

О. В. Верхованов
Ю. Н. Парийский

РАДИОГАЛАКТИКИ И КОСМОЛОГИЯ

Б-14-16



МОСКВА®
ФИЗМАТЛИТ
2009

УДК 524.8
ББК 22.63, 22.67
В 36



*Издание осуществлено при поддержке
Российского фонда фундаментальных
исследований по проекту 08-02-07016*

Верходанов О. В., Парийский Ю. Н. **Радиогалактики и космология.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 304 с. — ISBN 978-5-9221-1135-5.

Книга посвящена исследованиям мощных радиогалактик в различных диапазонах длин волн. Основной упор делается на наблюдательные данные и их интерпретацию. Рассказывается история и рассматриваются перспективы исследования радиогалактик. Описываются свойства этих объектов, современные физические модели, объясняющие их активность и различие. Приводятся результаты многолетних исследований радиогалактик по программе «Большое Трио» на радиотелескопе РАТАН-600, 6-м оптическом телескопе БТА Специальной астрофизической обсерватории РАН и на радиоинтерферометре VLA NRAO (США). Детально анализируются тесты, позволяющие проверить модели Вселенной на основании наблюдательных данных радиогалактик. Рассматриваются проблемы анализа данных реликтового излучения в присутствии шумов, определяемых распределением радиогалактик.

Аспирантам, научным сотрудникам-астрофизикам, студентам-астрономам, физикам и всем интересующимся вопросами современной астрофизики и космологии.

ISBN 978-5-9221-1135-5

© ФИЗМАТЛИТ, 2009

© О. В. Верходанов, Ю. Н. Парийский,
2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие к изданию I	6
Предисловие к изданию II	8
Введение	10
Глава 1. К истории исследований	15
1.1. Исследования радиогалактик в России	20
1.2. Радиогалактики и Пулковская школа	22
Глава 2. Ярчайшие радиогалактики	24
2.1. Лебедь А	24
2.2. Центавр А	26
2.3. Дева А	27
2.4. Печь А	29
2.5. Персей А	30
2.6. Геркулес А	31
2.7. Гидра А	32
2.8. Живописец А	32
Глава 3. Феноменология радиогалактик	34
3.1. Механизмы излучения и радиоспектры галактик	34
3.1.1. Определение спектров радиоисточников (37).	
3.2. Морфологические особенности радиогалактик	40
3.2.1. Ядро (40). 3.2.2. Протяженные структуры (40).	
3.2.3. Джеты (41). 3.2.4. Горячие пятна (41).	
3.3. Классификация	42
3.3.1. Класс Fanaroff–Riley I (44). 3.3.2. Класс Fanaroff–Ri-	
leu II (44). 3.3.3. Бивариационная классификация (45).	
3.3.4. Физические различия (45). 3.3.5. «Жирные» двой-	
ные (49).	
Глава 4. Центральная машина радиогалактики	50
4.1. Сверхмассивные черные дыры	51
4.1.1. Сверхмассивные черные дыры в далеких радиогалак-	
тиках (56).	

4.2. Объединенная модель	58
4.2.1. Квазары и радиогалактики (62).	
Глава 5. Эволюция оптического и радиоизлучения радиогалактик	64
5.1. Синтетические модели спектров	67
5.2. Эффект соосности оптического и радиоизлучения	73
Глава 6. Космологическая эволюция населения радиогалактик/квазаров	77
6.1. К истории образования эллиптических галактик	83
Глава 7. Поиск далеких радиогалактик	91
7.1. Селекция далеких радиогалактик	92
7.1.1. Отождествление с Паломарским Атласом (92).	
7.1.2. Спектральный индекс (94). 7.1.3. Дополнительные факторы (96). 7.1.4. Этапы селекции (97).	
7.2. Результаты поисковых обзоров.	99
7.2.1. 3CRR (102). 7.2.2. Поздние Кембриджские обзоры (104). 7.2.3. Голландские исследования (107).	
Глава 8. Программа «Большое Трио»	112
8.1. Радиогалактика RCJ0311+0507 на красном смещении $z = 4,514$	118
8.2. Выводы	126
8.3. Атлас радиогалактик программы «Большое Трио»	126
Глава 9. Современная космологическая модель	162
9.1. Расширяющаяся Вселенная	162
9.2. Фундаментальные наблюдательные данные	165
9.2.1. Реликтовое излучение (165). 9.2.2. Распределение видимой материи (168). 9.2.3. «Стандартные свечи» (168). 9.2.4. Легкие элементы (169).	
9.3. Состав Вселенной	171
9.4. Космологическая модель и ее параметры	174
9.5. Инфляция	176
9.6. История времен	177
9.7. Другие космологические модели	178
9.7.1. Теория бран (178). 9.7.2. Фрактальная Вселенная (179).	
Глава 10. Космологические тесты и оценка параметров моделей	181
10.1. Подсчеты радиисточников	182

10.2. Соотношение $K - z$	184
10.3. Скучивание радиисточников	186
10.4. Размер радиогалактик	192
10.5. Гравитационное линзирование	197
10.6. Возраст радиогалактик	198
10.7. Эффект Сюняева–Зельдовича	204
10.8. Эффект Сакса–Вольфа	208
10.9. «Экзотические» тесты: поиск нейтралито	210
Глава 11. Проблемы радиисточников в данных реликтового излучения	213
11.1. Слабоучитываемые радиисточники в миссии «Planck»	225
Глава 12. Направление будущих исследований	231
12.1. Радиогалактики и XXI век	231
12.2. Пределы радиоастрономии	235
Послесловие	241
Приложения	245
Приложение 1. Основные каталоги радиисточников	245
Приложение 2. Как найти информацию о радиогалактиках в Интернете	247
Приложение 3. Возраст Вселенной на различных красных смещениях в зависимости от модели Вселенной	250
Приложение 4. Некоторые полезные формулы	252
Список литературы	254
Справочник терминов	271

Научное издание

*ВЕРХОДАНОВ Олег Васильевич
ПАРИЙСКИЙ Юрий Николаевич*

РАДИОГАЛАКТИКИ И КОСМОЛОГИЯ

Редактор *В.А. Гусев*
Оригинал-макет: *Е.Н. Водоватова*
Художник *В.О. Верховданова*
Оформление переплета: *В.О. Верховданова, Н.В. Гришина*
Редактор-организатор *Т.Ю. Давидовская*

Подписано в печать 29.06.09. Формат 60×90/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 19. Уч.-изд. л. 20. Тираж 400 экз.
Заказ № К-1234.

Издательская фирма «Физико-математическая литература»
МАИК «Наука/Интерпериодика»
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 90
E-mail: fizmat@maik.ru, fmisale@maik.ru;
<http://www.fml.ru>

Отпечатано в ГУП
«ИПК Чувашия», 428019
г. Чебоксары, пр-т И.Яковлева, 13