

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Специальная астрофизическая обсерватория
Российской академии наук
(САО РАН)

УДК 520; 523.3; 523.9; 524
№

УТВЕРЖДАЮ

Директор САО РАН



В. В. Власюк

«15» декабря 2016 г.

КРАТКИЙ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ОТЧЁТ

о ходе выполнения научно-исследовательской работы по теме
«ГАЗОВОЕ ОКРУЖЕНИЕ ГАЛАКТИК: АККРЕЦИЯ И ИСТЕЧЕНИЕ»

Программы ОФН-17

«Межзвездная и межгалактическая среда: активные и протяженные объекты»
ЗА 2016 ГОД

Отчет принят на заседании ученого совета САО РАН «13» декабря 2016 года
(протокол №351).

Нижний Архыз
2016

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы
в.н.с., д.ф-м.н.



А.В. Моисеев (введение, раздел 1,
заключение)

Исполнители темы
аспирант



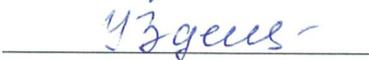
Д.В. Опарин (раздел 1)

м.н.с., к.ф-м.н.



Р.И. Уклеин (раздел 1)

Нормоконтролер



Ш.А. Узденова

РЕФЕРАТ

Отчет 10 с., 1 прил.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕЛЕСКОПЫ, ГАЛАКТИКИ, АСТРОСПЕКТРОСКОПИЯ

Цель работы - осуществление научной и научно-технической деятельности, в том числе проведение фундаментальных, поисковых и прикладных исследований, в области астрономии и смежных с ней науках.

В рамках проведения работы «Газовое окружение галактик: аккреция и истечение» удалось изучить особенности движения ионизованного газа в ряде галактик с активным ядром и со вспышкой звездообразования. С помощью сканирующего интерферометра Фабри-Перо на 6-м телескопе БТА САО РАН построены карты полей скоростей ионизованного газа в линиях [OIII], Na и [NII], а также изучена ионизация газа с помощью метода диагностических диаграмм. Анализ распределения поверхностной яркости протяженных эмиссионных структур позволил проследить историю изменения ионизирующего излучения из активного ядра, а также особенности его коллимации. Для галактик со вспышкой звездообразования удалось измерить скорости расширения гигантских газовых пузырей (Holmberg II) и характерную скорость галактического ветра (UGC 100043).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А	10
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ	10

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

БТА — Большой Телескоп Азимутальный

ИФП — интерферометр Фабри-Перо

SCORPIO-2 — многорежимный спектрограф 6-м телескопа БТА САО РАН

CALIFA- The Calar Alto Legacy Integral Field Area Survey, обзор близких галактик методом интегрально-полевой спектроскопии на 3.6-м телескопе обсерватории Калар-Альто (Испания).

SFR — star formation rate, темп звездообразования

VLA - Very Large Array, очень большая решетка радиотелескопов в США

ВВЕДЕНИЕ

Все больше косвенных указаний на то, что для объяснения многих аспектов эволюции галактик требуется учет аккреции газа из межгалактической среды. С другой стороны, процессы, происходящие в галактиках, тоже влияют на их окружение. Фотоионизационное излучение OB-звезд, кинетическая энергия звездных ветров и взрывов сверхновых нагревают газ, формируют как упорядоченные, так и хаотические истечения. Часть газа покидает галактику, часть, охлаждаясь, возвращается обратно и вновь принимает участие в звездообразовании. К еще более масштабным эффектам приводит работа аккреционной машины активного ядра. Учет такого взаимовлияния (feedback) сейчас является необходимым компонентом численных расчетов, посвященных как космологической эволюции в целом, так и объяснению параметров отдельных галактик. В то же время, большое количество свободных параметров моделей является проблемой, а прямых доказательств таких процессов не так много. Есть и противоречия этой картины с наблюдениями.

Галактический ветер - феномен достаточно хорошо известный. Но большинство наблюдений относятся к галактикам с мощным центральным звездообразованием ($SFR > 1-5 M_{\odot}/\text{год}$). Во многих случаях из наблюдений пока не получен ответ на вопрос, действительно ли обогащенный металлами газ достигает параболических скоростей, т.е. гарантировано покидает галактику. Даже такой важный параметр, как характерная скорость (разброс скоростей) ветра мало где измерен. Нами выполнены наблюдения, позволяющие достаточно уверенно измерить скорость ветра в галактике UGC 10043.

1 ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1.1 Изучен феномен галактического ветра в видимой с ребра галактике UGC 10043. Использовались данные 3D-спектроскопии, полученные на 3.5 м телескопе Calar Alto (обзор CALIFA) и на 6-м телескопе САО РАН со сканирующим интерферометром Фабри-Перо. На основе измерения параметров ионизованного газа определены основные физические характеристики ветра. Излучение ионизованного газа обнаруживается вплоть до расстояний 4 кпк выше плоскости галактического диска. Имеется некоторое расхождение между оценками современного темпа звездообразования и интенсивностью ветра, которое объясняется, скорее всего, неопределенностью с принятой величиной скважности газовых облаков в ветровой туманности. Наблюдаемое состояние ионизации газа объясняется в рамках фотоионизационных моделей, включающих ударные волны со скоростями < 400 км/с. Альтернативную оценку характерных скоростей дает анализ поля скоростей ионизованного газа, по данным наблюдений с ИФП на БТА. Спектральное разрешение этих данных в несколько раз лучше, чем в спектрах CALIFA, поэтому нам удалось достаточно уверенно оценить скорости ветра в рамках геометрической модели, ранее использованной для объяснения кинематики NGC 4460 (Опарин, Моисеев, 2015). Кинематические оценки дают характерную скорость ветра 100-250 км/с, что согласуется с оценками по фотоионизации газа и этим доказывает, что она обеспечивается в основном ударными волнами.

1.2 Выполнено детальное исследование движений ионизованного газа в галактике Holmberg II, основанное на наблюдениях со сканирующим интерферометром Фабри-Перо на 6-м телескопе САО РАН. Также использовались имеющиеся архивные данные различных спектральных диапазонов, включая изображения HST и радионаблюдения в нейтральном водороде на VLA. Представлены доказательства того, что современное звездообразование в этой галактике индуцировано столкновением гигантских оболочек нейтрального водорода. Также нами слабая ионизованная сверхоболочка, скорость расширения которой составляет не более 10-15 км/с. Для ионизации имеющегося в ней газа, в принципе, достаточно имеющихся в окрестности 5 звезд OB, хотя не исключен и вклад от ионизирующих фотонов из ярких областей HII.

1.3 Изучен ионизационный баланс и история изменения интенсивности излучения в 8 галактиках с затухающим активным ядром, ионизирующим облака на значительном расстоянии (более 10 кпк) от центра. Проанализированы результаты наблюдений на космическом телескопе им. Хаббла, 6-м телескопе САО РАН и 8-м телескопе Gemini (Гавайские о-ва). Наблюдения на БТА выполнялись с прибором SCORPIO-2 в режимах спектроскопии с длинной щелью и

сканирующего интерферометра Фабри-Перо. Показано, что общей особенностью всех рассмотренных галактик является быстрое уменьшение ионизирующей радиации за последние 20 тыс. лет. Наблюдения с интегрально-полевым спектрографом Gemini указывают на незначительную роль истечений газа из ядра в формирование ионизационных структур. В отличие от многих радио-громких активных галактических ядер, газ в в рассмотренных галактиках в основном связан с приливными структурами, подсвеченными центральной машиной активного ядра, что подтверждается их относительно «спокойной» кинематикой по данным наблюдений с ИФП на БГА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов спектральных и интерферометрических наблюдений галактик, выполненных на 6-м телескопе БТА САО РАН, позволил значительно лучше понять особенности внутренней кинематики различных астрофизических объектов, таких галактический ветер дисковых галактик и гигантские газовые сверхоболочки в карликовых галактиках, созданные в результате воздействия вспышки звездообразования на межзвездную среду.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

В ИНОСТРАННЫХ РЕФЕРИРУЕМЫХ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛАХ

1. Egorov Oleg V., Lozinskaya Tatiana A., Moiseev Alexei V., Shchekinov Yuri A. “Complexes of triggered star formation in supergiant shell of Holmberg II”, 2017, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 464, pp. 1833-1853

В РОССИЙСКИХ ИЗДАНИЯХ

1. Моисеев А.В. «Исследование галактик с полярными кольцами на БТА», Юбилейный сборник «САО РАН – 50 лет», принято к печати

СПИСОК ДОКЛАДОВ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ

1. Moiseev A. V. “Multi-spin galaxies on the 6-m telescope: forty-years history of researches”, конференция Multi-spin Galaxies 2016, п. Нижний Архыз, Карачаево-Черкессия, Россия, 26-30 сентября 2016
2. Bryukhareva T., Moiseev A., "Ionized gas in the galaxies with fading star formation: distribution and kinematics", конференция Multi-spin Galaxies 2016, п. Нижний Архыз, Карачаево-Черкессия, Россия, 26-30 сентября 2016