

## ОТЗЫВ

**научного руководителя о диссертации Кима Виталия Юрьевича**

«Ротационная эволюция нейтронных звезд в газовой среде с магнитным полем»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по  
специальности 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия».

Массивные рентгеновские двойные системы (МРДС), составляющие основной предмет исследований в диссертации В.Ю. Кима, являются уникальными естественными лабораториями, позволяющими исследовать структуру и динамику движения плазмы в сильных электромагнитных и гравитационных полях, недостижимых в земных условиях, и проводить независимую диагностику параметров плазмы звездного ветра и газовых оболочек звезд раннего спектрального класса. Уникальность этих систем обусловлена присутствием в их составе вращающейся нейтронной звезды с сильным магнитным полем и находящейся в режиме ветровой аккреции. Большинство этих звезд проявляют себя как рентгеновские пульсары, характеристики излучения и ротационная эволюция которых позволяет провести независимую диагностику процесса обмена массой между компонентами системы. Значительные объемы наблюдательной информации, накопленные за последние десятилетия, указывают на широкое многообразие форм течения вещества в этих системах и, таким образом, на высокую актуальность исследования механизмов их реализации и эволюции.

Фундаментальной проблемой, на решение которой направлены исследования, представленные в диссертации В.Ю. Кима, является принципиальное несоответствие между наблюдаемой картиной ротационной эволюции рентгеновских пульсаров в МРДС и ожидаемой в рамках теоретических моделей, основанных на сценариях аккреции из кеплеровского диска и квази-сферической аккреции. Установлено, в частности, что темп изменения периода у ряда пульсаров эпизодически достигает значения, которое на порядок превосходит максимально возможный темп изменения периода пульсаров, оцениваемый в рамках вышеупомянутых моделей. Поскольку исправить ситуацию путем варьирования величин свободных параметров модели в большинстве случаев не удастся, возникает необходимость пересмотра базовых принципов традиционных сценариев обмена массой между компонентами МРДС. В диссертации В.Ю. Кима рассматривается сценарий, в котором звездный ветер массивного компонента обладает достаточно сильным магнитным полем. Исследование в рамках такого предположения отличается исключительной новизной и приводит к результатам, которые лучше соответствуют наблюдениям, нежели выводы традиционных моделей.

В диссертации В.Ю. Кима представлен наиболее свежий каталог галактической популяции рентгеновских пульсаров в МРДС, проведена классификация источников и выделен класс наиболее полно изученных пульсаров, в том числе детально исследуемых в диссертации. В качестве теоретической основы рассмотрен обобщенный сценарий ветровой аккреции в МРДС, учитывающий как угловой момент, так и собственное магнитное поле аккреционного потока. Представлено решение модельной задачи, позволяющей оценить величину крутящего момента, приложенного к нейтронной звезде со стороны аккреционного потока. Это позволило диссертанту рассмотреть наряду с традиционными сценариями аккреции из кеплеровского диска и квази-сферической аккреции ситуацию, в которой нейтронная звезда аккрецирует из некеплеровского магнито-левитационного диска, и построить картину ожидаемой ротационной эволюции пульсаров в этом случае. Хорошее соответствие предельных значений параметров, ожидаемых в этой картине, с наблюдаемыми указывает на принципиальную эффективность сценария магнито-левитационной аккреции в плане исследования процесса обмена массой между компонентами МРДС и целесообразность дальнейшего исследования и развития этого сценария.

В ходе выполнения диссертационной работы В.Ю. Ким провел детальный анализ характеристик рентгеновского пульсара ОАО 1657-415, который уже на протяжении более 40 лет находится в состоянии раскрутки (уменьшения средней величины периода) и демонстрирует эпизодические вариации периода с исключительно высоким темпом. Показано, что свойства пульсара, включая его ротационную эволюцию, хорошо объясняются в рамках сценария магнито-левитационной аккреции. В этом случае удается также оценить величину магнитного поля в звездном ветре массивного компаньона нейтронной звезды, используя последнюю в качестве «зонда».

Исследования изолированного рентгеновского пульсара 1E 161348-5055 с исключительно длинным периодом, составляющим 6.7 часа, выходят за рамки фазы аккреции и требуют обратиться к анализу эволюции массивной двойной системы в целом. В диссертации В.Ю. Кима показано, что такие объекты могут являться потомками МРДС, сформированными в ходе распада системы после второй вспышки сверхновой. Оценки параметров ротационной эволюции пульсара при этих условиях, выполненные в рамках обобщенной модели аккреции, показали принципиальную возможность формирования столь уникальных объектов, параметры которых, за исключением сверхдлинного периода, соответствуют общепринятым.

Результаты, представленные в диссертации В.Ю. Кима, используются в расчетах эволюционных треков нейтронных звезд в МРДС и позволяют уточнить оценки популяции этих объектов в нашей и ближайших галактиках. На их основе составлены заявки и выполнены наблюдения по программе исследования магнетизма звезд ранних спектральных классов. Выводы диссертации частично входят в программу курса по физике и эволюции пульсаров, читаемого студентам астрономического отделения СПбГУ.

За время обучения в аспирантуре ГАО РАН и последующей работы в должности научного сотрудника В.Ю. Ким проявил отменное трудолюбие и добросовестность, способность к самостоятельному исследованию проблемы и анализу полученных результатов.

По качеству, объему и результатам исследований, приведенных в диссертации, В.Ю. Ким безусловно достоин присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Директор Главной (Пулковской)  
астрономической обсерватории  
Российской Академии наук,  
доктор физ.-мат. наук



*Handwritten signature in blue ink.*

Н.Р. Ихсанов

23.07.2018г.