

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Землянухи Петра Михайловича
«Свойства областей образования массивных звезд
и звездных скоплений на различных масштабах»,
представленную на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.1 - физика космоса, астрономия

Образование массивных звезд остается пока в значительной степени неясным процессом, несмотря на огромное число предложенных в последние годы теоретических моделей. В то же время в наблюдениях областей звездообразования обнаруживается широкое многообразие физических и химических параметров, которые могут повлиять на «успешность» появления массивных звездных объектов. Понимание этого требует не только дальнейшего последовательного накопления наблюдательных данных, необходимого для создания адекватных моделей, но и подробного статистического анализа получаемого массива информации о тепловом состоянии и химическом составе протозвездных скоплений. Именно этому и посвящена диссертационная работа П.М. Землянухи.

В рамках работы соединены **разработка** процедур статистического анализа спектральных карт излучения в молекулярных линиях и **получение** большого объема данных об областях звездообразования. Важным представляется создание авторских оптимизированных методов статистической обработки спектров. Применение этих методов к наблюдательному материалу, в том числе полученному самостоятельно, позволило автору ограничить физические свойства газа в протозвездных ядрах. Именно этим определяется **высокая актуальность и значительная практическая ценность** представленной диссертации.

Диссертационная работа П.М. Землянухи представляет собой обширное исследование кинематических, химических и тепловых свойств газа в областях образования массивных звезд, проведенное с помощью современных **достоверных** методов спектрального и статистического анализа. Особенно **ценным** является **получение** параметров протозвездных ядер и фрагментов на основе авторских методов оптимизации обработки данных. Этим определяется **новизна** представленной работы.

Вместе с этим надо отметить и недостатки работы. Значительная часть текста представляет смесь научообразного и телеграфного стиляй с большим числом опечаток, синтаксических ошибок и стилистических неточностей, множеством жаргонизмов. Это достаточно серьезно затрудняет чтение и понимание результатов. К этому стоит еще добавить, что некоторые рисунки (1.3, 2.6, 2.8, ... 5.2 и т.д.) приведены в плохом качестве, рис.5.18 перевернут, в списке литературы нумерация идет непоследовательно. До конца не понятно, зачем некоторые рисунки были вынесены в приложение да еще с таким своеобразным названием. При этом некоторые длинные таблицы (например, 1-4) как раз стоило бы поместить в приложение. Список публикаций диссертанта, относящихся к каждой главе, приведен без каких либо разделителей, сплошным текстом (см. введение к главам). Некоторые гистограммы лучше было бы нормировать (см., например, рис. 5.10).

Стоит указать и на некоторые вопросы и замечания к научной части работы.

1. В первой главе и далее утверждается, что разработанные диссертантом методы статистического анализа спектров ускоряют обработку данных за счет понижения размерности (например, стр.16). При этом в тексте не приведено какого либо сравнения с результатами, основанными на общеизвестных стандартных методах.

2. На стр. 56 утверждается: «в ядре G77.462+1.759 обнаружено вращение», не ясно откуда это следует.

3. В главе 3 использовалась «1D микротурбулентная сферически-симметричая не-ЛТР модель» (стр. 60). Из текста не ясно, что включает эта модель, на чем она основана, что здесь означают слова «микротурбулентная» и «не-ЛТР»?

4. На стр. 63 упоминается о картах, рассчитанных с помощью этой модели, указана ссылка на Приложение. Не ясно, что читатель может найти в приложении по этому вопросу. Ниже по тексту приведены формулы для радиальных профилей давления и температуры. Чем обусловлен выбор такой формы, откуда это следует? Еще раз на стр. 64 написано о расчете карт в линии HCO^+ , какие методы использовались в этом расчете?

5. На стр. 67 указано: «турбулентная скорость достаточно резко спадает с расстоянием от центра». Чем обусловлено такое поведение? Если ее величина является параметром, то почему так задается?

6. Там же утверждается: «скорость сжатия по абсолютной величине слабо убывает с расстоянием от центра ($\sim 0.33\text{км}/\text{с}$ в центральном слое и $\sim 0.25\text{км}/\text{с}$ во внешнем слое)», при том, что турбулентная скорость меняется от $2.8\text{ км}/\text{с}$ в центральном слое до $\sim 0.6\text{км}/\text{с}$ во внешнем. Получается, что турбулентная скорость везде превосходит скорость сжатия? Чему это соответствует?

7. На стр. 94 приведены оценки объемной плотности фрагментов. Хотелось бы понять, каким образом получены эти величины.

8. При обсуждении вириальных параметров облаков (стр. 96) указано, что «...отличие ... связано с нетепловыми движениями в ядрах». О каком типе движений идет речь?

9. Результаты п.4.3.3 (стр.97) показаны на рис.4.11. Желательно было хотя бы кратко обсудить эти результаты именно в этом параграфе, даже если они, вдруг, найдутся в другой части диссертации.

10. На стр. 100 указано на «необычную» скорость на диаграмме «позиция–скорость», связанную с двумя пузырями. Приводится оценка кинематического возраста пузырей. Эти величины кажутся огромными, если обратить внимание на значения плотности фрагментов (рис. 4.9) и лучевой концентрации (рис. 4.7). Хотелось бы понять аргументы, на основе которых проведены такие простые оценки.

11. На стр. 105 утверждается: «ударные волны могут образоваться из-за высокого давления в регионах, нагретых полем УФ излучения, что приводит к образованию неоднородностей». На стр. 130 также обсуждается причина неоднородности ядра, расположенного между зонами ионизации. О каком механизме формирования неоднородностей идет речь в каждом случае?

Указанные замечания не могут повлиять на научную составляющую диссертации, основные ее выводы и положения, выносимые на защиту.

Автореферат диссертации в целом соответствует ее содержанию (перепутаны номера глав). Результаты, представленные в диссертации, опубликованы в 10 статьях в рецензируемых журналах.

Представленная диссертационная работа выполнена на очень высоком научном уровне, результаты являются **новыми, практически важными и актуальными**.

Диссертационная работа Петра Михайловича Землянухи «Свойства

областей образования массивных звезд и звездных скоплений на различных масштабах» отвечает всем требованиям п.9 Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор П.М. Зелянуха заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

ведущий научный сотрудник
Отдела теоретической астрофизики и космологии
Астрокосмического центра
ФИАН им. П.Н.Лебедева РАН,
д.ф.-м.н. (по специальности 01.03.02),
Васильев Евгений Олегович

22 ноября 2023 г.



Почтовый адрес:
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук
Ленинский проспект, д. 53, Москва, 119991
Телефон: 8-495-333-23-78,
Эл. адрес: eusgtar@mail.ru

Подпись Васильева Евгения Олеговича заверяю.

Ученый секретарь ФИАН
к.ф.-м.н.

А.В. Колобов

