РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу Агишева Алдияра Талгатовича на тему «Хаотические закономерности характеристик газопылевых звезд и скоплений галактик», представленную на соискание степени доктора философии (Ph.D) по специальности «6D061100 – Физика и астрономия»

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами

Объектами исследования данной диссертационной работы являются звезды, газопылевые оболочки, молекулярные туманности, распределение галактик в пространстве. Актуальными проблемами изучения Вселенной сегодня являются вопросы физической природы структур звезд, их газопылевых оболочек, молекулярных туманностей, распределения галактик в пространстве этих объектах, их количественная оценка. Для решения этих задач широко используются кросс корреляционные методы и методы перекрестных анализов карт наблюдений для молекулярных облаков и звезд с газопылевыми оболочками.

В соответствии с этими проблемами **целью работы является качественная и количественная оценка закономерностей наблюдаемых структур в газопылевых звёздах, молекулярных облаках и скоплениях галактик информационно-энтропийным и фрактальным методами по наблюдаемым спектрам и изображениям.**

Предложенная в работе методика количественной оценки позволяет выявлять потенциальных кандидатов и давать количественную оценку, что может быть первичным методом оценки, которая применима для больших объемов доступных данных обзоров и имеющихся каталогов. То есть, актуальность настоящей работы сводится к разработке количественного метода классификации. Деление на группы путем сравнения физических параметров объектов и явлений позволяет делать предположение о свойствах исследуемых процессов, предсказать ход эволюции системы. Если считать исследуемые объекты эргодической системой, то при невозможности прямой оценки эволюции процессов во времени можно оценить эволюции через пространственные ряды. При этом структурность прослеживается на масштабах скоплений галактик, образуя нити и динамические потоки материи.

2. Научные результаты и их обоснованность

К основным можно отнести следующие результаты:

1. Предложенный метод нормировки информационной энтропии различает процессы в узких интервалах согласно критериям фрактальности, самоподобия информации и энтропии.
2. Информационно-энтропийный анализ звёздного излучения звезд класса B[e], позволяющий количественно выявлять звезды типа FS CMa, наблюдаемым распределениям энергии в спектре.

3. Показана возможность на данных молекул 12CO, NH3 определить участки самоорганизации, являющимися первичными областями звёздообразования, что было подтверждено кинематикой вдоль нити интегральной формы облака Ориона.

4. Определена фрактальная размерность структуры распределения галактик теоритически и по наблюдениям.

5. Выполнено обобщение метода на скопления галактик через ту же фрактальную размерность с использованием фрактальной модели позволило определить наличие масштабно инвариантного движения во Вселенной.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

В Работе получен критерии самоподобности, основанный на учете неоднородности системы. В результате через оценку нормированной информационной энтропии сигналов и объектов появилась возможность проследить переход к фрактальности и дальнейшему мультифрактальному поведению системы. Подобная трактовка результатов возможна, опираясь на методику определения обобщенной мультифрактальной размерности и учета неоднородности через статистику, предложенную Цаллисом для ананлиза слабо неравновесных систем. Достоверность выводов подкреплена расчетами структурности модельных фрактальных объектов и нелинейных динамических отображений.

Звездообразующие области классифицированы как самоорганизованные через нормированные информационные энтропии, на основе критериев по неподвижным точкам информации и энтропии.

Количественно оценены распределения энергии в спектре звезд с газопылевыми оболочками оцененные. Оценки подтверждаются близостью с результатами, полученными на основе теоретических моделей, полученными другими авторами.

Достоверность научных выводов работы, а также обоснованность выносимых на защиту результатов подтверждается публикациями соискателя в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, и зарубежных журналах, входящих в базы данных Scopus и Thomson Reuters.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации

Научная новизна результатов диссертационной работы Агишева А.Т. включает следующие пункты:

1 Предложен новый критерий классификации систем на основе расчета их информационной энтропии. Данный критерий представляет собой самоподобное значение меры информации при структурной неоднородности. Другими словами, произведен поиск самоподобного значения функции

плотности вероятности информации из видоизмененной экспоненты. Вид экспоненты и соответствующая ей неоднородность задана через статистику Цаллиса, где фрактальность описывается параметром $q \to 0$. Для случая $q \to 1$ экспонента принимает обычный вид, а критерий становится равным информационному критерию в ее неподвижной точке. В целом, данный критерий можно считать дополнением к уже существующим критериям самоподобии информации и энтропии. По смыслу введения этот параметр может быть определен через мультифрактальный момент (параметр) в формуле обобщенной фрактальной размерности Реньи, которая при $q \to 0$ является фрактальной размерностью, а при $q \to 1$ – информационной.

2 Впервые метод информационного анализа был применен для исследования молекулярных облаков. Разработанный метод предлагается в качестве количественной оценки степени хаотичности процессов в системе.

3 Определена размерность структурного распределения галактик в глобальном масштабе Вселенной теоритически и по наблюдениям.

4 Показано, что расширение Вселенной может быть описана нелинейной фрактальной моделью. Установлено, что хотя все структуры самоподобны на различных масштабах, и определяются одинаковой размерностью, характер галактик, их масштабы меняются в зависимости от расстояния до них.

5. Практическая и теоретическая значимость полученных результатов

Представленные соискателем научные результаты имеют как теоретическую ценность, так и практическую применимость.

Установленные в данной работе теоретический критерий, методика нормировки информационной энтропии для процессов различной размерности, а также результаты проведенной классификации протозвезд в молекулярных туманностях и звезд с газопылевой оболочкой могут быть использованы в качестве новой методики исследований. Глобальная, фрактальная размерность галактик, определенная по каталогам может иметь фундаментальное значение для моделей Вселенной. Тем самым, применение методов оценки вероятностного поведения может быть чрезвычайно эффективным методом количественной классификации и найти прикладное применение.

Интересный вопрос, затронутый в диссертации и имеющий потенциал для дальнейшего исследования - это поиск зависимости типа возникающей фрактальной структуры в среде от самого процесса. Вопрос фрактальности процессов турбулентности, образование геофизических структур или же наличия универсального характера остается открытым. К тому же размерности процессов в неравновесных системах часто различны.

Разработанные в диссертации методы успешно применяются в рамках реализации государственной программы МОН РК «Финансирование по научным и (или) научно-техническим проектам на 2018-2020 годы» по теме: «Информационно-энтропийные технологии многоканальных

телекоммуникационных систем и их применения», в соответствии с планами научно-исследовательских работ.

В связи с этим, актуальность темы диссертационной работы Агишева А.Т. подтверждена в соответствии с теоритической значимостью и прикладной применимостью.

Предложенная нелинейная модель расширяющейся Вселенной на основе структурности, учитывающийся через размерность, описывает расширение Вселенной через ее фрактальность, таким образом, установленные в данной работе теоретические закономерности имеют фундаментальное значение изучения Вселенной и ее свойств.

6. Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил присуждения ученых степеней

Диссертационная работа Агишева Алдияра на тему «Хаотические закономерности характеристик газопылевых звезд и скоплений галактик», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D061100 – Физика и астрономия», по актуальности, научной новизне и практической и теоретической значимости результатов соответствует требованиям Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК.

7. Замечания, предложения по диссертации

- В разделе «определения, обозначения и сокращения» дать определение понятия энтропии в более общей физической форме, учитывая связь с термодинамикой и ее роль в применяемом в диссертации виде.
- Вывод предложенного «фрактального» критерия неочевиден из формулы 2.1.16, а также требует уточнения вывод данной формулы.
- На Рисунке 2.2.8 отсутствует четкое сопоставление фотометрических кривых распределения энергии в спектре к определенным звездам.
- в соответствие с предыдущим пунктом на рисунке 2.2.10 наблюдается сложность однозначного определения звезд подкласса FS CMa по соответствующему названию отдельной звезды.
- Оформление диссертации содержит достаточное количество «пустых» участков на странице. В связи с чем, рекомендую пересмотреть стиль изложения рисунков, их пропорции и расположение.
- Обратить внимание на стилистику цитирования англоязычной литературы в списке использованных источников и ее соответствие стандарту. В частности заменить выражение тома на ее англоязычный аналог, «Т» на «Vol.», то же самое и с обозначением страниц.
- В целом, сложность поставленных вопросов и физическая глубина их проработки не всегда достаточно хорошо согласуются друг с другом. Тем не менее, несмотря на отмеченные замечания, учитывая актуальность поставленных задач перед докторантом, проявленную им работоспособность и целеустремленность, умение решать поставленные

перед ним задачи считаю, что эти замечания не умоляют достоинство выполненной работы. В связи с этим соискатель Агишев А.Т. **заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D061100 – Физика и астрономия.**

Официальный рецензент:
д.ф.-м.н., профессор, заведующий
лабораторией АО «НЦКИТ», ДТОО
Институт ионосферы

В.М. Сомсиков

«___»_____2020г.