

денных экспериментах более детальная классификация типов возбуждающихся колебаний не проводилась). Тот факт, что при фиксированных параметрах диодного промежутка наибольший отклик виртуального катода соответствует оптимальным условиям взаимодействия электронов с электромагнитным полем, может быть использован для нахождения условий расположения электронного пучка относительно плоскости «гребенки», наиболее благоприятных для взаимодействия в открытых резонансных системах с периодическими структурами.

Рис. 2, на котором приведены максимальный положительный отклик виртуального катода и ток насыщения на коллектор макета с открытой резонансной системой с периодической структурой в зависимости от угла поворота макета в фокусирующем магнитном поле, иллюстрирует возможность изучения оптимальных условий юстировки в магнитном поле. Из рис. 2 видно, что максимальное токопрохождение на коллектор и наиболее эффективное взаимодействие электронов с пространственными гармониками осуществлялись при различных условиях юстировки: наибольший отклик виртуального катода имел место при положении макета, отличающемся на 75 минут от положения, соответствующего максимальному токопрохождению на коллектор; при этом значительная часть тока, входящего в систему взаимодействия, перехватывалась зеркалом-решеткой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Дмитриев Б. С., Жарков Ю. Д. Об измерении сопротивления связи и дисперсии замедляющих систем с помощью электронного зонда.— Вопросы радиоэлектроники. Сер. IV. Радионизмерительная техника, 1965, № 8, с. 81—94. [2] Девятков М. Н., Костиенко А. И., Мясоедов Е. Я. Лампы бегущей волны как детекторы и смесители на СВЧ.— Радиотехника и электроника, 1962, № 5, с. 838—843. [3] Туманов Б. Н. Детектирование и смещение в автодиинной системе на резонансной ЛОВ.— Электронная техника. Сер. 1. Электроника СВЧ, 1971, 9, с. 11—14. [4] Афонин Д. Г., Костиенко А. И. О возбуждении периодической структуры в открытом резонаторе.— Вестн. Моск. ун-та. Сер. Физ. Астрон., 1979, 20, № 1, с. 71—74.

Поступила в редакцию
23.01.81

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1981, Т. 22, № 6

УДК 523.852.32

АСИММЕТРИЯ ФЕНОМЕНА МЛЕЧНОГО ПУТИ И НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ ГАЛАКТИКИ

И. И. Паша, М. А. Смирнов, Ф. А. Цицин

(ГАИШ)

1. Вопрос о направлении вращения спиральных ветвей в галактиках (рис. 1) поставил еще Парсонс в середине XIX в., впервые обнаружив спиральную структуру некоторых «туманных пятен». Его попытки непосредственно определить их вращения путем сравнения зарисовок спиралей, полученных в разное время, конечно, были безуспешны, поскольку, как окончательно доказал лишь Хаббл в 20-е годы нашего века, спиральные туманности находятся далеко за пределами нашей Галактики, и смещение изображений спирали, вызванное их собственным вращением, неизмеримо мало.

В 1914 г. Слайфер и Вольф независимо получили первые спектрограммы галактик, показавшие их вращение. Проблема направления вращения стала актуальной, но оказалась далеко не простой. Сложность была в том, что для решения вопроса необходимо знать пространственную ориентацию рассматриваемой галактики, т. е. ее ближнюю и дальнюю стороны (рис. 2). Непосредственно найти это определением расстояний до различных сторон галактики (даже ближайшей — Туманности Андромеды) было невозможно из-за их большой удаленности. Казалось, могла дать ключ к разгадке асимметрия изображений спиральных галактик, обусловленная наличием в них пылевой поглощающей материи; но разные модели распределения пыли в галактиках приводили к противоположным определениям ближней стороны.

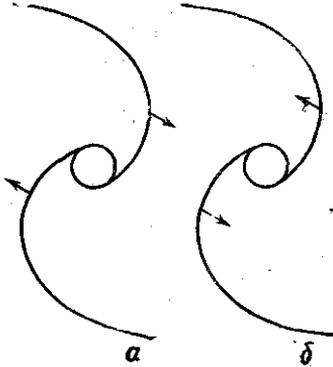


Рис. 1. Отстающие ветви (а), лидирующие ветви (б)

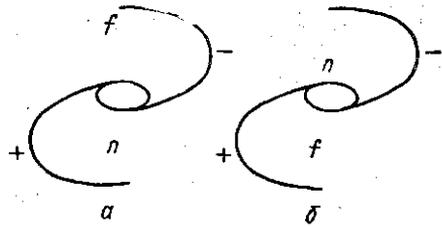


Рис. 2. Отстающие ветви (а), лидирующие ветви (б); f — дальний край; n — ближний край; «плюс» — удаляющийся край; «минус» — приближающийся край

2. Ранее обсуждался ([1] и др.) метод определения направления вращения галактик, наблюдаемых с ребра. Применение этого метода, развитого в [2], позволило уверенно установить направление вращения S галактик, в том числе впервые таких близких к нам, ярких и выразительных по структуре, как NGC 681, 891, 3628, 4244, 4565.

Метод основан на том факте (подмеченном еще Кертисом [3] и твердо установленном Линдбладом [4]), что поглощающая материя в спиральных галактиках имеет тенденцию концентрироваться вдоль вогнутой стороны спиральных ветвей. Поэтому при исследовании такой галактики, видимой с ребра, должна наблюдаться асимметрия «половин» изображения по одну и по другую стороны от ядра: более темная половина обращена к нам преимущественно вогнутой кромкой спиральной ветви. Зная характер вращения галактики (какой край приближается), легко найти ее направление вращения.

При этом удается полностью обойти трудность, неизбежно возникающую при попытке определить направление вращения спиральных галактик с наклоном главной плоскости системы к лучу зрения — двусмысленность пространственной ориентации галактики. Трудность эта была источником многолетней (и еще не завершенной) дискуссии между сторонниками Слайфера и Хаббла, с одной стороны ([5—8] и др.), и Линдבלада — с другой ([4, 9, 10] и др.), при их попытках решения вопроса о направлении вращения спиралей.

Отметим, что для достаточно близких (ярких) наблюдаемых с ребра галактик указанный метод оказывается настолько сильным, что

Рис. 3. Млечный Путь — наблюдаемая с ребра (изнутри) наша Галактика



не требует для своего применения сколько-нибудь прецизионной техники фотометрических измерений; не возникает даже необходимости работы с оригинальным фотографическим материалом. Простая оценка чуть ли не газетных репродукций снимков дает уже вполне уверенные определения — на какой стороне галактики наблюдается вогнутость и на какой — выпуклость ветвей!



Рис. 4. Наблюдаемая с ребра спиральная галактика NGC 891

Очевидно, при использовании строгих фотометрических методов круг галактик, у которых этим путем может быть определено направление вращения, существенно расширится.

3. Существует, однако, уникальный объект, к которому этот метод несколько неожиданным образом также оказывается применимым. Объект этот — наша собственная Галактика, наблюдаемая в виде Млечного Пути... Действительно, при весьма широких и общих предположениях о положении наблюдателя в галактике (вне спиральной ветви; не слишком близко от центра; недалеко от плоскости симметрии, — что хорошо выполняется в отношении нашего положения в Галактике), все предпосылки применимости указанного метода выполнены. Правда, направление вращения ветвей Галактики известно, так как ход спиралей в ней изучен другими методами (радионаблюдения и др.). Поэтому применение нашего метода к Млечному Пути нацелено скорее на контроль мощности самого метода.

4. Для использования этого метода в случае Галактики нужны фотографии, дающие общий вид Млечного Пути на всем его протяжении. Это либо композиция многих снимков отдельных участков Млечного Пути [11], либо комбинация нескольких снимков широкоугольным объективом типа «рыбий глаз» [12]. Прямое рассмотрение подобных изображений (рис. 3; ср. рис. 4) обнаруживает, что проявления поглоща-

ющей материи систематически различаются на различных галактических долготах l (что хотя и известно, но не обсуждалось в рассматриваемом аспекте). Общее более сильное поглощение, большая резкость и контрастность темных и светлых участков, указывающая на расположение пылевой материи в основном перед светящимся веществом, характерны для l от $\sim 20^\circ$ до $\sim 105^\circ$.

Значит, примерно здесь наблюдается вогнутый край спиральной ветви. В интервале l от $\sim 245^\circ$ до $\sim 340^\circ$ обнаруживается выпуклая кромка другой ветви. Этот результат согласуется с определениями общего хода спиральных ветвей Галактики в широкой окрестности Солнца прямыми наблюдательными методами и также дает отстающие ветви.

Итак, применение к Галактике описанного метода определения направления вращения спиралей в наблюдаемых с ребра галактиках подтверждает как отстающий характер вращения спиралей Галактики, так и действенность метода (и достаточную регулярность спиральной структуры Галактики в довольно широкой окрестности Солнца, что совсем не тривиально).

Подтверждение действенности метода даже в столь необычных условиях применения позволяет оптимистически расценить перспективы его использования для определения направления вращения спиралей в многочисленных более далеких наблюдаемых с ребра спиральных галактиках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Цицин Ф. А. — Астрон. цирк., 1955, № 157, с. 10. [2] Паша И. И., Цицин Ф. А. — Письма в Астрон. журн., 1979, 5, № 12, с. 627. [3] Curtis H. D. — Publ. Lick Obs., 1918, 13. [4] Lindblad B. — Stockholm Obs. Medd., 1934, N 14. [5] Slipher V. M. — Publ. Amer. Astron. Soc., 1920, 4, p. 232. [6] Hubble E. P. — Astrophys. J., 1943, 97, p. 112. [7] Irwin J. B. — Astron. J., 1952, 57, p. 15. [8] Vaucoeurs G., de. — Astrophys. J., 1958, 127, p. 487. [9] Danver C. G. — Lund Obs. Medd. 1, 1940, N 157. [10] Lindblad B., Brahe R. — Astrophys. J., 1946, 104, p. 211. [11] Уитни Ч. Открытие нашей Галактики. М.: Мир, 1975. [12] Бок Б., Бок П. Млечный Путь. М.: Мир, 1978.

Поступила в редакцию
05.02.81

УДК 621.072

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОСТАБИЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА, СТАБИЛИЗИРОВАННОГО СВЕРХПРОВОДЯЩИМ РЕЗОНАТОРОМ НА САПФИРЕ

Н. И. Балалыкин, В. И. Назаров, В. И. Панов

(кафедра физики колебаний)

В настоящей работе приведены результаты исследования трехрезонаторного СВЧ-генератора, стабилизированного сверхпроводящим резонатором (СПР) на сапфировой основе [1]. Интерес к таким источникам частоты определяется их высокой стабильностью и спектральной чистотой сигнала наряду с простотой исполнения и компактностью.

Исследуемый генератор был целиком изготовлен из монокристалла сапфира и состоял из трех последовательно связанных резонаторов. Первый резонатор вместе с включенным в него туннельным диодом