятным, тем более, что нет вообще явных признаков, говорящих в пользу присутствия больших КОЛНчеств темной материи в этой галактике. Поэтому нам кажется, что наблюдаемое распределение цвета в NGC 3077 в основном обусловлено изменением звездного состава ее населения. В этом случае, очевидно, в центральной части этой галактики должна быть значительной роль излучения белых звезд. а относительная доля излучения красных звезд должна расти по мере

г) NGC 2976 хотя и отнесена к типу Sc, но не является типичной спиральной галактикой, так как в ней четко не выделяются ни рукава, ни ядро. На фоне диска овальной формы, имеющей низкую поверхностную яркость, выделяются несколько небольших и слабых пятен, которые возможно являются небольшими ассоциациями с низкой светимостью. Одно из этих пятен находится близко к центру системы, но вряд ли оно является ее ядром. Если эта галактика вообще имеет ядро, то оно должно быть очень слабым. Слабыми являются и ее еле заметные рукава.

Что же касается изменения цвета, то следует сказать следующее. В этой галактике посинение наблюдается лишь.

во внешних частях. Из приведенных на рис. 6 и 7 колориметрических разрезов (прерывистые линии), проведенных



вдоль большой и малой осей, видно, что показатель цвета колеблется в небольших пределах и начинает резко убывать лишь во внешних ча-

стях системы.

Из карты распределения яркости и цвета видно, что в этой галяктике вообще отсутствуют области с большими показателями цвета.

Поэтому эта галактика должна быть сравнительно бедна красными звездами. По-видимому, она в основном состоит из желтых звезд и лишь на периферии ее становится заметным излучение белых звезд, вызывающих заметное посинение.







14 Б. Е. МАРКАРЯН, Э. Я. ОГАНЕСЯН, С. Н. АРАКЕЛЯН

§ 5. АСИММЕТРИЯ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЯРКОСТИ И ЦВЕТА М 81

Большинство спиряльных галактик обладает симметрией формы. Но нередко в таких галактиках наблюдлется асимметрия в распределении яркости, сопровождаемая иногда и асимметрией в распределении цвета.

Асимметрия в распределении яркости и цвета может быть как реальной, обусловленной особенностями строения системы, так и нереальной, вызванной присутствующей в галактике темной материей.

В NGC 3031 наблюдается хоть и небольшая, но довольно заметная асимметрия в распределении яркости и пвета по отношению обеих ее осей. Это хорошо видно из приведенных на рис. 1 и 2 средних фотометрических и колориметрических разрезов, проведенных вдоль ее осей.

На рис. 1 наложены друг на друга северная и южная половины разреза по большой оси, а на рис. 2 — восточная и западная половины разреза по малой оси.

Из рис. 1 видно, что разности как между яркостями, так и между показателями цвета равно удяленных от центра точек меняют знак. При этом наблюдается определенная закономерность: в тех точках, где северная половина ярче южной, цвет южной половины краснее северной, и наоборот.

Поэтому нетрудно прийти к выводу, что наблюдаемая в NGC 3031 асимметрия по отношению ее малой оси вызвана иррегулярностями в распределении присутствующей в ней темной материи.

Из рис. 2 видно, что характер асимметрии по отношению большой оси NGC 3031 совершенно иной. Здесь наблюдается систематическое расхождение между яркостями и показателями цвета восточной и западной половин галактики. Западная половина примерно на 0^m2 слабее и на 0^m07 краснее восточной половины.

Для проверки реальности сказанного мы определили суммарные яркость и показатель цвета каждого сечения,, проведенного параллельно большой оси. Результаты представлены на рис. 8. Как видно, полученная картина почти тождественна с имеющейся на рис. 2. Поэтому обнаруженную асимметрию по отношению большой оси можно считать вполне реальной. Очевидно. в этом случае асимметрия вызвана разностью в поглощении излучений восточной и

западной половин NGC 3031. И поскольку эта разница носит систематический характер на протяжении всей оси, мы приходим к выводу, что она обусловлена наклоном галактики. Легко сообразить, что в этом случае западная половина NGC 3031 должна быть дальше ог нас, по сравнению с восточной половиной.

§ 6. О НЕСООТВЕТСТВИИ МЕЖДУ СПЕКТРОМ И ЦВЕТОМ М 82

Галактику М 82 Хаббл [7] отнес к типу А5, а Морган [8] к типу Іа, исходя из наличия в ее спектре интенсивных линий водорода. Галактики указанного типа обычно имеют небольшие показатели цвета (порядка + 0^m3), так как в них богато представлено население первого типа.



Рис. 8. NGC 3031. Распределение яркости и пвета по сечениям, проведенным пераллельно большой оси... Фијдиана Гјић и позбије позби имирдин бед илибије расди би имирдин биши дидећи ра

Между тем, показатель цвета галактики М 82, как по нашим измерениям, так и по измерениям других исследователей, не менее + 0.^m8. А такие больние показатели цвета характерны для галактик типов g п k, состоящих всецело или в основном из населения второго типа.

Поэтому получается большое расхождение между спектром и наблюдаемым цветом галактики М 82. В этом отношении, однако, М 82 не составляет исключения: имеетсяя ряд других галактик, у которых также наблюдается вышеуказанное расхождение. В качестве примера можно указать галактику NGC 5195, составляющую вместе с NGC 5194 двойную систему M51. Обе эти галактики, согласно Хабблу, имеют спектр типа F, при этом NGC 5194, являющаяся развитой спиралью с богатым населением первого типа и показателем цвета +0.^m5, отнесена к подтипу F8, а NGC 5195, являющаяся иррегулярной эллиптической галактикой с показателем цвета +0.^m8, отнесена к более раннему подтипу F5.

Если формально исходить из спектров, галактика NGC 5195 должна быть богаче населением первого типа, чем галактика NGC 5194. Но все имеющиеся данные говорят против этого. Более того, нет вообще признаков, свидетельствующих о наличии сколько-нибудь заметного количества горячих гигантов в NGC 5195.

В качестве другого примера можно указать галактику NGC 205, которая отнесена к типу A8 благодаря присутствию в ее спектре интенсивных линий водорода. Исходя из этого факта, следовало бы ожидать наличие в ней богатого населения первого типа, но, как известно, Бааде в ней обнаружил не более двух десятков голубых гигантов. Помимо этого, эта галактика обладает довольно большим показателем цвета (+0^m77 по Петтиту [3] и +0^m72 по Холмбергу [4]), что говорит о преобладании в ней излучения населения второго типа. Имеется много других примеров среди сравнительно неярких галактик, у которых также не соблюдается согласие между спектром и цветом.

Поэтому вопрос этот заслуживает серьезного внимания.

Можно допустить, что указанное расхождение между спектром и цветом вызвано искусственным покраснением излучения этих галактик вследствие поглощенкя.

Такую мысль высказали Морган и Мейолл в отношении галактики М 82.

Очевидно, речь здесь может идти лишь о поглощении в пределах этих же галактик, так как возможность столь большого поглощения 2^m-2^m5 (необходимого для объяснения указанного расхождения) в пределах нашей галактики

									К.	APT	A 1											# 11. P	8 6 2	1									
							распр	PEAUJ	нстин (юж	IN DOA BAN	оянна)	THEI.	АВМ	NI						MILBINILA	FUEPBU	ն նվ Գ (նարո	distabil na na f	իկեսոյ հեսոյ	and W i	51-116Br							
	1	-544"	-	-510		-476		- 442		-408		-374	1	- 340		-306		-272	1	-238		-204		-170		-136		-102		-68	T	34*	+0
																														E		23	N 98 24 04
+ 306*																											21.04 23.69			23 47	* 04 24	04 23 1	50 23 07 59 0,44 97 23,44
+272																		-					23.74	23.92	23 82 23 30 0 17		0.74 23.84 23.79	23.92 0.94 23.16	23 40 0 44 22.87	1 08 23.84 1 10 22 68 0 71	22 84 0 55 22 49	★ 22 0. 22	0 90 75 22 86 56 0 00 57 22,93
-1-238																	23.79			23.6	23.84 1.07		23.65 0.90	23.9 23.57 0.94	23 95 1 2 22.70 0 69	23.02 0.65 22.25 0.36	22 74 0 41 22 10 0 61	22.66 0.50 22.52 0.68	22 57 0 07 22 71 0 78	22 58 0 74 23.00 1 04	22.82 2 0.83 0 22.52 2 0.64 0	$\begin{array}{c} 0 \\ 2 & 94 \\ 0 & 75 \\ 1 \\ 3 & 04 \\ 0 & 68 \\ 0 \end{array}$	57 0.59 32 23.22 07 0.81 94 23.17
204																	23.92	23.69 1.01 24.04	23.95 1.06 23.84	23 69 1 10 23 59	23,74 0,89 22,97 0,05	23.52 1 11 22.87 0 43	23,37 0,91 23,00 0,81	22.84 0.75 22.58 0.81	22-38 0,70 22-49 0,86	22 57 0 85 21.66 0 76	22.66 0.71 22.62 0.80	22 68 0 92 22 4 0 73	22 88 1 07 22 66 0 72	22 70 0 73 22.80 0 78	22 82 2 0 96 22 70 2 0 88	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	75 0.90 .93 22.98 92 0.74 04 22.83 95 0.76
+ 170													23 62 0 97	23.26 0.50	23.70 0.97	23.39 0.93	23.37 0.73 23.26 0.69	23.02 0 72 22.96 0.66	23.26 1.01 23.13 1.01	22,96 0,84 22,97 0,89	22.98 0.95 22.80 0.96	22.68 0.81	22.76 U 83	22.70 0.93 22.56 0.86	22-32 0.76 22.67 0.91	22 65 0 94 22 63 1 07	22.64 0.83 22.66 0.95	22.65 0.80 22.67 1.01	22.72 0.89 22.78 1.01	22.74 0.64 22.59 0.94	22 94 2 1 07 22 74 3 0 94	2 80 0 86 6 2.47 0 80 0	88 22.90 94 1.03 49 22.62 82 0.89
-) 136													23,83 1,15	24_04 23.60 0.91	23.76	23 06 0 00 23 06 0,88	22.92 0.97 22.89 0.81	22.94 0.69 22.76 0.93	22.77 0 61 22.73 0 83	22.65 0,90 22.55 0.80	22 70 0,88 22 70 0.88	22 39 0 76 22 38 0 74	0.80 22.42 0.92	22.64 1.01 22.34 1.07	$\begin{array}{c} 22 & 41 \\ 0 & 75 \\ 22 & 42 \\ 1 & 02 \end{array}$	22 33 0 78 22 36 0 94	22 76 1 05 22 17 0 89	22 33 0 7 22 17 0 80	22.39 1 01 22.27 1.13	22 00 0 88 21 93 0 87	22 21 2 0.99 22 19 2 1 14	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	31 22 25 07 1.09 96 22.13 98 1.08
102										23 58 1 06		23.56	23 46 1 04	22 93 0 84 22,58 0,88	22.86 0.73 22.63 0.61	22.93 0.93 22.67 0.93	22.66 0.88 22.85 0.94	22 10 0 61 (22.79 1 07	22 38 0 62 22 54 0 75	23 63 0 86 22 47 0 93	-2.59 0.89 -22.56 1_03	22.70 1.0 22.29 0.92	22.20 0.81 22.16 0.88	22.33 0.98 22.18 1.10	22 28 0 50 16 1 07	22.22 1.14 21.93 0.94	21 98 0 97 22 00 1 07	$\begin{array}{r} 22.01 \\ 1.02 \\ 21.83 \\ 1.05 \end{array}$	21.84 0.96 21.81 1.08	21 92 1 05 21 67 1 16	21 88 1 14 21 50 2 1 00	* ²¹ 0. 1.43 21 0.98 1	$\begin{array}{c} 1 \\ 21.78 \\ 1.90 \\ 1.07 \\ 46 \\ 21.40 \\ 07 \\ 0.99 \end{array}$
- 68										23.9	23,60 1,13 23,74 1,27	1 04 23.10 0 93	22.76 0.79 22.66 0.87	22.62 0.81 22.70 0.88	22.52 0.65 22.68 0.89	122 96 1.04 22.55 0.69	22.60 0.81 22.33 0.91	22.54 0.96 22.66 1.16	22,70 1,10 22,67 0,95	22 40 0 98 22 17 0 88	22 20 0.88 22 28 1.15	$\begin{array}{c} 22 & 10 \\ 1 & 01 \\ 22 & 17 \\ 1 & 01 \end{array}$	22 28 1 15 21,91 1.01	22.07 0.95 21.76 0.94	22 99 1 10 21 68 0 97	21 78 1 01 21 61 1 01	21 06 1 05 21 47 0 95	21 00 1.02 21 49 1.02	21,49 1,08 21,31 1,04	21 40 1 06 21 11 0 94	21 20 2 1 03 2 20.92 2 1 04	$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{cccc} 04 & 21 & 03 \\ 01 & 1.03 \\ 63 & 20.53 \\ 07 & 1.02 \end{array}$
- 34						21.01	23.94	23.83 1.14	23.43 0.89 23.62 1.10	23,19 0 56 23,28 0,94	23.02 0.71 0.89	22.71 0 62 22 61 0 88	22.37 0.69 22.41 0.78	22.60 0.81 21.95	22.63 0.77 22.56 0.77	22 65 1.02 22.53 0.90	22 41 0.81 22 30 0.75	22.61 0.91 22.46 0.93	22.48 0.91 22.45 0.98	22 34 1 20 22 36 0 98	22.21 0.94 22.23 1.11	22 02 1 01 22 05 1 08	21 97 1 07 21 80 1 03	21 77 1 09 21 74 1 10	21 47 1 06 24 65 0 98	21 51 1 03 21 54 1 05	21 43 0 97 21 37 4 07	21 31 1 07 21 17 1 07	21 06 1 01 20 87 1 06	20.74 0.97 20.55 1.05	20154 20 1105 2025 19 112	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	12 19 98 09 1 09 49 19 18 08 1 05
+0	23_67 0_96	23 94 0 93 23,76 1 11					23,80	23.87	23.08 1 11 23.50 0 97	23,01 0,82 23,01 0,81	22.82 0.73 23.02 0.83	22 44 0.94 22.68 0.79	22.09 0.78	22 34 0.89 22.08 0.73	22 50 U 96 22.26 0 94	22.45 0.50	22 27 0 84 22 42 1.04	22.37 0.89 22.56 1.07	22 38 0 58 22 64 1.20	22.38 1 11 22 34 1 13	22 01 1.01 22 11 1.03	22 02 1 10 22 07 1 15	21,79 1,06 21,77 1,05	21.56 0.99 21.59 1.05	21.67 1.10 21.17 1.62	21.40 0.96 ★	21 23 1 04 21 11 0 95	21 17 1.01 21 26 1 11	20,86 1,04 20,86 0,94	20_47 1.01 20_60 1.00	20,16,19 1,15,1 20,27,19 1,09,6	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	77 17 70 19 1.06 35 19.07 02 0.96
-34		2.	3.76 2	3 83 0 94 3 58			23.88	23 35	23,48 1.04 23,10	23 4k 1.14 23.05	22.87 0.82	22.63 0.75 22.36	22 38 0.78 72 63	22.28 0,92 22.28	22.00 0.80	22.23	22.42 0.93	22.62	22.34	22.40 1 14 22.57	22.16	22 3 . 3 22 1	21.84 1.03 22.15	21.59 1.07 21.98	21.48 1 12 21.62	24.10 0.93 91.52	21 20	21.07 1.01	20.96 1 D3	20 75 2 1 01 20 99 2	0 48 20 0 95 0 81 20	35 08 1.0	17 20 17 09 1 08
64					23.83	23,34 0,56 23,60	23.68 0.82 23.80	0.97 23.31 0.69 23.11	0.72 23.64 1.19 23.50	0 80 23 41 1.04 23 23	0 88 22.96 0 68 23.13	0.56 72.75 0.67 23.26	0.96 22.52 0.64 23.01	0.78 22.43 0.78 22.89	0 82 22 19 0 98 22.62	0.96 22.17 1.01 292.36	0.99 21.90 0.87 21.99	1 10 22.10 0.85 22.05	1.06 22.37 0.91 22.08	1 28 22 48 1.10 22 37	1 11 22.36 1 12 22.32	0 97 22 21 1 18 22 33	*	1 20 21 99 0 9 22 18	21 67 1 01 22 67 1 01 22 14	1.00 21.71 1.02 22.01	1 07 21 57 1 06 21 88	1 03 21 13 0 95 21 70	1 03 21 26 0 96 21 45	0 98 21 21 2 1 04 21 44	0,09 1 32 21 1 07 1 1 34 21	$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
- 162					0.85	0.83	0.93 23.56 0.93	0.64 23.71 0.98	1 10 23.74 1,03	0 53 23,88 1 24	0 88 23.17 0.70 21.43	1.02 23.07 0.73 23.52	0 94 5 n. 0 51 (23.34	0.78 23.02 0.78 23.13	0.83 22.86 0.85 22.72	0 76 22.83 0 95 22.71	0.96 22.84 1.05 23.09	0 76 22 68 0 90	0.94 22.36 0.95 22.73	0.98 22.36 1.01 22.67	0.92 21 84 0 88 22.47	1 1 1 22.15 0.86	21.34 1.03 22.48	1 06 22 33 1 05 22 13	1 05 22,33 1 19 22,34	1 02 22.24 0 93 22 45	1.11 12.22 0.98 22.35	1 00 22 21 1 10 22 26	0 87 21 87 1 06 22 20	0.95 21.93 4 1.13 22.08 =	0 93 1 1.77 21 1.02 1 2 01 22	03 1 86 22 (10 1 (13 9)	01 21.88 26 1 051 15
-136									23.82	23,87	0,64 23-4 23.69	1 02	1.02	0.75 23.79 1.01 23.84	0.73 23.29 0.99 23.59	0,80 21,05 0,94 22,98	0,85 23,33 1,05	0 94 23 51 1 19 23 59	0.75 23.01 0.81 23.25	0.92 22.99 1.13 23.25	0 82 22 89 0 89 23 05	0.87 22.92 1.03 23.15	0.94 23.02 1.08 22.86	0.9) 22.77 0.95 22.86	0 95 22 64 0 92 22 95	1 08 22.80 0 93 22 77	1.08	1 0. 22 74 1.15 23 03	1 42 22 57 1 04 23 04	1 10 22 50 2 1 17 22 90 2	0 98 22 43 22 1 01 22 59 23	$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	98 1.08 54 22.64 07 1.07 80 93.00
- 170						23.82 1.15			1 21	1.20	0.96	1 30 23 75	1 11	1.33 23.05 0.84	0,98	1.04 23.40 0.85 23.9	23.25 0.94 23.6	1,10 23,17 0,85 23,84	0.79 23.23 0.92	0 74 23 43 1 13 23 26	1 01 23 48 1 27 .3 00	1.04 23.69 0.88 23.29	0.79 23.15 0.73 22.94	0 93 122 67 0,75 22 93	0 90 22.57 0 56 22.73	0,88 22,59 0,62 22,86	22 90 0 72 23 19	1 01 22.69 0 96 23 21	1 14 23 25 23 20	1 20 23 08 1 10 23 19	20 1 3 09 23 1.08 0 3 05 23	07 1 0 1.09 22 1.99 0 4.05 23	03 1 16 95 23,09 82 0 94 05 23 26
- 204									23,98 1 00			1.08 23.98 1.06 23.78	23.9		0.98	1.2	1 4 23.53 0.96 23.48	1 16 23.74 1 02 23.59	23.29 0.82 23.31	1 01 23 43 1 01 23 67	0,57 23,23 071 23,48	0.97 23.11 0.87 23.5	0.82 25 17 0 88 23 38	0 71 23 15 1 01 23 26	0 69 23.38 1.05 23.45	0 69 23 07 0 87 23 26	0 94 23 23 0 84 23 04	1 66 23 29 0.85 23 40	0 93 23.25 0 95 23 06	0 98 23 11 2 0 93 23 11 2	0 83 0 3.10 23 1 08 0 (3.38 22	88 0.1 1 06 .13 1 45 0 2 92 93	89 1.18 31 23 31 89 1 11 89 1 11 51 23 17
238												O HU	1.2		1.2	0 84 23.78 1 06 23.89	0 88 23.25 0 71 23.98	1.17 23.50 0.84 23.69	0.81 23.31 0.87 23.59	1 00 23.21 0 81 23.53	1.07 23.02 0.80 23.40	1 2 23,43 1 01 23,53	1.04 23.48 1.06 23.19	0.91 23.21 0.95 22.98	0,95 23.11 0.55 23.35	1 03 23.11 0.88 23.29	0 94 23 14 6 91 23 23	1.00 23.17 0.93 23.61	0 93 23 09 0.93 22.59	0 80 22 59 2 0 58 23 40 2	0.45 (23.19.25 0.82 (23.48.25	1.90 T 1.02 23 1.16 T 3.40 22	22 1 01 23 03 1 0 85 86 23 01
- 272		-							23 82		23 97 1 16		23.87 1.01 23.89	23 97	23.8	1.13	1 20 23 67 1 13 23.74	0 95	23.09	1.08 23.33 1.01 23.29	0,83	1 02 23.33 0.79 23.53	0.79 23.19 0.73 23.75	0 41 23 61 1 01 23,36	0 69 23.18 0 67 23.19	0.74 23.59 1.14 23.11	0 0 23 74 1 24 23 31	23 17 0 77 22 39	23.25 23.15	0 76 23.19 0.72 23.63	1 12 (23 36 23 1 00 23 15 22	84 0.0 3.36 23 1.12 0 3.82	66 0 88 26 23 11 82 0 69
	-												1.21	1 16	1.2 23.89 1.14		1.01 23.75 0.80		0 49	0 81 23.74 1 11	0 91 23,67 0 94	1_10 23,63 1,09	1 25 23 45 0 98	1 09 23 23 0 10	0_80 23,36 0,68	0.55 24.0 1.2	1 02 23,59 0 91	0.69 23.82 1.13	0.83	1.12	0.52	.11	23.67 0.81 23.68
							1													1												4	1.01

								PACI	FLACE	(север	ная по	оловина)										(ពីព្រះ	սիսային	կեսը)									
+0		- 34		-+ 68		+ 102		+136	1	-170		- 204		+ 238		+272		+306		· 340		+374	ŧ	- 408	1	442		+ 476		+510		544"		
							 		 													1						1	1	E				1
																							1							$ \rangle$				
																															1	/	~	
																															L		1	
24.04 23	3.79	23,98	24.04			23,65			23.44 0.62	22.99 0.41	22,89 0,76	$\begin{array}{c} 23.44 \\ 0.61 \end{array}$			23.98	23.79 0.94			23.95			02 24			02 65	22 150			24.04					
23.07 23	3.92	24.04	23,44	23.09 0.68	23.19	23.30 0.64	23_62 0,85	23.01 0.49	23.50 0.75	23.22 0.53	23.26 0.61	23 98 1 17	23.59 0.62	23.98	23.62 0.93	23.62	23.79	12 11	24,04	02 54	12 57	20.74	22.00	02 97	0,81	1.04	92.60				23.69			306
23.44 22	3.07	23.04	22.84 0.71	22.66 0.51	23.00	$23.16 \\ 0.75$	$23.05 \\ 0.73$	23.08 0.70	23.24 0.75	22.82 0.51	23.09 0.48	23.06	23.07 0.48	23.16	23.30	0.57	23.59	0.71	0.88	23.04 0.91 93.11	23.54	0,37 23,62	0.37	23.07	23.54	23 87	20.05							1 (375)
22 86 22 0.60 0	2.84 0.64	22.6 0 0.56	22.78 0.63	23.04 0.64	23,04 0,63	$23.08 \\ 0.57$	23_14 0_86	23.34 0.61	23,69 0,99	23.10	23.26	23.65	23.74	23.22 0,30 93.54	0.80	0.67 23.76	0.82	1.2	0.74	0.69	0.88	0.76	0.83	23,76	0.65	0.98	23.52		23.92					7282
22.93 2 0.59 (2.93	23,10 0.62	23.44 0.77		$23.69 \\ 0.97$	$23.08 \\ 0.71$	23.8 1.1	23,8	23.9 1.1	23,39 0,90	23.10 0.59	23 11 0.59	02.70	0,62	23.30	0,88	0.97	0,45	0,87	1.11	23.92	23.82	0.85	0.96 23.82	0.75	0.79	0.56		0.91					-238
23.22 0.81	3.65 1.16	$23.22 \\ 0.81$	23.87 1.28	23.76 1.10	23,30 0,68	23.44 0.88		23.44	23.46	23.50	23.44	0 62	23.75	0.95	0.95	0.85	23.30	23.82	23.95	23.52	0.97	1.01	0.93	1.11		23.76	23.76	[
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	3.05 0.62	23.05 0.76	23.34 1.03	23.19 0.66	22.79 0.81	23.26 0.73	23.67	23.14	23,20	0.78	0.64	0.67	0,70	0.62	1.16	0.94	0.68 23.05	23.26	23.13	0.71		23.69				23.79	0 79							204
22.98 23 0.74 0	3,00 0,88	22.88 0.62	22.92 0.63	23.01 0,68	23.37	0.71	0.58	0.81	23.04 0.79	0.69	0.54	0.56	0.75	0.74	0.85 22.89	1.64	0.90 23.44	0,83 23,22	0.63	0.83		0.95	24.04			23.79	23.98					23.67	23.84	
22.83 2	2.94 0.93	23.04	22.82	23.03	0.98	0.85	22.74	0.68	0.76	0.88	0.69	0.82	0.81 22.77	0.69	0.75	0,85 22.80	0.98	0,80	1.11	0,49	24.04	0.99			23.50	0.80			23.92		23.08 0.72	23.39 0,53		+ 170
1.03	2.84	0.94	22.89 0,90	22.89	0.82	0.87	0.85	0.82	0.68	1.01	0.94	0.90	0.79	1.00	0.70	0.82	0.83	0.73	22.68	23.11	23.30	23.30	23,10	22.75	22.92 0.36	23.30		23.74			23,69			1
22.02 2	2.68	1.01	1.17	1.00	0.90	1.05	1.13	0.81	1.05	0.90	0,98 22,28	0.74	0.90	0.74	0.76	0.70	22.44	0.81	0.75	22.59	22.95	23.65	23.34	23.84	23.20	23.84		¥						+136
1 09	1.12	0.94	0.82	0.90	1.01	0.88	0,92	0.93	0.86	0.74	0.85	22.45	0.81	0.96	22.53	0.07	122.65	22.43	22.53	22.91	22.97	22.91	23.56	23,68	23.48 0.69									1
1.08	0.95	1.07	0.83	0.96	1.01 21.84	1_07	0.97 21.92	1_11 22_17	0.95	1.10 22.12	0.92	1.01	1.05	0.97	22.11	22.21	21.97	22.22	22.42	22.67 0.85	22.82 0.88	22.85 0.79	23.37	23.45	$23.62 \\ 1.16$	23.68 0.88		24.01						+102
1.07 21.40 2	1 13	0.94 21.48	1 04	0.98	0.99 21,59	0.98 21.77	1_07 21.82	1,15 21,84	1.13 21_86	0.98	1.13	22.50	22.73	22.47	22.26	22.08	21.27	22.35 0.85	22.11	22.09	22.45 0.82	22.82	22.95	$23.19 \\ 0.77$	23,48 0,86								23.57	
0.98 21.03 2	1.04	1.07 21.05	0 92 21 13	1 18 21 22	1.02	1.13	0_99	0.94	E 01 21.78	0.97	1.23	22.03	1.20	22.50	22.34	21.88	22.38	22.63 0.88	22.56 0.93	22.37 0.80	22.64 0.84	22_85 0,97	$23.11 \\ 0.88$	23.20 0 87	$\begin{array}{c} 23.28\\0.85\end{array}$	23.76 0.94	23.31 0.76				-23 60			- 68
1.03	0.99	20,69	20.82	1.07	21.17	21,19	21_46	21.56	1.04	21.75	21.86	22.01	22.13	22.26	22.50	22.39	22.14	$\frac{22.52}{0.92}$	22.87 0.95	22.52	22.82	22.80 0.71	$23.09 \\ 0.94$	$23.10 \\ 0.91$	$\begin{array}{c} 22.72 \\ 0.60 \end{array}$	$\frac{24}{1.18}$	23.50 0.88		0.86		0.92			
19.98 2	0.11	20,35	20.50	20.78	21 10	21.19	21.29	21.53	21.56	21.76	21.83	22.09	22.10 1.08	22.28	22.30 0.88	22.45 0.99	22.24	$\begin{array}{c} 22.22\\ 0.91 \end{array}$	22.73 1.00	22.80 0.95	22.41 0,68	22.63 0.73	22.94 0.93	22.89 0.67	23.10 0.58	23 76 1.07	23.94		1371					-34
19.18 j	9.41	1 10 19 93 1 90	20.26	20.73	21.04	21.24	21.40	21.51	21,51	21.71	21.80	21.91 1.14	21.98	22.09 0.93	22.37 1.00	22.58	22.36 0.96	$22:44 \\ 1.08$	22.54 0.89	$21.98 \\ 0.65$	22.66	22.74	22.98 0.69	23 06 0 73	23,25	23.62	1.12	12 20		23.88				0
17.70 1	8_78	19.68	20,38	20 62	21.00	21.19	21.40	21.53	21.69	21.75	21.82 1.04	21.88	21.91 1.02	21.88	22.18	22.33 0.84	$22.54 \\ 1.08$	22.42 0,94	22.56 1.16	22.53 0.89	22.09	22 40	23,13 0,94	23.13 0,84	23.45	23.8		0.54						
19.07 0.96	9.43	20.05	20.43	20.69	21.06	21.40	21.57	21.75	21.73	21.72 1.01	21.83	21_95 1.09	22.04 0.95	22.26 1.10	22.21 0.85	22.38 0.93	22.20 0.86	22.38 0.93	22.68 1.09	22.86 1.01	0.82	23.04 0.88	25.14 0.88 23.68	23.13	23,43	20.00	23.60						23.76	34
20.17 2	0.13	20.52	20.69	21.01 1.09	21.22 1.02	21.49 1.04	$21.31 \\ 1.03$	$21.69 \\ 1.09$	21.77	$21.74 \\ 1.04$	21.78 0.95	22.14 1.06	22.09 0.94	22.07 0.95	22.26 0.99	22.37	22.37 1.02	22.25 0 69	22.81 1.11	0,80	23.17	23.50	1 03	0.90	1.31	0.82	0,86		-	-			((_>()	1
20,80 2 1.08	0.92	21.09	$\begin{array}{c} 21 & 18 \\ 1 & 04 \end{array}$	21.26 1.05	21.57 1.14	21.62 1.09	21.66 1.07	21.83	21.83	21.95 1.06	22.04 1.05	$22.13 \\ 1.01$	22.19	22.29 0.95	22.55 1.02	22.67 0.99	22.44 0.82	22.63 0.94	0,88	0,58	0.81	0.98	0.87	0,90 23,67		0.59								-68
21 46 2 1.16	1.37	21.37 1.06	21.41 0.97	21.57 0.95	$\begin{array}{c} 21.59 \\ 1.02 \end{array}$	21.69 0.94	$21,94 \\ 1,15$	$\begin{array}{c} 21.96\\ 1.12\end{array}$	22.18 1.22	22.15 1_08	$22.11 \\ 0.94$	22.26 0.93	22 42 1.05	22.52	22.58	21.94	22.44	0.85	0.91	23.07	1.16	0,80 23,50	0.65 23.28	1.04	23.83	3.83								
21.52 2 0.98	1.47 0.97	21.54 1.01	$21.75 \\ 1.09$	$\begin{array}{c} 21.65\\0.98\end{array}$	21.61 0.90	21 0 1 66	$\begin{array}{c} 22 & 17 \\ 1 & 09 \end{array}$	$22.24 \\ 1.14$	22.22 1.07	22.16 0.92	22.28 0.87	22.30 0.87	22.41 0.85	22.62 0.90	22.37	22.17	22.66	U 94	0.64	0.78	0.79 23.34	1.10	0.67	23.64	1.02									102
21.88 2 1.05	2.05 1.20	21.88 1.05	22.16 1.20	$\begin{array}{c} 22.40\\ 1.07\end{array}$	22.04 0.98	22.32 1.12	$ \begin{array}{r} 22.12 \\ 0.88 \end{array} $	$\begin{array}{c} 22 & 44 \\ 1.03 \end{array}$	22.47 1.03	22.46 0.95	22.52 0.89	22.38	22.75	22.48	0.68	0.83	22 /0 0.69	1.11	1.26	1.03	0.90	1 14	1.23	1.07	1.01									
22.15 2	2.17 0.97	22.31 1.13	22.14 0.85	$\begin{array}{c} 22.32\\ 1.14 \end{array}$	22.34 1.01	22.35 1.07	22.42 0.97	22.63 1.10	$22.76 \\ 1.14$	22.71 1.06	22.67	22.63	0.87	22.25	22.83	0.86	23.25	0.84	1.04	0.94	0,78	1.0/												-136
22.64 2	2.56	22.53 0.94	22.62 1.06	22.75 1.01	22.70 1.02	22.77	22.77	$22.95 \\ 1.21$	22.95 1.07	22,96	22.82	22.65	22 42 0.72	22.11	122.02	1.11	23.40	0,55	0.75	0,95 23,9														
1.16	3.11	23.07 1.23	22.94	22.85	22.87	22.83	22.66	0.95	22,70 0,82	22.77	0.97	0.87	0.88	99.80	23.8	23.03	0.80	1.07 23.59	0.81 23.82	1.2														-170
0.94 0.95 o	3.00	23.11	22.93	22.87	0.77	0.89	*	22.90 1.03	22.74	1.01	0.99	0.97	1.08	1.02	1.2	0.75		0,89	1.09															
1 18	3.04	23.40	0.97	23.09	23.10	0.70	0.85	22.77 0.91	23.01	0.96	0.52 22 94	0,72	0,65	0.71	0.84		*						l											- 204
1.11	0.93	23.20	0,94	1.02	0.75	1.06	0.77	0.58	0.77	0.82	0.76	23 25	0.73	1 2	1.1								ł											
1.01	0.93	0.95	0.75	0.81	0.78	0.80	0.81	12 12	23.04	0.63	0.63	0.77	0.96																					-238
0.85	0.74.	0.89	0.94	0.68	0.83	0.81	0.87	0.80 23.75	1.08	23 79	1.1												1											
0.88	0.82	0.87	0.94	0.78	0.47	0.71	0.89	0.78	23 40	1,05													1											-272
0.69	1.02			1 09	0.93			20,00	au. 03																									
23.67 2	3.82				1.22																													-306*
0.81	0,85														i																			

КАРТА ? ИЕ ЯРКОСТИ И ЦВЕТА В М 81 ФИЗОЦИЛИРЗИЪ БЦ ЧЛИЗЪР РИСБИЛЬГО И 81-ЛБГГ КАРТА ?

КАРТА З РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЯРКОСТИ И ЦВЕТА В NGC 2976 Ф Ц. Р. S. b. 2, 3

чизтивльезих ы, чльзъв сильныте, NGC 2976-ант

	71.5	60.5	49.5	38.5	27.5	16.5	+5.5	-5.5	16.5	27.5	38.5	49.5	60.5	71, 5	
	1													N	
															\backslash
											*				
												14			\rightarrow
															/
1171 5						23.68	22.80	23.17	23,03						/
110 0						23.17	22.63	22.58	23.00	23.68				E/	/
02.5						2 2.73	22.32	0.09	22. 6	22.53	23.03				
90.0				23.12	22.73	22.06	0.43 21.90	0.42	0.03	22.55	23.34				
82.8				23.42	22.29	0,23 21.76	0.49 21.59	0.79 21.60	0.57	22.46					
71.5				23.21	0.24 22.04	0.56	0.81	0.86	0.65	0.51	22.73	23.03			
00.5			23.27	1.08	0,55	0.65 21.58	0.73	0,81	1.01	0.87	0.13	22.88		23.50	
-49.5			23.68	0.51	0.48 21.71	-40,66 -21,28	0.65 21.44	0.78	0 .75 21.64	0.61	0.36	22.73			
38.5			0,99	0.10 22.01	0.40	0.63	0.78	0,77	0.68	0.81	0.18	23.68			
27.5			23 ()3	0,20	0.33	0,78	0.67	0.78	0.72	0.89	0.30	22.84			
16.5			0.56	0.65	0.45	0.81	0.81	0.83	0,71	0 77	0.13	22.58	23.07		
+5.5		02.70	22.09	0.43	0.61	0.62	0.75	0.79	0,89	0.56	0.24	-22,00			
-5.5		23.72	22.59	0 47	0.65	0.75	0,69	0.68	0,81	0.75	0.21	A2 10			
16.5				0.27	21.90	21.55 0.69	0.73	21.23	21.30	21.63	0.21	20.12			
27.5			22.89	22.02	21.55 0.75	21.22	21 34 0,86	21.35 0.78	21.76 0.81	22.24	23,00				
38,5			23.26	22.21 0.65	21.90 0.49	21.35 0,69	21.34 0.81	21.43 0.61	21.57 0.62	22.10 0.28	23.62				
49.5			22.89 0_34	22.22 0.46	$21.67 \\ 0.42$	21.23 0,80	21.22 0.60	21.62 0.74	21.53 0.28	22.09 0.69	23.55				
60.5				22.74 0.50	21.76 0.65	21.25 0.61	21.47 0.73	21.63 0.41	21.89 0.61	23.03 0.74					
71.5				23_55 0.91	22.20 0.37	21.77 0.94	21.27 0.61	21.70 0.42	21,80 0,33	23,38	23,26				
82.5				23.07 0.44	22.68 0.34	22.18 0.43	21.57 0.54	21.88 0.24	22.86 0.54						
93", 5						23.17	22.50 0.25	22.59 0.05							

ذ

КАРТА 4 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЯРКОСТИ И ЦВЕТА В NGC 3077

IK P S 6 2 4

ՊԱՅԾԱՌՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳՈՒՅՆԻ ԲԱՇԽՈՒՄԸ NGC 3077-ՈՒՄ

	+ 88"	77	66	55	44	33	22	+11	0	-11	22	33	44	55	66	77 "
															r	
6'i			-						*					/	/	
55					23.22 0.96	22.94 0.48		23.00 0.73	23.17				E	-		
44		23.54 0.92	23.27 0.87	23.63 1.26	22.77 0.62	22.51 0.89	22.97	22.94	23.22 1.17							
33		23.22 0.96	23.C0 0.92	22.58 0.83	22,59 0,90	22.30 0.77	22.18 0.96	22.26 0.80	22.10 0.93	22.54 1.16		22.64 0.81				
22	23.41 1.14	22.75 0.60	22.78 0.77	22,29 0.69	22.27 0.99	22.15 1.14	21.74 0.87	$21.50 \\ 0.88$	21.41 0.83	21.74 0.96	22.12 0.82	22.58 0.94	22.82 0.97			
11	23.74	22.74 0.89	22 40	22.13 0.73	21.66 0.84	21.45 0.88	21.00 0.64	$\frac{20.52}{0.58}$	20.18 0.52	20,82 0,65	21.39 0.81	22.69 0.97	22.44 0.90	22.72 0.53		
0		$\frac{23.17}{1.05}$	22.55 0.90	22.12 0.97	21.70 0.88	21.25 0.87	20_54 0.60	19.34 0.46	19.07 0,44	19,96 0,54	21.05 0.74	22.02 0.96	$\begin{array}{c} 22.53\\ 1.14 \end{array}$			
-11				22_03 0,94	21.71	21.23	20.81 0.69	$20.40 \\ 0.55$	20.09 0.49	20.54 0.64	21.36 0.91	21.81 0.94	22.29 0.84	22.66 0.53		
22			22.68 1.00	22.56	21.65 0.75	21.51 0.88	21.40 0,96	21.21 0178	21.31 0.86	21.47 0.92	21.81 0.98	22.03 0.88	22.40 0.92	23.17 0.92		
33	23.42 0.69	23.13 0.73	23.32 1.15	22.49	22.28 0.98	21.95 0.95	21.56 0.93	21.84 0.85	21.86 1.06	$\begin{array}{c} 21.81 \\ 0.94 \end{array}$	$\begin{array}{c} 22.01 \\ 0.94 \end{array}$	22.48 1.03	22.84 0.86	22.68 0.66		23,64 0,99
-4-4	23.74				22.66 1.05	22.29 0.71	$\frac{22.26}{1.03}$	22.01 0.69	22.17 0.92	22.30 0.88	22.48 0.86	22.68 0.55	23.00 0.68	23.00 0.73		
55					23,32) 0,94	22.91 0.36	22,83 0,30	22.75 0.89	22.91 0,50	22.94 0.63	23.22 0.77	23.64 1.05	23.42 0.75	23.54	23.48	
- 66						23.54	23.32 0.65			23.74		23.28	23.42		23.13	23.74
												-				

	2631.5	246.5	229.5	212.5	195.5	178.5	161.5	144.5	127.5	110.5	93.5	76.5	59.5	42.5	25.5	18.5	8.5	25.5	42.5	59.5	76.5	93,5	110.5	127.5	144.5	161.5	178.5	195.5	212.5	229.5	246.5	263".5
																										M						
														93.7					23.7													
7.5 5.5												23 33 0 74	23.49 0.65	23 10	22.84 0.48	23.18 0.56	22,46 0,68	23.02 0.28	23.22	23.10 0.36	23.44 0.68		23,36			ŧ/	1					
9.5							23.7	23.52	23.18	23.07 0.50	23.04 0.58	22.88 0.51	22.72 0.61	22.61 0.69	22,51	22,50 0,82	22.25 0.69	22.37	22 53 0.67	22.68	22.92 0.76	22.95 0.50	23.34 0.73	00.01	00.04	07.40	00.0					
2.5		23.6	23.6	23,18 0,43	22.97 0.52	22.68 0.32	22.79 0.53	23.53	22.68 0.63	22.19 0.69	22.07 0.87	21.91 0.91	21.68 0.82	21.54 0,76	21.62 0.99	21.88	21,59 0,91	21.37	21.47 0.81 20.44	21.15	0.50 20.57	0.86	0.69 21 H	0.76	22.84 0.51 21.73	23.40 0.93 22.03	23.0	93.90				
5.5		23.58	23.10	22.68	0.49	22,30 0.68 21.60	21,75 0.69 01 35	0.65 20.87	21.42 0.72 20.42	0,75	0,80	20,74	0.56	20,15 0,57 10.96	0.72	20.75 0.96 20.17	0.92	0.75	0.72	0.69	0.65	0.72	0.79	0.79	0.60	0.49	0.56	0.56	23.18		23.6	23.7
8.5		23.00	0,47	0.56	0.61	0.82	0,70	0.60	0.66	0,70	0.81	1.04	0.83	0.89	0.97	1,06	1.21	1.15	1.02	0,89	0,84	0.85	0.64	0.60	0.73	0.59	0.63	0.60	0.70	23.12	23.02	
8.5		20.40	0.60	0.71	0.69	0.81	0.95	0.76	0.89	0.95	1.02	1.01	1.08	1.14 D1 en	1,19	1.19	1.22	1.19	1.23	1.07	1.08	1.12	0.98	0.74	0.71	0.61	0.58	0.67	0.45	0.31	0.47	
5.5				23.0		0.79	0,69	0.67	0.69	1.14	0.97	0.92	1.07	1.19	1.07	0,99	0,95	0,90	0.95	0.88	0.94	1.04	0.98	0.95	0.76	0.60	0.43	0.41	0.35	0.48	0.41	
2.5								0.73	23.04	0.62	0.83	0.82	22.57	1.26	1,03	0.75	0,82	0.64	0.82	0.60	0,75	0.56	0.65	0.67	0.51	0,60	0.32	0.50	0,68	20,44		
9.5				*						23.7	23.28 0.48	23.30	23.04	$22.79 \\ -0.66$	22.50	22.33 0.74	22.36 0.66	0.59	0.62	0,68	0 41	0.76		*	r							
6.5													23.7	23.18 0.37	$22.98 \\ -0.31$	22.77 0.42	23_04 0.54	22,84 0,27	23,14 0,46	23.16 0,4 3	23.6	23,6		1								
1″ ,5														23.54	23,34	23.6	23.7	23.7	23,70	23.7								*				

ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ՄԱՆՐԱԿՐԿԻՏ ԳՈՒՆԱՉԱՓՈՒԹՑՈՒՆ

17

исключается из-за больших галактических широт рассматриваемых галактик.

В пользу возможности покраснения из-за поглощения говорит присутствие в указанных выше галактиках М 82, NGC 5195 и 205 значительных масс темных туманностей. Следует однако отметить, что при справедливости этого допущения указанные галактики тем не менее не могут представлять собою обычные галактики типа А, так как нет признаков, свидетельствующих о наличии в них заметного количества горячих гигантов и О-ассоциаций, которыми обычно очень богаты галактики типа А.

Если бы галактики М 82, NGC 5195 и 205 содержали бы О-ассоциации, то предполагаемое поглощение (вызывающее покраснение их излучения) не смогло бы полностью вуалировать их.

Поэтому излучение этих галактик в основном обусловливается либо населением второго типа, а возникновению водородных линий в их спектрах способствуют какие-то нам неизвестные особые условия, либо звездами поздних подтипов В и типа А, погруженных в массу темной материи, вызывающей покраснение их суммарного излучения.

0

っとと

l

I H

Только специальное исследование позволит выяснить, какая из этих двух возможностей соответствует истине.

Բ. Ե. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Է. ՅԱ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ս. Ն. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

NGC 2976, 3031 (M 81), 3034 (M 82) bч, 3077 ኑԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ՄԱՆՐԱԿՐԿԻՏ ԳՈՒՆԱՉԱՓՈՒԹՅՈՒՆ

Ամփոփում

Լուսանկարչական մեխոդով կատարված երկդույն դիտուքներ րից ստացված արդյունջների հիման վրա կաղմվել են NGC 2976, 3031, 3034 և 30?7 դալակտիկաների պալծառունյունների ու գույների բաշխման քարտեղները։ Այս քարտեղների միջոցով բացահայտվել են այդ գալակտիկաների պայծառունյունների ու գույների բաշխման մեջ եղած առանձնահատկունյունները։ 2-276 P. 5. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Է. ՅԱ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ս. Ն. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

18

Հետազոտունվունը ցույց է տալիս, որ տարբեր տիպերի պատկանող NGC 3031, 3034 և 2976 դալակտիկաները զգալիորեն կապտում են, իսկ NGC 3077 անկանոն գալակտիկան, ընդհակառակը, կարմրում է, երբ նրանց կենտրոններից տեղաշարժվում ենը դեպի եզրերը։

Գույնի նման փոփոխությունները, որոնը պայմանավորված չեն կլանող նյութի ազդեցությամբ, կարելի է բացատրել միայն դալակտիկաների աստղային բնակչության կազմի փոփոխությամբ ԱՀա թե ինչու գույնի վերոհիշլալ փոփոխությունները NGC 2976, 3031, 3034 և 3077 գալակտիկաներում հնարավորություն է տալիս որոշ պատկերացում կազմելու նրանց աստղային բնակչության կազմի մասին։

Այսպես օրինակ, հլննլով NGC 3031 գալակտիկայի համար ստացված արդյունջներից, կարելի է պնդել, որ նրա լուսատվու-Թյունը, հիքնականում, պալմանավորում հն կարմիր և դեղին աստղերը։ Դեղին աստղերի հարաբերական դերն այս գալակտիկայի ինտեգրալ լուսատվության մեջ աստիճանաբար մեծանամ է նրա կենտրոնից դեպի եղը հեռանալու դեպջում։

NGC 3031-ն, անշուշտ, պարունակում է և զգալի քանակու-Թյամբ սպիտակ, նույնիսկ և ավնլի ջնրմ աստղնը, սակայն սրանց պարցիալ լուսատվությունն այս դուլակտիկալում շատ փոքր է։

Միանգամայն այլ տոտղային կառուցվածը ունի անկանոն NGC 3077 գալակտիկան։ Սրա կենտրոնական մասում ղգալի դեր են խաղում սպիտակ աստղերը, իսկ կենտրոնից դեպի եզրերը հեռանալիս աճում է կարմիր տոտղերի պարցիալ լուսատվությունը։

NGC 3034 գալակտիկան ներկալացնում է առանձնահատուկ հետաջրջրունկուն շնորհիվ այն րանի, որ չկա համապատասիսանունվուն նրա ինտեդրալ գույնի և սպեկտրի միջև։ Ստացված արդյունջները լիովին չեն րացատրում ալս անհամապատասիսանանվունը, սակալն հիմջ են տալիս հայտնելու այն կարժիջը, որ նա շատ հարուստ է սպիտակ աստղերով, իսկ նրա կարմիր գույնը հետեսնջ է կլանման ազդեցունվան։

Դիտունները ցալց են տալիս, որ NGC 3031 դալակտիկալում պալծառունքլուններն ու գուլները բաշխված են ոչ սիմետրիկ ձևով նրա մեծ և փոքր առանցջների նկատմամբ։ Ասիմտերիալի հետազոտունքլունը բերում է այն եզրակացունքլան, որ ալս դալտկտիկան տեսագծի նկատմամբ (ժեթված է ալնպես, որ մեղ տվելի մոտ է նրա արևելլան կեսը։

THE DETAILED COLORIMETRY OF GALAXIES

B. E. MARKARIAN, E. Y. HOVHANNISIAN, S. N. ARAKELIAN

THE DETAILED COLORIMETRY OF GALAXIES NGC 2976, 3031 (M 81), 3034 (M 82) AND 3077

Summary

The charts of brightness and color distributions of galaxies NGC 2976, 3031, 3034 and 3077 have been composed on the basis of results obtained from two color photometry. The pecultarities of brightness and color distributions of these galaxies are exposed by means of these charts.

The investigation shows that the color of the galaxies NGC 3031, 3034 and 2976 belonging to different types, becomes considerably bluer and the irregular galaxy NGC 3077, on the contrary, becomes redder when moving from their centres to the border. Such changes of colors which are not expected to be caused by the absorbing matter can be explained only by the change of the composition of the stellar population of galaxies. That is why the above-mentioned changes of color of the galaxies NGC 2976, 3031, 3034, 3077 give us possibility to form an idea of the composition of their stellar population. For instance, according to the obtained results it may be concluded that the integral brightness of the galaxy NGC 3031 is mainly due to the red and yellow stars.

The relative role of the yellow stars in the integral brightness of this galaxy gradually increases when moving from its centre to the border. The galaxy NGC 3031 is certain to include a sufficient quantity of white stars but, however, their partial brightness in this galaxy is probably small.

The irregular galaxy NGC 3077 has quite another stellar structure.

White stars have significant role in its central part but the partial brightness of red stars increases from centre to the border. The galaxy NGC 3034 is of particular interest because of the discrepancy between its integral color and spectrum. The obtained results don't furnish possibility to explain this discrepancy but however they can provide us some grounds

20 B. E. MARKARIAN, E. Y. HOVHANNISIAN, S. N. ARAKELIAN

to assume that it is rich in white stars and its red color is probably the effect of absorption.

Observations show that the brightness and color in the galaxy NGC 3031 are distributed asymmetrically with respect to the large and small axes.

The investigation of the asymmetry leads to conclusion that this galaxy is inclined to the line of sight so that half of its eastern part is nearer to us.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, Известия АН АрмССР, серия физ.-мат. наук, 11, 9, 1958.

2. Б. Е. Маркарян. Сообщення Бюраканской обсерватории, 25, 15, 1958.

3. E Pettit, Ap. J., 120, 413, 1954.

4. E. Holmberg, Medd. Lund. Obser., Ser. II, 136, 1958.

5. Б. Е. Маркарян, Сообщения Бюраканской обсерватории, 24, 3, 1958.

6. Б. Е. Маркарян, Сообщения Бюраканской обсерваторин, 28, 51, 1960.

7. M. L. Humason, N. U. Mayall and A. R. Sandage, A. J. 61, 97, 1956. 8. W. W. Morgan, P. A. S. P., 70, 364, 1958.

А. Т. Каллоглян

ДВУХЦВЕТНАЯ АБСОЛЮТНАЯ ФОТОМЕТРИЯ NGC 7331

Галактика NGC 7331, типа Sb, подвергалась неоднократному изучению с целью установления истинного расположения плоскости симметрии в пространстве. Трехцветная относительная фотометрия проделана Линдбладом [1]. На основании кривых асимметрии и некоторых других особенностей галактики он пришел к выводу о раскручивании спиральных рукавов, в полном соответствии со своей теорией о происхождении спиральной структуры галактик. При этом предполагалось, что поглощающая материя, хотя и может иметь сильную концентрацию к экваториальной плоскости, в центральных областях спирали имеет сферив случае ческое распределение. Однако впоследствии, М 31, Линдблад [2] отказался от такой схемы распределения темной материн, считая, что последняя сконцентрирована в основном во внутренних (вогнутых) сторонах спиральных рукавов и обладает той же z-координатой, что и яркая материя в них. Полученная Эльвиус [3] "отряцательная" поляризация в яркой половине галактики вблизи ядра объяснялась рассеянием света поглощающими частицами и привела автора опять-таки к выводу о раскручивании спиральных рукавов.

Результаты относительной трехцветной фотометрии NGC 7331 недавно были опубликованы также Янсеном [4].

Вокулёр [5] на основании некоторых структурных особенностей NGC 7331 пришел к выводу о закручивании спиральных рукавов галактики. Однако, по единодушному мнению ряда исследователей, вопрос о направлении вращения спиральных рукавов до сих пор остается неопределенным. По этой причине необходимо накопление более детальных и многосторонних наблюдательных данных в этом направлении. В частности, данные об асимметрии галактики в далеких от малой оси областях могли бы быть полезными в понимании истинной картины в подобных объектах. В настоящей работе получены эти данные относительно NGC 7331 путем сплошной абсолютной фотометрии в двух цветах.

§ 1. МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

Наблюдения в основном производились летом 1957 г. на 21—21" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории. Наблюдения велись методом двухэтажной кассеты Маркова и Сытинской [6] в фотографических и фотовизуальных лучах. В фотографических лучах снимки получались без фильтря на пластинках "Кодак Оа О", а в фотовизуальных лучах — на пластинках "Кодак Оа-Е" в комбинации со светофильтром GG-11. Данные об измеренных негативах приведены в табл. 1.

F - C -

			ruonnua r
Дата	Фильтр	Экспознция	Сорт пластинки
27/7 1957	-	45m	Кодак Оа-О
27/7 1957	-	15	
27/7 1957	-	5	
6/9 1958	GG-11	120	Кодак Оа-Е
26/7 1957	GG-11	90	
26/7 1957	GG-11	45	
27/7 1957	GG-11	15	
		1	

Для определения звездных величин звезд сравнения, находящихся на внефокальных снимках двухэтажной кассеты, в фокусе телескопа были сделаны дополнительные снимки с привязкой к звездам Северного полярного ряда. В обоих цветах было получено по пять пар снимков. Измерение пластинок производилось на микрофотометре Цейсса. Средняя квадратическая ошибка одного определения звездных величин звезд сравнения оказалась пооядка — 0.^m05.

Изображение NGC 7331 было измерено сплошным образом так, чтобы соседние площадки располагались вплотную друг к другу по большой и малой осям галактики. Для этой цели были применены квядратные диафрагмы. вырезавшие на пластинках области со сторонами 11.4 и 17.1 соответственно.

При измерениях были предприняты все меры предосторожности для одинаковой и точной установки всех пластинок галактики на столике микрофотометра. Результаты измерений одних и тех же областей в одних и тех же цветах, но на разных пластинках показали хорошее согласие. Средняя квадратическая ошибка одного определения поверхностных яркостей оказалась порядка ±0^m06, а показателей цвета—порядка + 0^m08.

Связь нашей цветовой системы с международной была установлена с помощью звезд Северного полярного ряда. Переход от показателей цвета в нашей системе к международной можно осуществить с помощью следующего уравнения:

 $Cl_{int} = 0.826 (Cl + 0.017).$

§ 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

На картах 1 и 2 приведено распределение поверхностной яркости и цвета в NGC 7331 по измерениям с двумя упомянутыми диафрагмами. В фотографических лучах всего измерено 440 и 190 площадок соответственно. Показатели цвета измерялись в 300 и 70 площадках.

При рассмотрении карт распределения бросается в глаза весьма красный цвет галактики в целом. Показатель цвета в центральных частях доходит до значения 1^т з в международной цветовой системе. Только в редких случаях показатель цвета в ветвях становится меньше 0^т 5. Даже цвет некоторых сгущений, измеренных круглой диафрагмой (табл. 2), является необычайно красным для сгущений в ветвях галактик тила Sb. Самое голубое из них обладает показателем цвета $+ 0^m$ 6 в международной системе. Все сгущения находятся на западной части галактики. Знак "плюс" в табл. 2 означает к северу от ядра, а знак "минус" к югу.

Учет поглощения света в нашей галактике может несколько уменьшить полученное значение показателя цвета.

		Tað	5лица 2
_ <u>x</u>	y	mpg	Clint
-17.1	25, 1	16 ^{,m} 38	+ 0 ^{:m} 69
67.3	17.1	16.43	0.74
+53.6	21.7	16.58	0.87
+28.6	25.1	16.73	0.72
			1

Для оценки этой поправки мы пользовались избытками цвета звезд в списке Стеббинса, Хаффера и Уитфорда [7]. Галактическое поглощение в области, находящейся на расстоянии около 2 от NGC 7331, оказалось незна-

чительным. Среднее значение избытков цвета пяти звезд в этой области равняется +0.^m04. Звездные подсчеты, проделанные нами на картах Паломарского атласа, в этой области и в области NGC 7331 показали, что поглощение по этим двум направлениям почти одинаково. Таким образом, влияние галактического поглощения на показатель цвета NGC 7331 не превосходит 0.^m1. Следовательно, большое значение показателя цвета NGC 7331 является особенностью самой галактики.

На рис. 1 и 2 приведено распределение поверхностной яркости и цвета по большой и малой осям галактики. Распределение цвета по обеим осям указывает на "посинение" галактики при удалении от центра. По большой оси показатель цвета уменьшается медленно и почти симметрично относительно ядра. В центральных частях, на протяжении около одной минуты, цвет остается почти постоянным, одинаковым с цветом ядра. В периферийных частях показатель цвета дохолит до значения + 0^m.6.

Яркость вдоль большой оси падает довольно симметрично по обе стороны от ядра. В противоположность этому

y ×	+273, 6	I	239 1		205.2		171.0		136.8		102.6		68.4		+34.5	2	0		-34.2	2	68,4		102.6	1	136.8		171.0		- 205, 2	2
+68* -													24.2	23,96	23.84	23.76	23,60	23.64	23.78	24.12	24.2									
51.3-				24.03	23.61	24.03	-	24.2	24.2	23.98	-	23.84	11	-	-	23.75	24.04	23,60	23.88	23.94	23.80	23.88	24_2							
34.2-		23.88	23.20	23.88	23.54	23.82	24.04	23,80	23.48	22.56 0.64	22.84 0.72	23.85 0.90	22.44	22.20 0.55	22.38 0,86	22.03 0.78	22.27 0.97	22.40 0.86	22.76 1.12	23.06	23.42	23.76	23,88	24.0	23.96	24.12				
+17.1-	23.72	24.2	23 80	23,06	23.44	23.38	23.42	23.25	23.00 0.88	23.02	23.22	22.33 0.87	21.95 0.73	22_10 0.97	-	21.81 1.25	21.70	21.97 1.25	22.06 1.12	21.90 0.80	22.18 0.86	22.32 0.87	22.95 1.03	23,18 1,00	23.64	24.12	23.74			
0-	23.98	23.74	24.2	23,84	23.24	23,42	23.36	23.32	22.88 0.66	22.89 0.89	23_00 0_92	22_40 0,92	22.06	21.51	20.76 1.35	19.80 1.34	19,30 1,34	$\frac{20,20}{1,32}$	$21.16 \\ 1.30$	21.66 1.02	21.87 0.88	1.1	22.48 0.87	22.61 0.73	23.14 1.02	23.58	23.76	23.12		
-17.1-	24,00	23.62	23.81	23.70	23.96	23.60	23.52	23,60	23.57	23.14	$\begin{array}{c} 22.83 \\ 0.91 \end{array}$	$22.70 \\ 1.00$	-	21.98 0.94	21.63 0.99	21.31 1.11	$\begin{array}{c} 21.23\\ 1.10\end{array}$	21.43 0.96	21.67 0,90	22.03 0.85	22.35 0.91	$22.50 \\ 1.00$	$\begin{array}{c} 22.84 \\ 1.14 \end{array}$	22.94 0,98	22.96 0.88	23.60	23.71	23.84	24 12	23.74
34.2-					24.14	23.50	23.72	23.50	23.72	23.54	23_18	23.04	22,70 0.82	22.47 0.86	22.20 0.77	22.01 0.71	22.05 0.81	22.15 0.75	22.45 0.93	22.47 0.86	22.63 0.71	$22.98 \\ 0.86$	23_32	23.32	22.95	23.36	23.94	24.14	24.14	24.2
- 51] 3										24,08	23.82	23.75	23.42	23.10	23.04 0.82	22.64 0.86	22.56 0.82	22.69 0.81	$\begin{array}{c} 22.53 \\ 0.41 \end{array}$	22.63	22 69	23.28	23.28	23_06	23.32	23.68	23,80	24.00		

Карта 2. Распределение яркости и ивета по галактике NGC 7331 (с диафрагмой со стороной 17°1) Фирмба 2. Пијдиплијјица и ангри система NGC 7331-лид (17°1 јалд наварац прифрицајија)

h ---

~		210_9	1	188.1	1	165.3	1	42.5		119.7		96.9		74.1		51.3		28.5		+5.7	-5.7	1	28.5		51.3		74.1		96.9		119.7	i	42.5	10	5.3	1	88.1		210.9	2	238.7	250	3.5	279"	.3
79: 8							1							1	24 02			24.02	23.96	23.80	23.96	23.80	24.02												T										
58.4 -					23.88	- 2	23.96	-	-	23.44	23,64 2 0,94	23,36	23.44	23.53 0.57	-			23.19 0,87	23.29 0,88	23.29 1.00	23.32 1.03	23.45 0,95	23 48 1.11	23.56 1.15	23.48 0.96	23.76 0.98	21.04	24.04															ļ		
57.0-				23,80	23.72	23,90 2 1.12	23.52 2	23.26 2 0.80	23.44 0.66	22.90 0.57	23.14 0.77	23,30 0,88	23.21 0.79	22.90 0.40	22.58 0,42	22.84 0.62	22.56 0.53	22.84 0.91	22.80 0.84	22.76 0.86	$\begin{array}{c} 22.76\\0.78\end{array}$	22.68 0.56	23.15	23.15 0.93	23.02 0.76	23.35 0.69	23,52 1,23	23.76 1.14	23.90	23,90															
45.6-	23 96	23,88	24.14	23.06	23.88	23.81 2 0.97	23.45 2 0.83	23.12 2 0.90	23.08 0.79	23.32 0.86	23.40 0.84	23,32 0,96	23.19 0.83	22.72 0.65	22.64 0.54	22.82 0.67	22.60 0.64	22.56 0,78	22.31 0.56	22.26 0.74	22.29 0,76	22.40 0.77	22.56 0.66	22.72 0.77	22.92 0.84	23.00 0.83	23,08 0,96	23.12 0.82	23.24 0.54	23.36 0.80	23.40 0.78	23.58 2.80	3.68 2	3.53 23	.84										
34.2 -	24.12	_		24.12	23.88	23.44 2	23.14 2 0.52	23.06 2 0.60	22.90 0.64	23,30	23.22 0.52	23.16 1.03	22,80 0,71	22.41 0.48	22.34 0.79	22.38 0.87	22.34 0.89	22.11 0,86	22.04 0.86	21.94 11.88	21.82 0.80	21.76 0,65	22.16 0,95	22.32 0.89	22,38 0,78	22.64 0.84	22,94 0,79	22.98 0.86	23,18 0.81	23.26 0,93	23,44 2	3.68 2 1.26	3.76 2 1.02	3,48 23),86 0	.36 23 .50 0	.40 2: .90	2.94 2	3.40	- 2	4.12					
22.8	23.72	24.26	23.68	23.95	23.95	23.62 0.84	23.44 2 0.82	23.02 0.72	22.80 0.68	23.10 0.88	22.90 0,84	22.63 0.80	22.58 1.00	22.42 0.83	22.34 0.89	22.10 0.95	21.83 0.90	21 53 0 85	21 10 0.86	$\begin{array}{c} 21.34 \\ 0.99 \end{array}$	$\begin{array}{c} 21.18\\0.83\end{array}$	21.44 0.90	21.62 0.91	22.06 1.05	22.16 0.93	21.72 0.72	22.48	22.68 0.92	22.80 0.66	23.08 1.05	23.22 2 1.10	3.44 2 1.03	3.68 2 1.42	3.48 23).98 0	44 23 82 1	62 23 .00	3.72	- 2	3.80 2	3.44	23,80 2	23.40 23	.80 23.8	8	
11.4-	24 20	-	23.66	24.00	23.75 0.89	23.56 0.78	23.56 2 0.78	22.92 2 0.80	22.78 0.63	22.62 0.58	22.73	22.44 0.93	22.18 0,84	22.04 0.84	21.82 0.93	21.46 0.89	21.28 1.03	20,66 1,05	20.56 1.35	20.20 1.24	20.04	20.52 1.32	20.76 1.20	21.28 1.12	21.64 1.02	21.97 1.13	22 56 1.10	22.78 1_08	23.02 0.92	22.78 0.69	22.88 2 0.66	2.78 2 0.86	3,40 2 0,94	3.40 23 0.90 0	42 23 80 0	.25 2: .79	3,56 2 1,06	3.56 1,08	3,80	-	24_20	23.70 23	.16 23.6	io -	
0 -	23_88	24.36	24.20	24.36	23.66	23.76 2	23.30 2 0.74	23.10 2 0.94	22.88 0,80	22.64 0.80	22.32 0.74	22.15 0.91	22,20 0,95	21.96 0.97	21.88 1.08	21.64 1.14	21.30 1.19	20.62 1.47	19.96 1.45	19.04 1.46	19.08 1.16	20.16 1.56	20,76	21.24 1.25	21.72 1.10	22.02 1.12	22 48 1 15	22.44 1.04	22.92 0.96	23.08 (: 1.03	23,02 2 0,94	3.02 2 0.88	3.16 2 0.88	3.20 23 0.88 0	16 23 87 1	3.25 23 .05	3,34 2 1,08	3.02 0.69	23,20 ¹ 2 0,78	23.48	23.92	23.50 23	.76 23.9	3 24.00	
11.4	24.36	24.36		24.36	23.60	23.80 2	23.88 2	23.42 2 0.86	23.13 0.77	22.93 0.76	22.84 0.88	22.32 0.62	22.36 0.89	22.36 0.92	22.18 0.99	22 02 1.06	22.02 1.20	21.92 1.26	21.84 1.33	21.50 1.31	21.60 1.37	21.60 1.17	22.08 1.29	21.96 1.15	22.40 1.10	22.20 0.95	22.26 1.00	22.26 0.82	23,08 1,16	23.24 0.92	22.82 2 0.79	2.96 2 0,93	3.24 2 1.04	3.16 23 0.94 0	20 23 87 0	3.24 - 23 0.91 - 0	3,34 2 0,72	3.48	- 2	23.12	23,50 2	24 12 23	.88 23.3	4 24.00	24.20
22.8—				24.02	23.72	23.62	24 12 2	23.88 1.32	23.68 1.06	23 62 0.86	23.56 1.20	23,30 1,08	23.10 0.98	22.55 0.80	22.39 0.87	21.90 0.76	22.32 1.02	22.00 0.78	22.28	$\begin{array}{c} 22.48\\ 1.14 \end{array}$	$\begin{array}{c} 22.34\\ 1.11\end{array}$	21.66 0.74	22.06 0.92	22.20 0.85	22.16 0.81	22.03 0,75	22.68 0.91	22 80 0.72	22,98 0,98	22.68 0.63	22.34 2 0.54	2.90 2 0.87	3.16 2 0.74	3.52 23 1.16 U	.52 23 90 1	3 72 23 1.30 0	3.56 2 0.88	3.68 0.92	23.62 2 1 06	2.94	23.44 2	23.68 24	.02		
34.2-						2	23.88	23.76 2	24.12 1.26	23,96	$23.76 \\ 1.14$	24.04 1.36	23.62 1.16	23.58 1.12	23.36 1.00	23.64 1.32	23.28 1,06	23.08 0,88	22.82 0,88	22.40 1.00	22.20 0.72	22.32 0.76	22.92 1.00	22.44 0.58	-	22.40 0.62	22.82 0.65	22.96 0.79	23,04 0,86	23.00 0.88	23.04 0.58	3.76 2 1.14	3.68 2	3.96 23 1.40 1	.96 23 .00 1	8 96 23 1.20	3.50 2	3.28 2	3.63 2	4.04					
45.6										24.12	24.26	23.68	23.72	23.56 0.94	23.88 1.12	23.96 1.20	23,96 1,34	$23.56 \\ 1.30$	23.62 1.06	23.76 1.44	$\begin{array}{c} 23.72 \\ 1.26 \end{array}$	23.48	-	23.48	_	23.40	23.68	23.88	23.18	23.62	23 80 2	3,96 2	4.02 2	4.02	- 24	12 23 	3.44 2	3.36 2	3.76 2	3.76	2	23.88 24	.12	23.96	
57.0-													24 12	23.88	23.56	23 72	23.76	23.36 0.8 0	23.26	23.68	23.52 —	$\begin{array}{c} 23,96\\ 1,34 \end{array}$		23.96 1.10	23.96 1.00	23,96 1,10	23.80	-	24.26	23,88	- 2	4.26													
68.4-															24.04	24 04	23.68 0.72	23.64 0.68	23.58 0.72	$23.72 \\ 0.96$	23.52	23,58 0,96	23.64 1.02	23.58 1.08																					
79' 8 -																23.96		-	23.64	23,90	24.04	23,96	21 01																						

Карта I. Распроделение яркости и пвета в NGC 7331 (с диафратмой со стороной 11*.4) Фирмац I. Физдинанизации и далубо разушания NGC 7331-ани (11'.4 4ади альбара - двафриядицая)

АБСОЛЮТНАЯ ФОТОМЕТРИЯ NGC 7331

замечается определенная асимметрия в распределении яркости по малой оси. Восточная половина галактики систематически ярче западной почти на одну звездную величину-



Рис. 1. Распределение яркости и цвета по большой оси NGC 7331.

9. 1. 9wjównne Bjud k gasjup puzfoned p NGC 7331 գալակտիկայի մեծ առանցքով։

			I A U A M H A U
Автор	m _{pg}	Clint	Размеры
Холмберг [8]	10 ^m 27	+0 ^m 71	7. 0×13. 5
Петтит (9)	10.56 12.58 13.51	$0.91 \\ 1.15 \\ 1.18$	$ \begin{array}{c c} 4.1 \times 8.6 \\ 0.4 \\ 0.2 \end{array} $
Каллоглян	10.72 10.82	0.95	2.8×8.5 2.5×6.5

В соответствии с этим, показатель цвета восточной части систематически меньше показателя цвета западной.



Рис. 2. Распределение яркости и цвета по малой оси NGC 7331. 9. 2. 9. удинатерий и полов подателя NGC 7331 половпорация и подателя и половителя и половителя порация и половителя порация и половителя и порация и половителя На основании карты 1, путем фотометрического сложения всех областей, были определены интегральная звездная величина и показатель цвета галактики. Эти данные в межлународной цветовой системе, вместе с соответствующими данными других авторов, приведены в табл. 3. Данные таблицы полтверждают сделянный выше вывод о "посинении" галактики при удалении от центра.

Сопоставление данных, полученных Петтитом с разными диафрагмами, показывает, что "посинение" галактики в близких к ядру частях происходит довольно медленно; это .тот же

результат, который был получен при рассмотрении рис. 1.

§ 3. НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ СПИРАЛЬНЫХ РУКАВОВ NGC 7331

На основании карты 1 в двух цветах были построены кривые распределения яркости 22 разрезов параллельно малой оси. Главная ось, разделяющая две половины галактики, была проведена по возможности точно по точкам максимальных яркостей в центральном теле. Асимметрия определялась разностью яркостей в темной и яркой половинах данного разреза, выраженной в звездных величинах. Проделанные таким образом вычисления показали, что во многих разрезах асимметрия в фотографических лучах меньше, чем в фотовизуальных. В табл. 4 приводится асимметрия лишь всей галактики в двух цветах.

По данным таблицы, более яркая половина галактики является более красной. Простые соображения показывают, что такой парадоксальный результат является следствием влияния спиральных рукавов. Действительно, при распределении поглощающей материи в тонком слое вокруг плоскости симметрии галактики относительное влияние яркостей участков спиральных рукавов, находящихся вне темной материи, должно быть сильным на яркости более слабой части галактики, чем на более яркой. По причине голубого цвета спиральных рукавов эта разница будет намного больше в фотографических, чем в фотовизуальных лучах.

	Таблица 4				
асть галактики	m _{pg}	m _{pv}	Clint		
Восточная	11.753	10 ^m 68	+ 0 ^m 85		
Западная	12.13	11.38	0.75		

Таким образом, для точного определения асимметрии галактики необходимо исключить яркости спиральных рукавов. Это было произведено с помощью кривых распределения яркости вышеупомянутых разрезов. Возрастание яркости к краю галактики в каждом разрезе приписывалось наличию спиральных рукавов. После вычитания яркости последних были получены плавные кривые, напоминающие кривые нормальных ошибок. Такое распределение в первом приближении кажется близким к истине.

Однако проведение этих кривых, особенно во внешних областях галактики, связано с большими трудностями и в некоторых разрезах становится даже невозможным. Негочное вычитание яркости спиральных рукавов может исказить действительную картину. Дело в том, что из-за убывания яркости вдоль спиральных рукавов более яркие их части на одной стороне от малой оси будут преобладать в яркой половине галактики, а на другой стороне — в темной ее половине. Вне центрального тела, где начинается разветвление спиральных рукавов, неполное вычитание яркости последних приведет к значительным различиям между асимметриями соответствующих разрезов по обе стороны от малой оси. Поэтому, для составления более точной картины, необходимо брать среднее значение асимметрии в двух симметрично расположенных относительно малой оси разpe38X.

Вычисленные таким образом значения асимметрии приведены в табл. 5.

В первом столбце таблицы дается расстояние от центра в минутах дуги: второй и третий столбцы содержат значения асимметрии в фотографических и фотовизуальных лучах, выраженные в звезд-

r	Apg	Apv	Apg(B %/0)	A _{pv} (B ⁰ / ₀)		
0.1	1.738	112	35	29		
0.3	1.16	1.02	35	28		
0.48	1.08	0.90	30	26		
0.67	0.80	0.62	27	24		
0.85	0.76	0.54	20	16		
1.05	0.33	0.40	23	19		
1.2	0.50	0.40	16	14		
1.4	0.33	0.42	16	17		
1.6	0.41	0.31	16	14		
1.8	0.38	0.56	16	14		
2.0	0.32	0.50	18	18		
_			1			

Таблица 5

ных величинах; в последних двух столбцах приведены те же величины, выраженные в процентах от удвоенной яркости яркой половины данного разреза.

Данные табл. 5 приводят к следующим выводам:

1. Во многих разрезах асимметрия в фотографических лучах больше, чем в фотовизуальных. В некоторых разрезах наблюдается обратная картина, что мо-

жет быть только следствием неточного вычитания яркости спиральных рукавов.

2. Во всех разрезах существует значительное поглощение света. Среднее значение для всех разрезов составляет около 23°/, в фотографических лучах или, выражая в звездных величинах, 0 85. Это на 0 25 больше, чем значение той же величины в табл. 4. Такое высокое значение асимметрии может объяснить весьма красный цвет NGC 7331.

3. Асимметрия около ядра превосходит асимметрию на больших расстояниях от него. Но, начиная с расстояния около 0.8 от центра, асимметрия остается постоянной, оставаясь все же большой.

Относительно большое значение асимметрии в центральном теле, по-видимому, объясняется полным сглаживанием влияния спиральных рукавов около ядра в темной.

части галактики. Это, в частности. подтверждается измерениями Линдблада [1]. Однако схему распределения темной материи по Линдбладу трудно совместить с полученными выше результатами. По его предположению, как было отмечено выше, темная материя имеет сферическое распределение в центральной части галактики и асимметрия обусловлена только наличнем спиральных рукавов. При такой схеме совершенно непонятно возрастание асимметрии при вычитании яркости спиральных рукавов и большое значение асимметрии на далеких от малой оси расстояниях. Между тем, оба наблюдаемых факта легко объясняются в рамках схемы распределения темной материи в тонком слое вокруг плоскости симметрии галактики. К такому же выводу пришел Холмберг [10] из полученных им аналогичных результатов относительно NGC 3623. Асимметрия этой галактики от значения 7°/0 при наличии спиральных рукавов возрастает до 14% при исключении их яркости и сохраняет высокое значение на больших расстояниях от малой осн.

Предложенная Линдбладом схема распрелеления темной материи в работе [2], по основательным исследованиям де Вокулёра [5], не в состоянии объяснить наблюдательные факты, касающиеся NGC 7331. Особого внимания заслуживает исчезновение круговых изофот центрального тела в темной половине галактики. Эта особенность объяснима только при предположении, что темная половина NGC 7331 находится ближе к нам. Помимо этого, на крупномасштабных снимках явно замечается накопление поглощающей материи во внешних, выпуклых частях спиральных рукавов. Это опять-таки приводит к сделанному выводу о расположении плоскости симметрии NGC 7331 в пространстве.

Что касается "отрицательной" поляризации света, обнаруженной Эльвиус [3] в яркой половине NGC 7331 и интерпретируемой ею рассеянием света на пылинках поглощающей материи в спиральных рукавах, то дело здесь обстоит довольно неопределенно: во-первых, наблюдениями охвачена очень небольшая область вокруг ядра галактики, во-вторых, средняя степень поляризации в этой области
составляет не более 2 %, т. е. находится в пределах ошибок фотографического метода.

С другой стороны, нетрудно убедиться, что рассеянием света трудно объяснить асимметрию в далеких от малой оси областях галактики. Действительно, интенсивность ядра, являющегося источником рассеянного света, убывает быстрее, чем $1/r^2$ с удалением от центра. Помимо этого, индикатриса рассеяния, в далеких от малой оси областях, даже в близкой к нам стороне галактики не направлена прямо к наблюдателю. Эти два фактора должны привести к быстрому убыванию интенсивности рассеянного света, а вместе с тем, к быстрому убыванию асимметрии галактики. Однако это противоречит вышеполученным наблюдательным данным.

Допускать, что в центральной части галактики распределение яркости определяется рассеянием света, а в далеких от малой оси областях каким-то другим механизмом (например, поглощением), значит искусственно осложнять объяснение каблюдаемой картины.

Наконец, остановимся на следующем обстоятельстве. Согласно Эльвиус [11], в тех галактиках, угол наклона которых к лучу зрения является малым, асимметрия объясняется поглощением света и темная половина таких гадактик должна располагаться ближе к нам. С увеличением угла наклона интенсивность рассеянного света превосходит поглощение и темная половина таких галактик должна находиться дальше от наблюдателя. Таким образом, разные причины, действующие в противоположном направлении. приводят к одному и тому же явлению - асимметрии галактик. Если с увеличением угла наклона интенсивностьрассеянного света начинает играть все большую и большую роль и, наконец, превосходит поглощение, то само собой напрашивается мысль, что при некотором промежуточном значении угла наклона эффекты, производимые поглощением и рассеянием, должны равняться друг другу и асимметрия галактики в центральных ее частях должна исчезнуть. Однако, насколько нам известно, ни одна такая спиральная галактика до сих пор не наблюдалась. С другой.

АБСОЛЮТНАЯ ФОТОМЕТРИЯ NGC 7331

стороны, согласно Эльвиус, причиной асимметрии цвета галактик, видимых под определенным углом, является голубой цвет рассеянного света. В таких условиях мы должны были наблюдать следующую картину: при малых углах наклона асимметрия цвета обусловливается поглощением, т. е. покраснением света в близкой стороне галактики, что должно привести к увеличению показателя цвета по сравнению с показателем цвета галактик, видимых в анфас. С увеличением угла наклона, когда усиливается эффект рассеяния, мы должны были наблюдать "посинение" галактик по сравнению с галактиками, видимыми в анфас. Однако в действительности такое явление не наблюдается. Наоборот, данные Холмберга [8] указывают на постепенное покраснение галактик с уменьшением угла наклона. Об этом говорит также весьма красный цвет NGC 7331.

Таким образом, в рамках теорин рассеяния света трудно объяснить некоторые наблюдаемые особенности асимметрии в спиральных галактиках вообще и в NGC 7331 в частности. Причина, приводящая к асимметрии галактик, должна быть, по всей вероятности, единой, независимо от угла наклона. Так как для малых углов поглощение бесспорно является причиной асимметрии, то мы вправе заключить, что и длябольших углов асимметрия вызвана поглощением света темной материей. Если так, то наиболее близкой к истине представляется принятая со стороны ряда исследователей схема распределения поглощающей материи в тонком слое вокруг плоскости симметрии спиральных галактик. В некоторых случаях, как например в случае NGC 7331, замечается накопление поглощающей материи на внешних, выпуклых сторонах сниральных рукавов. При такой схеме, более слабая сторона NGC 7331 располагается ближе к наблюдателю. Это, совместно со спектроскопическими данными Бэбкока [12] о вращении галактики, приводит к выводу о закручивания спиральных рукавов NGC 7331.

31

Ա. Տ. ՔԱԼԼՕՂԼՅԱՆ

NGC 7331 ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՅԻ ԵՐԿԳՈՒՅՆԱՆԻ ԲԱՑԱՐՁԱԿ ԼՈՒՍԱՉԱՓՈՒԹՅՈՒՆ

Ամփոփում

Երկչարկանի կասետալի մեթողով կատարված է NGC 7331 ՏԵ տիպի գալակտիկալի երկգուլնանի չամատարած լուսաչափություն, Որոշվել են գալակտիկալի ինտեգրալ աստղալին մեծությունը և գուլնի ցուցիչը՝ միջազգալին սիստեմում (10^m82 և +0^m95 չամապատասխանաբտր)։

Փոջը առանցջին զուգանեւ և միջուկից տարբեր հեռավորունվունների վրա տարած հատուլնների ասիմետրիալի վերաբերլալ երկու գուլնում ստացված արդլունջները կարելի է բացատրել, ենե եննադրենք, որ կլանող նլունը բաշխված է գալակաիկալի սիմետրիալի հարնունվան շուրջը նեղ շերտով և առավելապես կուտակված է սպիրալ ների ուռուցիկ մասերում։ Այս դեպջում գալակտիկալի կլանված կեսը պետջ է գտնվի դիտողի և միջուկի միջն, ալսինջն՝ մեղ ավելի մոտո Բեբկոկի [12] սպեկտրոսկոպիկ տվլալների հետ համատեղ այս հետևունվունը բերում է NGC 7331 գալակտիկալի սպիրալ ների շփանանմանն տեսակետին։

A. T. KALLOGLIAN

ABSOLUTE TWO-COLOR PHOTOMETRY OF NGC 7331

Summary

The results of two-color absolute photometry of the spiral galaxy NGC 7331 are given. The measurements are carried out with two different diaphragms. The integral magnitude and color index of galaxy are determined on the international scale $(10^{m}8^{\circ})$ and $+ 0^{m}95$, respectively).



NGC 7331 Масштаб: 16" на мм.

W

ABSOLUTE TWO-COLOR PHOTOMETRY OF NGC 7331 33

The asymmetry of the galaxy mesured for different sections in two colors may be interpreted in the sense that the obscuring matter is spread out in a thin layer around the main plane of the galaxy and accumulated chiefly on the convex sides of spiral arms. In such a case, the obscured part of the galaxy must be located between the observer and nucleus. This result together with the spectroscopic data given by Babckok [12] leads to the conclusion that the spiral arms of NGC 7331 are trailing.

ЛИТЕРАТУРА

1. B. Lindblad, Stock. Obs. Ann., 13, Nº 8, 1941.

2. B. Lindblad, Stock. Obs. Ann., 19, № 2, 1956.

3. A. Elvius, Stock. Obs. Ann., 19, Nº 1, 1956.

4. O. Jensen, Stock. Obs. Ann., 21, Nº 1, 1960.

5. G. de Vaucouleurs, Ap. J., 127, 487, 1958.

6. А. В. Марков и Н. Н. Сытинския, ДАН СССР, 73, 1933.

7. J. Stebbins, C. Huffer and A. Whitford, Ap. J., 91, 20, 1940.

8. E. Holmberg, Medd. Lund. Astr. Obs., ser. 11, Ne 136, 1958.

9. E. Pettit, Ap. J., 120, 413, 1954.

10. E. Holmberg, Medd. Lund. Astr. Obs., ser. 11, № 6, 1945.

11. A. Elvius, Stock. Obs. Ann., 18, 3 9, 1955.

12. H. Babcock, P. A. S. P., 50, 174, 1938.

3-276



В. А. Санамян, А. М. Асланян

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА РАДИОИСТОЧНИКА КАССИОПЕЯ-А.

Установлено, что галактическая туманность в Кассиопее, с которой отождествлен самый интенсивный источник радиоизлучения—Кассиопея-А, расширяется с большой скоростью. Согласно ранним вычислениям Бааде и Минковского [1], скорость этого расширения составляет 3000 км/сек, с наличием большой дисперсии скоростей отдельных волокон туманности. По более поздним вычислениям Минковского [2] скорость расширения ответственной за мощное радиоизлучение туманности в Кассиопее доходит до 7500 км/сек.

В процессе такого расширения туманности следует ожидать ослабления напряженности магнитного поля и уменьшения энергии релятивистских частиц туманности.

С другой стороны, твердо установлено, что остатки сверхновых, к числу которых принадлежит источник Кассиопея-А, являются мощными источниками нетеплового радиоизлучения, механизм которого сводится к тормозному излучению релятивистских электронов в магнитных полях туманности [3].

Если это так, то одновременно с расширением туманности естественно ожидать уменьшения потока радиоизлучения источника Кассиопея-А со временем.

На важность экспериментальной проверки этого положения В. А. Амбарцумян обратил внимание еще в 1952 году. В связи с этим в Бюряканской обсерватории была поставлена задача следить за ходом изменения отношения интенсивности радиоизлучения двух мощных источников радиоизлучения—Кассиопея-А и Лебедь-А во времени.

С этой целью проведена серия наблюдений летом 1953 г. с помощью интерференционного радиотелескопа на длине волны 4.2 м [4]. Вторая серия наблюдений проводилась летом 1961 года на этом же телескопе, после переустановки его на новой радиоастрономической станции. Расстояние между антеннами радиоинтерферометра, длина волны и основные характеристики приемной аппаратуры остались почти без изменения. Чтобы ошибки измерения свести к минимуму, был предпринят ряд мер. С особой тщательностью с помощью сигнала эталонного шумового генератора проводилась проверка амплитудной характеристики всего приемника от его входа до выходного индикатора. При этом соответствующая кривая была снята в двух масштабах - для малых сигналов (кривая а рис. 1) и для больших сигналов (кривая б рис. 1). Как видно из кривых, амплитудная характерисгика достаточно линейна при выходных сигналах, соответствующих шумовым токам от нуля до 5 тА. Отметим, что для используемых приемных аппаратур эквивалентные шумовые токи, соответствующие потоку радноизлучения рассматриваемых источников, не превышают 0.5 mA, т. е. рабочий участок находится в самой линейной части характеристики. Следовательно, ошибка, обусловленная нелинейностью амплитудной характеристики приемника, не может играть существенной роли, тем более, что оба эти источника довольно близки по величине потока радноизлучения.

Вышеуказанные измерения проводились интерференционным методом с базой интерферометра около 65 длин волн. При такой базе ширина лепестка интерференционной кривой получается 50 угловых минут, что во много раз превышает угловые размеры обоих сравниваемых источников. Следовательно ошибка, обусловленная разностью угловых размеров этих источников, пренебрежимо мала.

Измерения потока радиоизлучения Кассиопея-А и Лебедь-А проводились в относительных единицах, т. е. каждый раз определялось отношение их потоков. Это предотвратило появление ошибок, обусловленных изменением условий распространения в тракте от антенны до входа приемника, а также неидеальным согласованием антенн с кабелем питания и выходом шумового генератора.



Рис. 1. Амплитудная характеристика приеминка. I_g — ток второго детектора, I_{mr} — ток шумового генератора. 4. 1. Силасирга изири ишрицикарииниции: I_g — илирара полуру блиширер, I_{mr} — шабасир циининар блиширер:

Такое относительное измерение вполне надежно, так как эти источники расположены не очень далеко друг от друга на небосводе. Кроме того, обе серии наблюдений проводились в летний период, при ясной сухой погоде, когда для долготы Бюракана оба источника кульминировали в ночное время. Благодаря этому соблюдались одинаковые температурные и атмосферные условия наблюдений для промежутка времени. соответствующего кульминации этих источников. Для большей надежности, до и после каждой записи проверялась стабильность работы приемной аппаратуры с помощью сигнала шумового генератора. Изменение величины эталонного сигнала, вызванного нестабильностью коэффициента усиления приемника с другими причинами, не превышало -1.2^{9} , что фактически соответствует точности установки выхода имеющегося эталонного шумового генератора. Кроме того, из многочисленных наблюдений для обработки были выбраны только самые надежные записи.

Наконец, для большей уверенности в надежности полученных результатов, сравнивались не только центральные максимумы интерференционных лепестков, соответствующие прохождению сравниваемых источников через меридиан, но и полные интегральные потоки двух источников в раскрыве всей диаграммы антенны интерферометра.

Результаты двух серий наблюдений, проведенных для определения отношения потоков радиоизлучения источников Кассиопея-А и Лебедь-А на длине волны $\lambda = 4.2$ м, приведены в табл. 1 и 2, составленных для периодов 1953 [4, 5] и 1961 годов соответственно.

В этих таблицах приняты обозначения: N — число независимых наблюдений; x₁ и x₂—отношение интенсивностей Кассиопея-А к интенсивности Лебедь-А для периодов 1953 и 1961 годов соответственно.

Данные таблицы показывают, что за 8 лет отношение α уменьшилось на 0.223, что составляет 13.6% по отношению значения его в 1953 г., т. с. среднее годовое изменение этого отношения составляет 1.7%.

Поскольку возможность быстрого изменения интенсивности радиоизлучения внегалактического источника .Лебедь-А за такой короткий промежуток времени исключена, то наблюдаемые изменения нужно полностью отнести к уменьшению интенсивности радиоизлучения источника Кассиопея-А. ИЗМЕНЕНИЕ РАДИОИСТОЧНИКА КАССИОПЕЯ-А

Лата 1953 г. N Метод наб июдения 2. Mait 1.611 0.030 Компенсационный 4 Нюль $1,655 \pm 0,025$ 4 Сентябрь 3 $1,642 \pm 0,020$ Среднее за 1953 г. 1.637 ± 0.030 11 Таблица 2 Дата 1961 г. N Метод наблюдения a. Июнь 6 $1,417 \pm 0,025$ Компенсационный Июль $1,410\pm0,020$ Модуляционный 5

 1.414 ± 0.025

11

С целью повторной проверки достоверности полученных результатов, в 1961 году проводились аналогичные измерения на близкой длине волны $\lambda = 3.6$ м, с помощью двух антени большого интерференционного раднотелескопа [6]. Отношение интепсивностей рассматриваемых источников оказалось равным 1.4. Допустим, что к периоду 1953 г. это отношение также было 1.63. Такое предположение вполне возможно, поскольку, как было показано в [7], отношение интенсивностей этих источников практически не меняется с длиной волны для метрового диапазона. Тогда изменение величины потока Кассиопея-А на $\lambda = 3.6$ м за этот период составляет 14.2^{0}_{0} , что достаточно близко к результатам, полученным для $\lambda = 4.2$ м.

Среднее за 1961 г.

Некоторые расхождения могут быть обусловлены ошибкой измерения и, частично, разностью угловых размеров измеряемых источников, так как база интерферометра большая и ширина лепестка интерференционной кривой превышает угловой размер источника Кассиопеи-А всего в 5-6 раз.

Полученные результаты были сравнены с результатами, опубликованными недавно кембриджскими радиоастрономами [8]. В их измерениях для длины волны $\lambda = 3.7$ м (81.5 мггц) среднее годовое изменение потока радиоизлуче-

39

Таблица 1

ния составляет (1.06 ± 0.14^{0}) , т. е. оно несколько меньше. чем измеренное нами изменение. Такое расхождение результатов, возможно, вызвано различием методов измерений, аппаратурой и условиями наблюдений, хотя при указанных ими точностях это маловероятно. Отметим, что согласно кембриджским данным общее изменение интенсивности Кассиопея-А за первые 7—8 лет почти такое, как и за последующие 4 года, причем величина среднегодового изменения за последний период хорошо согласуется с нащими данными.

Кроме того. по ранее опубликованным кембриджским данным [9] отношение потоков Кассиопея-А и Лебедь-А для частот 81.5 мггц составляет 1.625, а теперь для этого же отношения дается число 1.751.

Указанные причины позволяют несколько критически отнестись к точности ранних кембриджских данных.

С другой стороны, нельзя пройти мимо того факта, что значения отношения потоков радноизлучения указанных радиоисточников, полученные в Бюракане и Кембридже при разности эпох меньше одного года, отличаются на величину 0.124, которая далеко выхолит из пределов точности измерения. Если изменение за такой короткий промежуток времени окажется реальным, а не следствием ошибок, то мы столкнемся с чрезвычайно интересным явлением, связанным с мощными нестационарными процессами внутри туманности.

Следует отметить, что полученные нами данные достаточно близки к теоретически вычисленным Шкловским значениям [10]; небольшое превышение теоретически вычисленного значения над нашими экспериментальными данными, вероятно, обусловлено тем, что возраст Кассиопеи-А, который согласно Минковскому оценивается в 256 лет, несколько уменьшен. Реальным возрастом следует считать возраст порядка 300 лет, что соответствует скорости расширения туманности—6200 км/сек., если согласно [2,10] за исходные данные брать для размеров туманности 2.7 пс (5.5 угловых минут) расстояние 3400 пс и спекгральный индекс Кассиопея-А равный 0.8.

40

ԿԱՍԻՈՊԵՑԱ_Ա ՌԱԳԻՈԱՂԲՑՈՒՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՏՈՒՆԸ

Полагая, что расширение туманности происходит равномерно во времени, то примерно через лет 15—20 Касснопея-А станет уже вторым по интенсивности источником радиоизлучения, через 100—150 лет она будет относиться к числу слабых радиоисточников.

Авторы выражают благодарность С. К. Геруни за участие при обработке материала.

Ниститут раднофизики и электроники АН АрмССР

Վ. Ա. ՍԱՆԱՄՅԱՆ, Ա. Մ ԱՍԼԱՆՅԱՆ

ԿԱՍԻՈՊԵՅԱ-Ա ՌԱԴԻՈԱՂԲՅՈՒՐԻ ՀՈՍՔԻ ԽՏՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ

Հայտնի է, որ այն դալակտիկ միդամածու նյունը, որում դտընվում է ռադիոճառագալ նման ամ հնահղոր Կոտիոպնյա-Ա աղբլուրը, ընդարձակվում է մհծ՝ 7000 կմ վրկ, արադու նյամը։ Մլուս կողմից ապացուցված է, որ այդ ռադիոաղբյուրը հանդիսանում է գնթնոր աստղի մնացորդ, որի ռադիոճառագալ նումը բացատրվում է ռնլլատիվիստական էլ եկտրոնննրի սինիսրոարոն ճառագալ նումով։

Միդամածության լալնացման հնտևանքով պնտը է սպասնը նրա մադնիսական դաշտի թուլացում և ռնալիտիվիստական էլնկտրոնների էներդիալի նվադում։ Դա նշանակում է, որ նշված աղբլուրի ռադիոճառադալթման ինտենսիվությունը պետը է նվազի ժամանակի ընթացջում։

Ալդ երևուլթեի փորձնական ստուդման համար Բլուրականում կատարվել են Կասիոպելա-Ա և Կարապ-Ա ռադիոադրյուրների հարարերական ճշղրիտ չափումներ 4.2 մ. ալիքում։ Առաջին խմբի դիտումները կատարվել են 1953 թ., իսկ երկրորդը՝ 1961 թ. միևնույն ռադիոդիտակի օգնությամը։

Չափումները հաստատում են, որ 8 տարվա ընխացքում նշված աղբյուրների ռադիոճառագալԹման ինտենսիվուԹյունների հարաբերուԹյունը նվաղել է 13.4%, ալսինքն տարեկան միջին Թվով 1.7%,-ով։

Քանի որ Կարապ-Ա արտագալակտիկ աղբլուրի սադիոճադադալիսիսնանան հնանակվույի լան փոփոխուն քը։։ Նր ժամանակի ալդպիսի կարձ ինտերվալի համար լրիվ բացառված է, ապա պետը է ընդու-՝ չել, որ նշված նվազումը պայմանավորված է միայն կասիոպելա-Ա ռադիոաղբյուրի ռադիոճառագալթնման ինտենսիվության նվազումով։

V. A. SANAMIAN, A. M. ASLANIAN

THE VARIATION OF THE FLUX DENSITY OF THE RADIO SOURCE CASSIOPEIA-A

Summary

It is known that the galactic nebula, in which the most powerful radio source Cassiopeia-A lies, expands with great velocity (about 7000 km/sec). On the other hand it is proved that this radio source is a remnant of galactic supernovae, the radio radiation of which is explained as the sinchrotron emisson of the relativistic electrons.

In the process of such expansion of nebula the decrease of the tension of magnetic field and the decrease of the energy of the relativitic electrons of nebula are to be expected.

For the experimental test of this conclusion in Byurakan the precise relative measurements of the flux density of the radio sources Cassiopeta-A and Cygnus-A at the wave length 4.2 m has been made.

The first series of observations was made in 1953 and the second one in 1961 with the same radio telescope.

The measurements confirm that the ratio of the flux densities of the radio emission of these sources decreased by 13.4 per cent during 8 years, that is in average 1.7 per cent for one year.

Since the change of intensity of radio emission of the extra-galactic source Cygnus-A for such short period of time is completely excluded, it is to be assumed that this decreasing is conditioned only by the decrease of the flux density of the radio source Cassiopela-A.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. International Scientific Radio Union, 1954, Special report Ne 3.
- 2. R. Minkovski, Paris Simposium on Radio Astronomy, 315, Stanford-California, 1959.
- В. Л. Гинзбург, Н. С. Шкловский, С. Б. Пикельнер, Астрономический журнал, 32, 503, 1955.
- 4. В. А Санамян, Сообщения Бюраканской обсерватории, 14, 3 1954.
- 5. В. А. Санамян, Труды V совещания по вопросам космогонии, издание АН СССР, 417, 1956.
- В. А. Санамян, Г. С. Минасян, Сообщения Бюраканской обсерваторин, 27, 35, 1950.
- 7 В. А. Санамии, Доклады АН АрмССР, 25. № 2, 49, 1957.
- 8. J. A. Hogbom, J. R. Shakeshaft, Nature, 189. Nº 4764, 561, 1961.
- 9. M. Ryle, F. G. Smith. B. Elsmor, M. N., 110, 508, 1950.

10. И. С. Шкловский, Астрономический журнал, 37, 2, 256, 1960.



Э. Е. Хачикян, Н. Л. Каллоглян

к вопросу о поляризации кометарной Туманности NGC 2261

После появления работы В. А. Амбарцумяна [1], в которой рассмотрен вопрос свечения кометарных туманностей, последние стали объектом внимания многих авторов. Неправильные изменения блеска этих туманностей, трудно объяснимые в рамках тепловых механизмов, их своеобразная и изменчивая форма, во многих случая биполярная структура — вот данные, вызывающие большой интерес к кометарным туманностям.

NGC 2261 является типичным представителем этого класса туманностей. Благодаря своей большой яркости она стала объектом исследования ряда авторов [2, 3, 4, 5], а наблюдательные данные, относящиеся к ней, послужили основой для теоретических работ [6, 7]. В последних работах сделана попытка объяснить свечение кометарных туманностей.

В р::5оте [3] было показано, что излучение NGC 2261 поляризовано в среднем на 13—16°/0, доходя до 30°/0. Характер поляризации радиальный относительно R Единорога ядра туманности. Эти результаты в основном нашли свое подтверждение в работе [4]. Относительно цвета туманности данные весьма противоречивы: по [3] туманность голубая, по [5]— красная, в [4] отмечается, что туманность более голубая в центральной части, по результатам работы [2] можно заключить, что она скорее голубая. чем красная, по [8]— она красная.

Известно, что туманность переменная, причем форма ее претерпевала значительные изменения буквально за не-

сколько месяцев [9]. С изменением формы туманности возможно изменение ее цвета и физических характеристик вообще.

В свете этих изменений представляют определенный интерес систематические наблюдения за этой туманностью.

С этой целью нами вновь предпринята работа по поляриметрическому измерению излучения туманности NGC 2261. Сведения о использованных снимках приведены в табл. 1.

			Габлица 1
Дата	Длительность экс- позиции в минутах	Положение поляронда	Сорт пластинки
24/12 1960	45	0°	Kodak Oa-O
	45	60	
	45	120	
25 12 1960	45	0	
	45	60	
	45	120	
13/01 1961	45	0	
	45	60	
	45	120	

Все снимки получены на 21-21" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории. Методика наблюдений и измерений негативов оставалась прежней [10]. Подсчет поляризации производился методом, описанным в [11]. Измерение туманности производилось сплошным образом. Размер каждой измеряемой области был равен 63 кв. сек. дуги (d=9"). Средняя арифметическая ошибка, вычисленная по данным первых двух серий наблюдений, для р равна 3,5% а для 6 -8.5'. Измерено около 200 областей в туманности. Ввиду того, что туманность за один день, вероятно, не могля претерпеть существенных изменений, снимки первой и второй серий, полученные 24 и 25 декабря 1960 г., объединены в одну группу. Результаты измерений этих двух серий схематически приведены на рис. 1, а третьей сериина рис. 2. Степень полиризации и направление плоскости преимущественных колебаний поляризованного света ту-

46



Рис. 1.



Рис. 2.

NGC 2261 ՄԻԳԱՄԱՄՈՒԹՅԱՆ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

манности характеризуются длиной и направлением черточек на этих рисунках. Масштаб поляризации и размер диафрагмы также показаны на рисунках.

Картина поляризации в среднем остается такой же, что и в работе [3], хотя и имеются некоторые различия. Средняя степень поляризации по первым двум сериям равна 18°/о, а по третьей – 16°/о. По-прежнему высокая степень поляризации наблюдается на краях туманности (в особенности на восточной границе).

Интересно отметить, что за последние годы форма тумаиности не претерпевала значительных изменений. Правда, на наших последних снимках хорошо заметна яркая струя, являющаяся как бы продолжением четко вырисовывающейся восточной границы туманности в направлении на север. На снимках, полученных ранее в [3], она не видна, что, возможно, объясняется различием во времени экспонирования. Эта струя также поляризована (см. рис. 1), причем плоскость преимущественных колебаний почти точно перпендикулярна направлению от струи к ядру туманности. Заметим, что ни на одной из фотографий Лапланда, охватывающих интервал времени с 1916 по 1951 годы, эта струя не заметна [9].

կ. Ե. ԽԱՉԻԿՑԱՆ, Ն. Լ. ՔԱԼԼՕՂԼՑԱՆ

NGC 2261 ԳԻՍԱՎՈՐԱՁԵՎ ՄԻԳԱՄԱԾՈՒԹՅԱՆ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ամփոփում

NGC 2261 դիսավորաձև միգամածունյան ևրևը սևրիա լուսանկարչական դիսոունների հիման վրա կատարված է նրա րևեռաչափական հետաղոտունյունը։ Չափունները հաստատում են նախկինում ստացված այն եղրակացունյունը [3, 4], որ միգամածունյունը ունի ռադիալ բևեռացում։ Բևեռացման միջին աստիճանը

4 - 276

49

կաղմում է 18° (առաջին երկու սերիաների համար) և 16%, (երրորդ սերիայի համար)։

Նկատելի է միդամածության արևելյան եզրի կողմից դեպի Հյուսիս տարածվող բևեռացված մի նոր շիթ (նկ. 1)։ Չնայած, որ միդամածությունը փոփոխական է, բևեռացման մեջ զգալի փոփոխություն չի նկատված։

E. E. KHATCHIKIAN, N. L. KALLOGLIAN

ON THE POLARIZATION OF COMETARY NEBULA NGC 2261

Summary

The polarimetric investigation based on the three series of photographic observations of NGC 2261 has been made. The estimates confirm the previously received conclusion [3, 4], that nebula is radially polarized.

The mean degree of polarization is $18^{\circ}/_{\circ}$ for two first series and $16^{\circ}/_{\circ}$ —for the third.

A new bright filament is noticable in the east side of nebula, which stretches to the north and is also polarised. Although the nebula is variable no strong change of polarization is noticeable.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, Сообщения Бюраканской обсерватории, 13, 1954. 2. J. L. Greenstein, Ap. J., 107, 375, 1948.

3. Э. Е. Хачикян, Сообщення Бюраканской обсерваторин, 25, 67, 1958.

 Н. А. Размадзе, Бюллетень Абастуманской асгрофизической обсерватории, 24, 25, 1959.

5. Э. С. Парсамян, Сообщения Бюраканской обсервагории, 30, 1962.

6. Г. А. Гурзадян, Сообщения Бюраканской обсерватории, 27, 73, 1959

- 7. Э. А Дибай, Астрономический журнал, 37, 16, 1960.
- 8. H. M. Johnson, P.A.S.P, 72, 10, 1960.

9. J. Duncan. P.A.S.P, 68, 517, 1956.

10. Э Е. Хачикян, Вопросы космогонии, VII, 333, 1961.

11. Д. А. Рожковский, Астрономический циркуляр, № 166. 13, 1956.

Э С. Парсамян

КОЛОРИМЕТРИЯ КОМЕТАРНОЙ ТУМАННОСТИ NGC 2261

Среди диффузных туманностей кометарные туманности являются наименее изученными объектами. Конусообразная форма, неправильные изменения яркости и структуры у некоторых из них, а также нетепловой характер излучения [1] делают их одним из интересных объектов среди туманностей. То обстоятельство, что кометарные туманности в большинстве случаев ассоциируются со звездами типа Т Тельца и RW Возничего, заставляет думать, что сами туманности, по-видимому, являются молодыми образованиями. а их переменность связана с процессами, происходящими в их ядрах. Особый интерес представляет механизм свечения кометарных гуманностей, по-видимому существенно отличающийся от механизма свечения обычных туманностей [1]. Однако для правильного понимания природы кометарных туманностей и механизма их свечения следует располагать также колориметрическими и поляриметрическими данными в отношении индивидуальных объектов. Нами прелпринята работа по накоплению однородного материала такого рода для ряда кометарных туманностей. В настоящей статье приводятся результаты, относящиеся к колориметрическим измерениям кометарной туманности NGC 2261 - нанболее яркого представителя этого класса объектов.

§ І. МЕТОДИКА РАБОТЫ

Няблюдения были проведены на 21 – 21" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории. Весь наблюдательный материал был получен в период с октября 1959 по декабрь 1960 гг., что позволило сопоставить снимки туманности за один год в лучах В и сделать некоторые заключения о характере изменений в туманности. Туманность снималась методом двухэтажной кассеты в четырех цветах U, B, V и R. В лучах U, V и R снимки были получены на пластинках Кодак—Оа-О, Оа-G и Оа-Е в сочетании с Шоттовскими фильтрами UG2, GG11 и RG2— соответственно. В лучах В снимки получались без фильтра на пластинках Кодак—Оа-О. С помощью полученных нами уравнений цвета наша система звездных величин приводилась к системе U, B, V [2].

$B - V = 0.855 (B' - V') - 0^{m}008$

В качестве звезд сравнення были использованы внефокальные изображения звезд скопления NGC 2264, для которых известны фотоэлектрические звездные величины, определенные Уокером [3]. Фотокрасные величины (R) внефокальных изображений звезд определялись путем сравнения с фотокрасными величинами звезд NPS.

Эффективная длина волны фотокрасных величин равнялась 6600 А. По измерениям Гринштейна [4], эквивалентная ширина линии Н₄ в спектре туманности NGC 2261 равна 126 А, что составляет примерно 12 ⁰/₀ излучения туманности в красных лучах при допущении постоянства непрерывного спектра в этой области (ширина пропускания фильтра RG2~ ~ 1000А). В лучах В измерялись три пластинки, в остальных — по две. Измерения изображения туманности производились на микрофотометре "Шнелл" сплошным образом с квадратной диафрагмой, вырезавшей на туманности площадь в сто тридцать квадратных секунд.

Снимки в лучах В, V и R были получены в октябре 1959 г. в течение нескольких ночей, тогда как в лучах U — только в марте 1960 г. Это обстоятельство могло повлиять на полученные значения U—B.

Ниже в табл. 1 приводятся данные об измеренных пластинках.

				таолица і
Ne	Дата	Фильтр	Экспозиция в мин.	Сорт пластинки
97	28/1 60 г.	UG2	60	Кодак Оа-О
108	29/111 60 г.		40	
2	2/Х 59 г.	_	5	
6	3/Х 59 г.		15	
8	7/Х 59 г.		10	
3	3/Х 59 г.	GG 11	15	Кодак Оа-С
4	3/X 59 r.		45	-
12	8/X 59 r.	RG 2	45	Кодак Оа-Е
18	10/Х 59 г.		80	

§ 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Результаты измереный пластинок приведены в табл. 2. В первых двух столбцах приведены прямоугольные координаты X и Y центра измеряемого квадрата в секундах дуги. Начало координатной системы находится в центре ядра туманности R Единорога. Ось Y совпадает с направлением юг – север. В последующих столбцах приведены поверхностные яркости с квадратной секунды туманности, выраженные в звездных величинах. В лучах R учет влияния H₄ не произведен. Среднеквадратичная ошибка измерений равнялась ± 0.106 — в случае В и V, и ± 0.107 — в случае U и R.

1. Показатель цвета. Интегральные звездные величины туманности в четырех цветах были определены путем сложения интенсивностей во всех измеренных квадратах. Результаты приведены в табл. 2.

		Табл	нца 2
U	В	V	R
11,58	12 ^m 29	11 ^{.m} 80	10 ^m 07

Показатель цвета является одной из основных характеристик туманности. Интегральные показатели цвета определялись по 24 наиболее ярким общим точкам в трех цветах. Интегральная яркость R была определена по 19 общим точкам и исправлена за излучение H₂. Средние показатели цвета, как следует из табл. 2, равны:

$$B - V = + 0.^{m}49$$

 $U - B = -0^{m}71$

На рис. 1 приведена зависимость показателя цвета B-V от расстояния до ядра туманности по r координате. Как следует из этого рисунка, показатель цвета непостоянен по туманности; он испытывает колебание со слабой тенденцией посинения туманности с удалением от ядра. Отметим, что нами охвачена наиболее яркая часть туманности — до расстояния 1'.71 от звезды. Для более слабых периферийных частей туманности ход кривой может измениться. Примеча-



тельным является тот факт, что показатель цвета В—V туманности ни в одной измеренной точке не достигает отрицательного значения. Как известно, показатели цвета в случае отражающих диффузных туманностей бывают как положительными, так и отрицательными.

2. Спектральное распределение. Имея интегральные показатели цвета, мы попытались построить спектральное распределение интенсивности в туманности. Интегральные звездные величины туманности определялись по 12 ярким общим точкам, находящимся в средней части туманности. Звездой сравнения была звезда типа А 3 под номером 222 в списке Уокера [3]. Для получения абсолютного распределения в произвольных единицах использовалось распределение в спектре звезды типа А 0 из работы В. Б. Никонова [5]. Кривая b на рис. 2 представляет спектральное распределение туманности NGC 2261. Некоторая неопределенность остается в отношении области спектра около 3500 А, так

КОЛОРИМЕТРИЯ NGC 2261

Таблица З

Монохроматические поверхнестные яркости в различных точках туманности NGC 2261

X*	Y'' = V	U-B	B'-V'	R
-0.38	0.57 191079		0,735	19.068
0.00	0 38 19 04		0.87	18.51
	0 19 18 76	-0.50	0.80	18.30
	-0 19 18 84		0 67	18.36
	-0 38 19 23		0.91	18.55
-0.57	0 76 20 42		0.88	
	0 57 19 57		0 74	18.43
	0.38 19 12	-0.75	0.64	18.48
	0.19 18 90	_0.72	0.41	18.26
	-0 19 19 27	0.95	0.50	18 80
	-0.30 19.30	_0.73	0.54	18 75
-0 76	0 76 20 18	-0.70	0.76	19 59
0.70	0 57 19 65	-0.41	0.58	18 98
	0 38 10 38	0.19	0.60	18 06
100	0 10 10 70	0.62	0.00	10.30
	_0 10 10 99	0.02	0,40	10 46
	-0.15 15.02	0.17	0.00	10 91
0.05	0.05.01.11	-0.4/	0.40	19.21
0.50	0.30 21.11	1	0.70	20.26
	0.7020.52	0.49	0.10	20.00
	0.07 20.01	-0.42	0.04	20.10
	0.0020.07	-0.90	0.01	1.00
	0.1920.40	0.20	0.50	90 44
	-0.1920.00	-0.04	0.00	20.44
1 14	-0.30 20.32	-0.32	0.02	
1.14	0.7021.22	0.24	0.00	
	0.3/20./3	-0.34	0.74	
	0.38 21.22	-0.74	0.5/	
	0.1920.78	-0.41	0.00	
	-0.1921.06	-0.75	0.60	
1 00	-0.3820.92	-0.45	0.44	1
1.33	0.76 21.25		0.85	
	0.57 21.38		0.37	
	0.38 20.94	-0.46	0.59	
	0.1920.69	-0.68	1.01	
	-0.1921.58	-0.72	0.24	
	-0.3821.38	0.74	0.49	
-1.52	0.1921.54	-	0.25	1
	0.1921.62		0.42	
	-0.3821.34		0.51	
-1.71	-0.3821.54		0,49	

как снимки туманности в лучах U были получены позднее снимков в остальных лучах. Но, как будет видно из дальнейшего (табл. 4), изменение яркости туманности в выбранной области невелико.

* Звезда.



3. Распределение интенсивности по туманности. На рис. 3 приведены кривые зависимости ln \overline{I} от r для трех цветов. Здесь \overline{I} есть интенсивность, усредненная в данных лучах по сечениям туманности, находящимся на равных



расстояниях от ядра. Такое усреднение возможно, так как границы туманности резко выражены. Полученные кривые свидетельствуют о неоднородной, пятнистой структуре ту-

56

манности. Одинаковый ход кривых свидетельствует о том, что спектральное распределение в этих лучах почти одинаковое.

4. Интересные результаты получаются при сопоставлении цвета туманностей различных типов с их яркостью. Для трех туманностей:

кометарной NGC 2261. пылевой NGC 7023 и газовой IC 432 были построены зависимости показателей цвета от яркостей. Данные о последних **ДВУХ ТУМАННОСТЯХ ВЗЯТЫ** из работы Э. Е. Хачикина [6]. Результаты приведены на рис. 4. Для NGC 2261 получается, что В-V не зависит от В-яркости туманности и постоянно, хотя и обладает некоторой дисперсией вокруг среднего значения. В противоположность этому, для IC 432, природа которой до сих пор не ясна, получается совершенно отличная от



NGC 2261 зависимость между СІ и т_{др}. Следует отметить, что IC 432 повсеместно имеет отрицательный показатель цвета. Кроме того, различне между этими туманностями выступает также в форме зависимости показателя цвета от яркости: в то время как у гуманности NGC 2261 цвет везде одинаков и не зависит от поверхностной яркости, у IC 432, наоборот, наблюдается хорошо выраженное посинение гуманности с возрастанием яркости.

В случае пылевой туманности NGC 7023, у которой показатель цвета принимает как отрицательные, так и положительные значения, четко выраженной зависимости неполучается. Таким образом, для трех разных туманностей мы имеем разное спектральное распределение, что, очевидно, является указанием на различие их природы.

5. Соотношение Хаббла. Известно, что для кометарной туманности В 10 соотношение Хаббла mpg+5 lg a=11 не сохраняется [7]. Интересно проверить, нарушается ли это соотношение и для остальных кометарных туманностей. в частности для NGC 2261? Для этого были измерены две пластинки, снятые с интервалом в один год, с тем, чтобы заметить изменения, происшедшие в туманности за это время. Ядро туманности R Единорога — переменная типа RW Возничего. По общему Каталогу переменных звезд она меняется в пределах 11.3-13.8 звездной величины. Зная пределы изменения блеска звезаы и тот факт, что протяженность туманности не подвергается быстрым изменениям. можно проверить выполнение хаббловского соотношения. По нащим измерениям звездные величины R Единорога в указанные периоды были 12."12 и 12."95 соответственно. Несмотря на изменение блеска освещающей звезды, заметной разности в протяженности туманности на наших снимках не было; по-видимому, изменению подверглись близкие к звезде части туманности. По этим измерениям a = 3'.24. В первом случае для удовлетворення соотношения Хаббла требуется, чтобы R Единорога была на 3.65, а во-втором случае — на 4.60 звездной величины ярче, чем приведенные выше значения. Отсюда следует, что здесь, как и в туманности В 10, хотя и не в той мере, все же резко нарушается соотношение Хаббла. (См. также [10]).

6. Ядро туманности. Относительно ядра туманности NGC 2261 — R Единорога неоднократно высказывалось мнение, что она не является звездой в обычном смысле. Это звездообразный, но несколько несимметричный объект с аномальной, по мнению некоторых исследователей, светимостью и с медленным изменением блеска. Предполагается, что звезда окружена оболочкой, а наблюдаемый спектр ядра является спектром оболочки, где механизм свечения по всей вероятности такой же, как и в самой туманности [8]. Если причиной свечения является звезда, то естественно

КОЛОРИМЕТРИЯ NGC 2261

полагать, что изменения яркости звезды и яркости туманности должны находиться между собой в некоторой зависимости. Однако такой зависимости до сих пор не было обнаружено. Нами сделана попытка проверить этот вывод по нашим наблюдениям. Промежуток времени, охватываюший наблюдательный период в лучах В равнялся одному голу, а в остальных — в пределах месяцев. Был получен ряд снимков туманности и звезлы в одну и ту же ночь или в ближайшие дни, что давало возможность судить о яркости туманности и звезды в одно и то же время. Результаты измерений приведены в табл. 4. Как видно из данных этой таблицы, во всех лучах, и особенно в ультрафиолетовых, туманность всегда оставалась ярче звезды Сравнение пластинок № 6 и № 9 за 1959 год, а также № 134 и № 136 за 1960 год показало, что в туманности происходили изменения. Разница интегральной яркости туманности между пластинками № 134 и № 136, снятыми с промежутком в полтора месяца, равна 0."22. Сильнее всего изменения произошли в близких к звезде частях: по 43 точкам туманность за год изменилась на одну звездную величину, в то время как по 39 точкам (исключая самые яркие точки) на 0."40. Однако установить четко выраженную корреля цию между изменением блеска звезды и яркости туманности не удалось.

Таблица 4

R Eдинорога N					N	GC 2261	нитегр	альные	велнч	нны)
Nº ILACT.	Дата	mU	m _{Is}	m _V	Ne macr.	Дата	m _U	m _B	m _V	число измерен. точек
107	28.3.60	11 ^m 65	-	_	108	28.3.60	10 ^m 70	-	-	23
20	9.10.59	-	12.95		6	3.10.59	_	11.060		43
88	28.1.60		11.90	_	9	7.10.59	_	11.87	_	39
132	27.10.60		12.22	_	134	27.10.60	-	10.60		43
137	12.12.60	-	12.10	_	136	12.12.60		11.76	-	39
3	3.10.60		_	12 ^m 12	3	3.10.59	-	-	11.718	26

Звездные величины R Единорога и туманности NGC 2261

Ш. О МЕХАНИЗМЕ СЗЕЧЕНИЯ КОМЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ

Туманность NGC 2261 имеет сильный непрерывный спектр с эмиссионными и абсорбционными линиями водорода, почти в точности повторяющий спектр R Единорога. Этот факт послужил поводом причисления NGC 2261 к отражающим туманностям. Появление работы В. А. Амбарцумяна о явлении непрерывной эмиссии [1] позволило подойти к механизму свечения кометарных туманностей с новой точки зрения. В настоящее время есть две гипотезы относительно свечения кометарных туманностей.

1. Гипотеза отражения света звезды пылевыми частицами, находящимися в туманности.

2. Гипотеза синхротронного излучения релятивистских электронов [9].

Прежде всего следует указать, что если отражение и имеет место, то оно не может играть существенной роли в свечении кометарных туманностей. На это указывают факты, установленные нами в отношении туманности NGC 2261, а именно:

а. В ультрафиолетовых лучах туманность намного ярче звезды (табл. 4).

 б. Показатель цвета туманности повсеместно положительный.

в. Спектральное распределение резко отличается от таковых для отражающих туманностей.

г. Нарушается соотношение Хаббла.

д. Не замечена корреляция между изменением блеска звезды и туманности.

Теория свечения кометарных туманностей, обусловленного релятивистскими электронами, разработана Г. А. Гурзадяном [9]. В работе предполагается, исходя из некоторых особенностей формы туманности, существование несимметричного относительно звезды магнитного поля. Если электрон движется под некоторым углом к магнитным силовым линиям, то он булет испытывать торможение, а его движение — сопровождаться излучением. Спектральное распределение такого излучения непрерывно. В туманности генерируется как видимое, так и ультрафиолетовое излучение в зависимости от энергии релятивистских электронов и напряженности магнитного поля. Ультрафиолетовое излучение синхротронного происхождения, в свою очередь, может нонизовать водород, в результате чего в туманности возникают эмиссионные линии водорода. В работе дается количественная разработка гипотезы, благодаря чему становится возможным определение некоторых физических характеристик туманности. Ряд свойств, как, например, неоднородная структура, дрейф ярких иятен туманности, отсутствие корреляции между изменением блеска звезды и туманности и т. д., находят свое объяснение в свете этой гипотезы.

Рассмотрим полученные нами наблюдательные данные с точки зрения гипотезы синхротронного излучения.

Распределение интенсивностей в туманности при синхротронной природе излучения имеет вид:

$$I_{\lambda}=C^{\prime}\lambda^{\frac{1-3}{2}},$$

где ү — показатель энергетического спектра электронов. Исходя из такого распределения, был определен теоретический показатель цвета при разных ү [9]. [10]. Результаты в интернациональной шкале приведены из работы [9] в табл. 5.

	T	a	б	3	н	Ц	a	5
--	---	---	---	---	---	---	---	---

7	2	3	4	5
CI	+ 0 ^{.m} 29	+0 ^m 38	+0 ^m 52	-; 0 ^m 64

Выше мы нашли для показателя цвета туманности NGC 2261 величину +0,^m49. Сравнивая ее с тем, что приведено в табл. 5, увидим, что, во-первых, наблюдаемый и теоретический показатели цвета имеют положительный знак, во-вторых, при энергетическом спектре релятивистских электронов, соответствующих значению $\gamma \approx 3 \div 4$, синхротронное излучение будет иметь по величине такой же показатель цвета, что и наблюдаемый (это следует также из рис.

2, где приведены теоретические кривые а и с спектрального распределения синхротронного излучения при 7=3 и 7=4). Для сравнения в табл. 6 приводятся также результаты фотоэлектрических измерений для NGC 2261 и В 10, выполненных Джонсоном [11] в 1957 г.

Т	а	б	л	11	Ц	a	6
---	---	---	---	----	---	---	---

Туманность	B-V	U—B	Clint
B 10	+0 ^m 67	0 ^m 90	÷0 [™] 73
NGC 2261	- 0.52	0.30	+0.58

Таким образом, цвет кометарных туманностей близок к тому, что следует ожидать при синхротронном механизме их свечения. Если предположить, что источником релятивистских электронов является звезда, тогда может иметь место некоторое покраснение туманности с удалением от ядра, поскольку напряженность магнитного поля также падает с расстоянием. Этот вывод верен, однако, когда мы имеем дело с монохроматическим потоком релятивистских электронов (см. [10]). Между тем, величина В—V является, как видели выше, почти постоянной по всей туманности. Эго указывает на то, что, по всей вероятности, свечение туманности в период наблюдений обусловлено немонохроматическим потоком релятивистских электронов.

В своей работе Г. А. Гурзадян указывает возможные причины, вызывающие изменение блеска кометарных туманностей:

 Колебание энергетического спектра релятивистских электронов.

2. Вращение звезды.

3. Колебание напряженности магнитного поля туманности.

Учитывая факт неодновременного действия всех трех факторов, можно в свете изложенной гипотезы понять отсутствие корреляции между блеском звезды и туманности.

Другой основной характеристикой туманности, наряду с цветом, является поляризация. Синхротронное излученые должно быть поляризованным [12]. Поляризация туманности. измерялась рядом авторов [13, 14] и вполне соответствует ожидаемой по теории величине. Однако и в случае отражения мы имели бы подобную картину.

Таким образом, принеденные нами колориметрические измерения кометарной гуманности NGC 2261 и анализ полученных при этом результатов указывают на то, что гипотеза, объясняющая ее свечение излучением релятивистских электронов, не противоречит данным наблюдений.

Выражаю глубокую благодарность Г.А. Гурзадяну за руководство настоящей работой.

Է. Ս. ՊԱՐՍԱՍՑԱՆ

NGC 2261 ԳԻՍԱՎՈՐԱՁԵՎ ՄԻԳԱՄԱԾՈՒԹՅԱՆ ԿՈՒՆԱՉԱՓՈՒԹՅՈՒՆ

Ամփոփում

Բյուրականի աստղադիտարանի 21-21" Շմիդտի տիպի դիտակի վրա կատարված է NGC 2261 գիսավորաձև միագամածու-Թլան չորս դուլնանի մակերևուլթալին դունտչափություն։ Որոշված են B-V և U-B դուլնի ցույիչները, ինչպես ամրողջ միդամածության համար, այնպես էլ նրա առանձին կետերում։

Երևը գույննրով կառուցվել է միգամածության ճառադալթման սպնկարալ թաշխման կորը (գծ. 2),

հնտևովունվան բաշխումը միդամածունկան մեջ բացահայտում է նրա կտոուցված քալին անհամասեռունկունը, ինչպես նաև վիալում է այն մասին, որ այդ բաշխումը U, B և V ճառագալիններում դրեննե միանման է (դծ. 3)։ NGC 2261 դույնի ցուցչի բաշխումը պայծառունկունից կախված համեմատվել է-NGC 7023 (փոշալին) և IC 432 (դաղալին) միդամածունկունների դույնի ցուցիչների բաշխունների հետ (դծ. 4)։

Երևը տարթնը դնպընրում ունենը տարրնը սպեկտրալ թաշ. խում, որը վկալում է այդ երևը միգամածությունների տարբևը բնույթնի մասինո

Այնուհետև ցույց է տված, որ Հարրդի առնչությունը NGC. 2261 միդամածության համար չի պահպանվում։ Տարբեր գույներում R Միաեղջյուրի և NGC 2261 միգամածունյան պայծառունյունների համեմատումը նրանց միջև ոչ մի կախվածունյուն ցույց չի տալիս։

NGC 2261 միդամածունյան վերաբերյալ ստացված գունաչափական տվյալները դիտարկվել են դիսավորաձև միգամածունյունների ճառագայնման ճնարավոր մեխանիզեների տեսանկյունից։ Արդյունըների ըննարկումը ցույց է տալիս, որ ստացված գունաչափական տվյալները չեն ճակասում ռելակաիվիստական էլեկտրոնների ճառագայնման մեխանիզմին։

E. S. PARSAMIAN

THE COLORIMETRY OF COMETARY NEBULA NGC 2261

Summary

Surface colorimetry of the cometary nebula NGC 2261 has been carried out in four colours with 21-21'' Schmidt type telescope of Byurakan observatory. B-V and U-B colour indices have been determined for the whole nebula as well as for its different points.

The spectral distribution curve of nebular radiation is built up based on three colours (fig. 2). The distribution of intensity in the nebula reveals its structural non-homogeneity and proves that distribution in the U, B and V to be similar (fig. 3). The dependence of the NGC 2261 colour indices from the brightness has been compared with that of NGC 7023 (dusty) and IC 432 (gaseous) nebula (fig. 4). In three different cases there are three different spectral distributions, which prove of all three nebulae being of different nature. Therefore Hubbles relation for NGC 2261 nebula is shown to be violated.

No correlation is found between the brightness of R Mon and NGC 2261 in different colours. The colorimetric data of nebula have been considered from the point of view of possible mecanisms of cometary nebula radiation. The discussion of the results shows that the obtained colorimetric data do not contradict mecanism of the relativistic electrons radiation.
ЛИТЕРАТУРА

- 1. В. А. Амбарцумян, Сообщения Бюраканской обсерватории, 13, 1954.
- 2. H. L. Johnson, Ann. d'Ap., 18, 292, 1955.
- 3. M. F. Walker, Ap. J. Suppl., ser. 11, 23, 1956.
- 4. J. L. Greenstein, Ap. J., 107, 375, 1948.
- 5. В. Б. Никонов, Бюллетень Абастуманской астрофизической обсерватории 14, 1953.
- 6. Э. Е. Хачикян, Кандидатская диссертация. Ереван. 1956.
- 7. O. Struce and P. Swings, P.A.S.P, 60, 61, 1948.
- 8. G. H. Herbig, Contrib. Lick Obs., ser. 11, Nº 99, 1960
- 9. Г. А. Гурзадян, Сообщения Бюраканской обсерватории, 27. 73, 1959.
- 10. М. А. Аракелян, ДАН АрыССР, 29. 35,1959.
- 11. H. M. Johnson, P.A.S.P., 72, 10, 1960.
- 12. Г. М. Гарибян и И. И. Гольд.чан, Изв. АН АриССР, серия ФМЕТ наук, 7. № 2, 31, 1954.
- 13. Э. Е. Хачикян, Сообщения Бюраканской обсерваторин, 25, 67, 1958.
- Н. А. Размадзе, Бюллетень Абастуманской астрофизической обсерватории, 24, 25, 1959.



Р. А. Варланян

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ 3 СЕВЕРНОЙ КОРОНЫ

Последние четыре года в электрофотометрической лаборатории Бюраканской обсерватория подвергались поляриметрическому исследованию некоторые пекулярные звезды. Как оказалось [1,2], у этих звезд наблюдаются сильные изменения параметров поляризации. Эти изменения, как отмечается в работах [1,2]. имеют, по-видимому, звездное происхождение.

Результаты поляриметрических наблюдений цекулярных звезд [1, 2, 3, 4], как нам кажется, могуг привести в конечном счете к устаповлению причины поляризации звездного света. В работе [5] нами были приведены результаты поляриметрических наблюдений магнитных звезд, причем в число этих звезд входила и звезда 3 Северной Короны, у которой наблюдались заметные различия степени поляризации в различных фильтрах.

В дальнейшем нами были проведены поляриметрические наблюдения этой звезды с целью выяснения характера изменения параметров поляризации. Наблюдения велись электрофотометром, монтированном на 16" телескопе Бюраканской обсерватории. Сами наблюдения и их обработка производились по метому, принятому в Бюракане [1].

Результаты наблюдения 3 Северной Короны в четырех фильтрах (Анф. 3700, 4500, 5400, 6000 А) собраны в табл. 1—4.

В этих таблицах приведены дата наблюдений и параметры поляризации р и в для в Северной Короны.

С целью определения точности наблюдения нами была выбрана стандартная звезда в Северной Короны. Средняя точность одного наблюдения параметров поляризации составляет 5° и 0,2%.

Из табл. 1—4 видно, что во всех четырех избранных нами участках спектра наблюдаются заметные изменения параметров поляризации света 3 Северной Короны. При этом в каждом фильтре наблюдаются некоторые особенности в изменения параметров поляризации. В синем, желтом и красном фильтрах (табл. 2—4) степень поляризации со временем изменяется настолько медленно, что за промежутки продолжительностью в несколько дней не совершается заметных изменений степени поляризации.

Сравнительно интересные результаты получены в ультрафиолетовом фильтре (табл. 1), на чем мы и остановимся.

На рис. 1-6 представлена зависимость между степенью поляризации в ультрафиолетовых лучах и временем на-





PHC. 4.



наблюдения 3 северной короны



блюдения. Из этих рисунков видно, что степень поляризации меняется быстро и пррегулярно. За несколько минут она изменяется от 0 до 1% и более, а в пределах двух часов эти изменения повторяются несколько раз (рис. 1, 2, 4, 5).

Чрезвычайно интересный результат, полученный 20 июля 1961 г., показан на рис. 6. Из рисунка видно, что степень поляризации звезды 3 Северной Короны изменяется от 8,0 до $<0,3^{\circ}_{.0}$. Такие огромные изменения степени поляризации требуют. дальнейшего подтверждения, так как они наблюдались только один раз в течение трех месяцев.



Несмотря на вррегулярное изменение степени поляризации света звезд 3 Северной Короны, интересно было получить зависимость между средним значением степени поляризации и длиной волны. Последнее показано на рис. 7.

Из рисунка вилно,

что наблюдаются заметные изменения среднего значения степени поляризации в зависимости от длины волны.

Степень поляризации у 3 Северной Короны принимает максимальное значение в красном участке спектра, в жел-

НАБЛЮДЕНИЯ 3 СЕВЕРНОЙ КОРОНЫ

том и синем—минимальное, а в ультрафиолетоном участке спектра степень поляризации снова увеличивается. Полученный нами результат представляет интерес в свете работ [6,7], где приводятся результаты поляриметрических наблюдений нескольких звезд, у которых максимальное значение степени поляризации находится или в красном или в в фиолетовом участке спектра.

На рис. 8 приведен общий график, который ясно отражает связь между степенью поляризации и позиционным углом для всех фильтров.



Как видно из этого рисунка, наибольшие изменения степени поляризации наблюдаются в интервале позиционного угла от 20 до 30°, причем максимальная поляризация наблюдается при угле в 28°.

В период с 12 по 20 июля 1961 г. параллельно с поляриметрическими наблюдениями β Северной Короны были оценены относительные цветовые эквиваленты. В качестве звезды сравнения была выбрана д Северной Короны. Оказалось, что относительный цветовой эквивалент в желто-синем участке спектра изменяется на 0^m1, а в сине-ультрафиолетовом участке на 0^m45.

Исходя из всех полученных результатов, можно заключить, что:

Таблида І

Ультрафиолетовый фильтр

Юлилнский день	p °/•	0-	Юлнанский день	p •/•	6.
1	2	3	1	2	3
2436 717.453 717.456 719.265 731.336 731.340 731.354 434.360 434.362 434.362 434.374 493,371 493.371 493.374 493.382 493.385 493.382 493.385 493.382 493.385 493.391 493.399 493.401 493.401 493.401 493.401 493.415 493.415 495.342 495.344 495.344 495.344 495.350 495.353 495.367 495.367 495.375 495.375 495.375 495.375 495.375 495.375 495.375 495.375 495.375 495.375 495.375 495.375 495.378 495.388 495.397 497.283 497.283 497.283 497.283 497.283 497.283 497.283 497.283 497.283 497.283 497.283 497.283 497.283 497.283 497.284 497.291	$\begin{smallmatrix} 0.3 \\ < 0.3 \\ < 0.3 \\ 1.8 \\ 0.9 \\ 1.09 \\ 1.09 \\ 1.5 \\ 0.7 \\ 0.$	$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	2437 498,311 498,314 498,317 498,317 498,317 498,317 498,322 498,322 498,332 498,333 498,336 498,336 498,336 498,336 498,336 498,375 498,375 498,375 498,381 498,383 498,384 498,384 498,384 498,384 498,394 499,325 499,328 499,331 499,336 499,336 499,336 499,336 499,336 499,337 499,336 499,337 499,336 499,337 499,336 499,337 499,336 499,337 499,336 499,337 501,376 501,376 501,378 501,378 501,378 501,381 501,384 501,389 501,399 501,410 501,417 517,412 517,415 517,418	$\begin{smallmatrix} 0.4\\ 0.6\\ 1.2\\ 5\\ 1.2\\ 0.1\\ 1.2\\ 0.1\\ 2.3\\ 3.3\\ 2.3\\ 3.5\\ 3.5\\ 0.6\\ 7.7\\ 1.1\\ 3.3\\ 0.0\\ 3.4\\ 0.8\\ 6\\ 8.6\\ 8.3\\ 3.8\\ 1.3\\ 3.6\\ 9\\ 0.9\\ 1.0\\ 9\\ 0.9\\ 0.9\\ 1.0\\ 0.3\\ 0.0\\ 0.8\\ 8.9\\ 0.9\\ 0.9\\ 0.9\\ 0.9\\ 0.9\\ 0.9\\ 0.9\\ 0$	38 40 12 34 39 26 50 54 59 58 38 22 26 40 28 34 43 26 40 22 26 40 28 34 44 30 26 20 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 34 40 28 38 20 20 40 84 28 38 20 20 40 84 38 20 20 40 84 38 20 20 40 84 38 20 20 40 84 38 20 20 40 84 38 20 20 40 84 38 20 20 40 84 38 20 20 40 84 30 20 40 40 40 40 40 40 40 40 40 4

Продолжение табл. Г

	1	2	3	1	2	3
2437	517,424 517,426	1,4 1,2	34 24	2437 521.272 521,275	1,2	34
	517,429 517,432	1,4 1,5	27 30	521,278 522,261 522,264	0,8 <0,3 1.5	$\frac{20}{-34}$
	519,300 519,303	0.7	34 28	522,267 527,282	0,6 0,5	50 28
	519,306 519,308	0,9 1,0 0,7	29 42 38	527,287 527,290 527,290	$< 0,3 \\ 1,0 \\ 1,2$	56 26
	520,285 520,288	0,9 0,9	32 44	527,302 527,305	1.0	25 26
	520,291 520,302	0,7 0,3 0,5	34 38	527,308 529,323 529,326	1,4 0,9	34
	520,308 520,325	0.6	36 34	530,339 548,341	2,0 0,6	30 49
	520,328	0,8	34	552,459	0,7	33

Таблица 2

x.

Юлнанска день	ий	P %		0°	Юлнанский день	P °/o	00
1	1	2	1	3	1 1	2	3
2436 717, 717, 717, 719, 731, 731, 2437 434, 434, 434, 434, 493, 493, 493, 493,	448 462 463 326 3354 3354 3365 376 421 424 424 424 424 424 424 424 424 424	1,6 $1,4$ $1,4$ $1,3$ $1,5$ $1,1$ $0,3$ $0,5$ $0,5$ $0,6$ $0,5$ $0,6$		26 20 26 22 27 20 98 58 48 30 30 18 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26	$\begin{array}{c} 2437 & 499, 319 \\ 499, 322 \\ 499, 358 \\ 501, 367 \\ 501, 401 \\ 517, 401 \\ 520, 278 \\ 520, 282 \\ 520, 282 \\ 520, 311 \\ 520, 314 \\ 520, 314 \\ 520, 317 \\ 521, 269 \\ 521, 269 \\ 521, 283 \\ 521, 286 \\ 521, 288 \\ 522, 258 \\ 522, 258 \\ 522, 258 \\ 527, 276 \\ 522, 258 \\ 527, 276 \\ 527, 288 \\ 529, 318 \\ 529, 318 \\ 529, 321 \\ 530, 333 \\ 548, 337 \\ 552, 454 \end{array}$	$\begin{array}{c} 0,3\\ 0,6\\ < 0,3\\ 0,6\\ < 0,3\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5$	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

Синий фильтр

Таблица З

Желтын фильтр

Юлнанский день	p°i,	00	Юдианский день	P ⁰ / ₀	00
1	2	3	1	2	3
$\begin{array}{c} 2436 & 717, 451 \\ 719, 260 \\ 731, 323 \\ 731, 357 \\ 2437 & 434, 351 \\ 434, 351 \\ 493, 365 \\ 493, 379 \\ 495, 333 \\ 495, 361 \\ 495, 361 \\ 495, 397 \\ 495, 397 \\ 495, 397 \\ 497, 277 \\ 497, 207 \\ 497, 207 \\ 497, 310 \\ 498, 353 \\ 498, 358 \\ 498, 358 \\ 499, 319 \\ 499, 361 \\ 501, 365 \\ 501, 404 \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 1,5\\ 1,3\\ 1,2\\ 1,1\\ 1.0\\ 0.3\\ 0.3\\ 0.3\\ 0.3\\ 0.3\\ 0.3\\ 0.3\\ 0$	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c} \textbf{2437} 501.407\\ 517,399\\ 519,291\\ 519,294\\ 519,297\\ 519,314\\ 519,317\\ 519,319\\ 519,322\\ 519,325\\ 519,325\\ 519,328\\ 519,331\\ 519,333\\ 520,256\\ 520,258\\ 520,$	<0.3 0.4 0.3 0.5 0.4 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5	$ \begin{array}{c}$

Таблица 4

Красный фильтр

Юлианский день	p °′,	() o	Юлианский день	p°/0	(j0
1	2	3	1 1 1	2	3
2437 497,314	0,3	26	2437 520.296	1.4	97
497,317	1,0	28	520,299	1.4	39
498,361	0,7	32	520,330	1.2	34
498,364	1.2	16	520,333	1.6	35 -
498,367	1.2	1 30	520 336	18	38
498,369	0.8	14	521 281	1 2	34
498.372	1.1	32	522 270	1'5	50
499.353	1.1	30	527 203	1 2	30
499.356	11	36	527 206	15	17
499.366	11	40	530 342	1 2	45
499,369	< 0 3	10	548 347	0.8	21
501 384	0.8	34	548 240	0,0	20
520 293	0.8	38	550,462	0,0	02
02012.00	0,0	00	552,403,	0,9	20

ի ՀՅՈՒՍԻՍԱՅԻՆ ԹԱԳԻ ԴԻՏՈՒՄՆԵՐ

1. Степень поляризации 3 Северной Короны в основном изменяется от 0 до 2%, не считая большой поляризации, наблюдавшейся 20 кюля 1961 г.

2. При увеличении или уменьшении позиционного угла от значения 28°, степень поляризации уменьшается.

3. Позиционные углы в основном изменяются в пределах от -10 до +60.

4. Среднее значение степени поляризации различно для различных длин волн.

5. Изменения параметров поляризации света 3 Северной Коропы, по-видимому, в основном связаны с самой звездой.

В заключение выражаю глубокую признательность К. А Григоряну за ряд ценных советов, ралиоинженеру М. А. Ерицяну и практиканту П. З. Арутюняну за помощь в наблюдениях и их обработке.

Ռ. Ա. ՎԱՐԳԱՆՑԱՆ

3 ՀՅՈՒՍԻՍԱՅԻՆ ԹԱԳԻ ԱՍՏՂԻ ԲԵՎԵՌԱՉԱՓԱԿԱՆ ԴԻՏՈՒՄՆԵՐ

Ամփոփում

β Հլուսիսային Թաղի աստղի լոևևռաչափական դիտման արդյունքները տարբեր դուլներում բերված են 1—4 աղլուսակներում։ Ստացված արդյունքների քննարկումից պարզվել է.

1. β Հյուսիսային խադի աստղի ընհռացման աստիճանը հիմնականում փոխվում է 0,0 $-2,0^{0}_{0}$, իսկ բևնռացման դիր քային անկյունը՝ $-10-60^{\circ}$.

2. Դիրքալին անկլան 28 -ից մեծ կամ փոքր արժեքների դեպրում նկատվում է ընհռացման աստիճանի նվազում։

3. Բևևռացման աստիճանի միջին արժևըները տարրեր ալիուրին երկարություններում տարրեր ենս

4. 3 Հյուսիսային ճագի աստղի թևևռացման պաթամևտրերի փոփոխությունները, հավանաթար, հիմնականում պայմանավորված հն աստղով։

R. A. VARDANIAN

R. A. VARDANIAN

POLARISATION OF THE 3 CORONA BOREALIS

Summary

The results of polarimetric observations of the star 3 CrBin the different colours are listed in the tables $N_2 = 1-4$.

Conclusions are as follows.

1. The degree of the polarization of the β CrB changes from 0.0 to 2.0 per cent, and the position angle of the polarization varies from-10 to 60 degrees.

2. It seems that when position angle deviates from 28 degrees the percentage of the polarization decreases.

3. The mean percentages of the polarization are different for various wave lengths.

4. The variations of the parameters of polarization of 3 CrB probably are stipuleted by the star.

ЈІ И Т Е Р А Т У Р А

1. К. А. Григорян, Ссобщения Бюраканской обсерватории, 27, 55, 1959.

2. К. А Григорян, Сообщения Бюраканской обсерватории, 27, 43, 1959.

3. В. А. Домбровский, Вестник Ленинградского университета, № 1, 129, 1958.

4. М. А. Свечников, Астрономический циркуляр, № 177, 12, 1957.

5. Р. А. Варданян, Сообщения Бюраканской обсерватории, 28. 9. 1960.

6. A. Behr, Zs. f. Ap., 47, 54, 1959.

7. T. Gehrels, A. J. 85, 8, 470, 1960.

ቦበՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

P. 6. Մարգարյան, Է. 8ա. Հովճաննիսյան, Ս. Ն. Առարելյան NGC 2078 3031 (M81), 3034 (M82) 4 3077 դալակտիկաների ժանրակրկիա	
que um 2 m m f jn. 2	3
1. S. Awiloulin NGC 2331 Amimphush phyme inmit pugandan'	
Incom/withing Junto	21
վ. Ա. Սանամյան, Ա. Մ. Ասլանյան կատիոպեյա-Ա ռադիոադրյուրի	
hauph punned jud dindintune Bineby	33
1. b. www.hyjwii, b. L. Rwijonijmii - NGC 2281 ghumdanmade albaw-	
dwdni fi juli phlawydwi dwefi	45
1. U. Ampunding NGC 2261 guwdapud dhawdada Hywb garbu-	
ywifine fine to	31
Ռ. Ա. Վարդանյան - 5 Հյուսիսային թարի աստորի սևեռաչափական դի-	
uns.fubp	47

CONTENT

Page

B. E. Markarian, E. Y. Hovhannisian, S. N. Arakelian-The detaile	
colorimetry of galaxies NGC 2976, 3031 (M81), 3034 (M82)	
and 3077 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	3
A. T. Kalloglian- Absolute two-color photometry of NGC 7331 · ·	21
V. A. Sanamian, A. M. Aslanian- The variation of the flux den-	
sity of the radio source Cassiopeia-A · · · · · · · · · ·	35
E. E. Khatschikian, N. L. Kalloglian- On the polarization of co-	
metary nebula NGC 2261	-:5
E. S. Parsamian - The colorimety of cometary nebula NGC 2261 .	-51
R. A. Vardanian-The polarimetric observations of § Corona Borcalis	0.7