

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Е.О.Васильева
«Процессы энерго- и массообмена между галактиками и
окологалактической средой», представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 01.03.02 - Астрофизика и звездная астрономия.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ.

Исследование процессов формирования и эволюции крупномасштабных структур галактик являются одним из фундаментальных направлений современной астрономии. В последнее время наибольшее внимание привлекают процессы тесного взаимодействия галактик, включая их взаимодействия, слияния и процессы аккреции вещества извне и в особенности процессы взаимодействия галактик с внегалактической средой. Взаимодействие между отдельными компонентами может иметь и внутри самой конкретной галактики, например, между звездным и газовым дисками. Новые данные о существовании пространственных вариаций металличности в межзвездном и межгалактическом газе и новые данные о лучевых концентрациях ионов металлов в протяженном гало приводят к высоким требованиям эффективности обмена массой и энергией между гало и диском для всех галактик, включая галактики с активным звездообразованием.

К сожалению, физика всех этих процессов в таких структурах еще до конца не выяснена, хотя первоначальные идеи и физические модели уже определились. Поэтому главные цели данной диссертационной работы, сформулированные как исследование процессов обмена энергией и массой между галактиками и окружающей средой от начала формирования первых звезд во Вселенной до современной эпохи и определение наблюдательных проявлений, характерных для этих процессов, являются, несомненно, актуальными.

2. НАУЧНАЯ НОВИЗНА ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДОВ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ.

Существенно новыми, по мнению оппонента, являются следующие результаты диссертации:

2.1. Впервые найдено масштабное соотношение между эффективностью нагрева газа сверхновыми до рентгеновских температур,

темпом вспышек сверхновых и плотностью окружающего газа. Предсказана временная задержка между началом вспышки звездообразования и активацией галактического ветра, возникающего в результате коллективного действия вспышек сверхновых.

2.2. Впервые обнаружена возможность увеличения эффективности перемешивания тяжелых элементов в первых протогалактиках в результате схлопывания остатков сверхновых. В результате показана возможность образования звезд с высокой металличностью.

2.3. Впервые определены условия для развития тепловой неустойчивости, обусловленной образованием молекулярного водорода в столкновительном газе с низкой металличностью и начальной температурой выше 10^5K . Показано, что развитию тепловой неустойчивости способствует запаздывание рекомбинации водорода.

2.4. Впервые определены условия для эффективного образования молекул HD за фронтами ударных волн и ионов кислорода OVI под действием галактического и внегалактического ионизирующего излучения в первичном газе.

2.5. Представлены новые факторы влияния нестабильных частиц темной материи в пострекомбинационной Вселенной на флуктуации реликтового излучения (СМВ), в линии 21 см атомарного водорода, а также влияния частиц темной материи на лес абсорбционных систем.

3. СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ.

Основные результаты и выводы диссертации вполне достоверны и надежны, так как базируются на реализации эффективных, разработанных при участии автора диссертации, численных программ с использованием результатов наблюдений, полученных на ведущих в мире телескопах. Выполненные расчеты термохимической эволюции газа с определенным первичным составом сравнивались с результатами других авторов и были подтверждены другими авторами (соответствующие ссылки приведены в автореферате и в тексте диссертации). Разработанные программные комплексы для моделирования тепловых процессов в первичном газе тестировались путем сравнения с результатами расчетов других авторов. При расчетах использовались также хорошо известные, широко используемые программные пакеты, такие как CLOUDY, ZEUS-MP и другие.

4. НАУЧНАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДОВ ДИССЕРТАЦИИ.

Полученные в диссертационной работе результаты теоретических расчетов могут быть использованы и уже используются в различных теоретических и экспериментальных исследованиях в области внегалактической астрономии. Полученные оценки массы газа, охлаждаемого молекулами HD при слиянии протогалактик, могут быть использованы в планируемых миллиметровых наблюдениях газа до эпохи реионизации и могут быть использованы в научной программе будущей российской космической обсерватории «Миллиметрон». Разработанный диссертантом пакет программ газодинамических расчетов имеет широкую область применения в современной астрономии.

5. ОЦЕНКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ В ЦЕЛОМ.

Данная диссертационная работа выполнена на высоком профессиональном уровне.

Замечания к диссертационной работе сводятся к следующим, и носят рекомендательный характер. Автору следовало рассмотреть, хотя бы в краткой форме, проблему связи рассмотренных физических процессов в первичных галактических структурах с активностью центральной сверхмассивной черной дыры в центре галактики, которая является мощной энергетической машиной, имея в виду, что массы сверхмассивных черных дыр, обнаруженных на больших космологических расстояниях с космологическим красным смещением $z > 5$, превышают миллиарды солнечных масс. В настоящее время общепринятой точкой зрения является утверждение, что мощный релятивистский джет сверхмассивной черной дыры влияет на темп звездообразования в галактике, а также может оказывать воздействие на окологалактическую среду, создавая, в частности, и галактический ветер.

Сделанное замечание, которое носит характер рекомендации, ни в коем случае не снижают ценности выполненной диссертационной работы. Диссертация Е.О.Васильева представляет собой решение крупной научной проблемы – в ней представлены разработанные автором методы и алгоритмы построения численных моделей для расчетов физических процессов в первичном газе ранней Вселенной.

Результаты диссертации опубликованы в ведущих журналах с высоким импакт-фактором и хорошо известны среди специалистов. Апробация результатов диссертации высока.

Считаю, что диссертация Е.О.Васильева удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени

доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия, а сам автор диссертации Е.О.Васильев заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по данной специальности.

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Отзыв составил официальный оппонент заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Главной (Пулковской) астрономической обсерватории Российской академии наук (ГАО РАН), доктор физико-математических наук, профессор Гнедин Юрий Николаевич.

Адрес оппонента: 196140, г.Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, д.65/1.

Электронная почта: gnedin@gao.spb.ru

Телефон: (812) 363-70-41

10 сентября 2015 г.

Подпись Ю.Н.Гнедина заверяю,
Ученый секретарь ГАО РАН,
кандидат физ.-мат. наук



Ю.Н.Гнедин

Т.П.Борисевич