

ОТЗЫВ

официального оппонента д.ф.м.н. С.Г. Моисеенко
на диссертацию Кима Виталия Юрьевича

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

Диссертационная работа В.Ю. Кима посвящена исследованию пекулярных проявлений ротационной эволюции нейтронных звезд, проявляющих себя как аккрецирующие рентгеновские пульсары в массивных рентгеновских двойных системах. Галактическая популяция этих источников, в соответствии с оригинальным каталогом, составленным автором и представленным в качестве приложения к диссертации, на сегодняшний день насчитывает более 70 объектов. Порядка трети этих источников изучены достаточно полно, включая оценку магнитного поля нейтронной звезды по циклотронным линиям, и демонстрируют ротационную эволюцию, которая в соответствии с каноническими представлениями о крутящем моменте, приложенном к нейтронной звезде со стороны аккреционного потока, может классифицироваться как пекулярная. Несмотря на многочисленные попытки, общепринятого решения данной проблемы до сих пор не существует, что делает дальнейшее исследование пекулярных проявлений ротационной эволюции рентгеновских пульсаров безусловно актуальным.

Автором диссертации представлены результаты исследования, основанного на принципиально новом подходе к решению поставленной задачи, в основе которого лежит сценарий аккреции на вырожденную звезду из звездного ветра с достаточно сильным магнитным полем. Данный сценарий был ранее изучен в отношении аккреции вещества на черные дыры, но не применялся в качестве инструмента исследования ротационной эволюции аккрецирующих нейтронных звезд. Новый алгоритм диагностики массивных рентгеновских двойных систем по характеристикам рентгеновского излучения пульсара, является одним из результатов, обеспечивающих практическую значимость представленного исследования.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы (355 наименований) и приложения. Ее объем составляет 140 страниц, включая 9 рисунков и 8 таблиц.

Во Введении изложены цели и задачи работы, обоснована их актуальность. Рассмотрена новизна и оправданность подходов, использованных в диссертации, отмечены научная и практическая значимость полученных результатов. Приведен список публикаций и апробаций работы, а также краткое содержание диссертации.

В Первой главе описывается сценарий ветровой аккреции на нейтронную звезду в массивной двойной системе, в котором наряду с угловым моментом учитывается магнитное поле аккреционного потока. Показано, что процесс аккреции в рамках такого сценария в зависимости от параметров системы и ее компонентов может рассматриваться в одном из трех основных приближений. Два из них, квазисферическая аккреция и аккреция из турбулентного кеплеровского диска, к настоящему времени достаточно полно изучены. В качестве третьего приближения используется сценарий аккреции, исходно предложенный в 1974 году Бисноватым-Коганом и Рузмайкиным, в рамках которого компактная звезда аккрецирует вещество из магнитного некеплеровского диска. Представлены критерии реализации каждого из приближений. Отмечено, что приближение магнитного некеплеровского диска может реализоваться лишь при условии присутствия в звездном ветре массивной звезды достаточно сильного магнитного поля. Выполнена оценка крутящего момента, приложенного к нейтронной звезде в каждом из описанных приближений, и

определены границы значений равновесного периода осевого вращения нейтронной звезды. Показано, что темп изменения периода пульсара достигает своего максимального значения в случае аккреции, реализуемой из магнитного некеплеровского диска. Ожидаемый темп изменения периода в этом случае соответствует наибольшим значениям, наблюдаемым у известных на сегодня рентгеновских пульсаров. Показано, также, что моделирование ротационной эволюции пульсара в рамках приближения магнитного некеплеровского диска (называемого в диссертации «магнито-левитационным» диском), позволяет косвенно оценить величину радиуса магнитосферы нейтронной звезды.

Во Второй главе на примере рентгеновского пульсара OAO 1657-415 рассматривается возможность диагностики звездного ветра нормального компаньона в массивных рентгеновских двойных системах. В качестве основного инструмента такой диагностики используется обобщенный сценарий ветровой аккреции, описанный в первой главе диссертации. Анализируя регулярное вековое уменьшение периода пульсара автор приходит к оценке верхнего предела скорости звездного ветра массивного компонента системы. Оценка величины магнитного поля в ветре массивной звезды выполнена в предположении, что в системе реализуется аккреция из магнитного некеплеровского диска. Для обоснования допустимости такого предположения автор рассматривает наблюдаемую быструю ротационную эволюцию нейтронной звезды. Отмечается, что предложенная методика может служить инструментом для оценки параметров звездного ветра массивных звезд ранних спектральных классов даже в случае относительно небольшой величины магнитного поля этих объектов.

В Третьей главе рассматриваются вопрос о происхождении и текущем эволюционном статусе изолированного рентгеновского пульсара 1E161348-5055, период которого составляет 6.7 часа и является рекордным среди всей известной популяции пульсаров. Показано, что наблюдаемые параметры этого пульсара могут быть интерпретированы в рамках обобщенного сценария аккреции, при условии, что нейтронная звезда в настоящую эпоху аккрецирует вещество из остаточного магнито-левитационного диска. Рассматривая возможные сценарии эволюции, автор диссертации приходит к выводу, что 1E161348-5055 может являться продуктом эволюции массивной рентгеновской двойной системы. Долгопериодический пульсар в этом случае оказывается старой нейтронной звездой, образованной в ходе первой вспышки сверхновой в массивной двойной системе. В состоянии изолированного пульсара эта звезда перешла в момент взрыва ее массивного компаньона, захватив часть вещества из сброшенной им оболочки. Достичь исключительно большого периода пульсар, образовавшийся в рамках такого сценария, мог лишь при условии реализации в системе аккреции из магнитного медленно вращающегося диска.

В Заключение изложены основные выводы диссертационной работы.

В Приложении приводится каталог галактической популяции рентгеновских пульсаров в массивных рентгеновских системах, составленный автором диссертационной работы.

По содержанию диссертации можно высказать ряд замечаний.

1. Сценарий аккреции из магнитного некеплеровского аккреционного диска, предложенный Бисноватым-Коганом и Рузмайкиным, предполагает однородную крупномасштабную структуру магнитного поля в потоке вещества, захватываемого вырожденной звездой. Обсуждение этого условия в диссертации, однако, опущено.
2. Автор опирается на оценку величины магнитного поля нейтронной звезды по циклотронным линиям, однако такая оценка является модельно зависимой, как показано в работе Bisnovatyi-Kogan G.S., Lyakhova, Ya.S. MNRAS 456, 3186-3193(2016) Properties of magneto-dipole X-ray lines in different radiation models.

Диссертация написана простым и достаточно ясным языком, однако встречаются опечатки, грамматические ошибки и профессиональный сленг. Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Сделанные замечания не затрагивают основных выводов представленного исследования. Диссертация В.Ю. Кима «Ротационная эволюция нейтронных звезд в газовой среде с магнитным полем» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

Ведущий научный сотрудник
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института космических исследований
Российской академии наук,
доктор физико-математических наук



Сергей Григорьевич Моисеенко

29.10.2018

Подпись Моисеенко Сергея Григорьевича заверяю

Ученый секретарь ИКИ РАН
доктор физико-математических наук



А.В.Захаров

