



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Институт
астрономии Российской академии наук
чл.-корр. РАН Бисикало Д. В.

«6 ноября 2018 г.»

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию В. Ю. Кима

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

Диссертационная работа Виталия Юрьевича Кима «Ротационная эволюция нейтронных звезд в газовой среде с магнитным полем» посвящена одному из наиболее актуальных и быстро развивающихся направлений современной астрофизики — исследованию ветровых аккреционных процессов в массивных рентгеновских двойных системах. Актуальность темы обусловлена прежде всего значительным прогрессом наблюдательной рентгеновской астрономии в течение последних десятилетий и открытием новых свойств рентгеновских источников, объяснение которых в рамках текущих представлений о течении вещества в этих системах затруднительно.

Диссертантом выполнено оригинальное исследование трех приближений, используемых при моделировании процессов аккреции, в рамках единого (названного в диссертации обобщенным) сценария обмена массой между компонентами массивных рентгеновских двойных систем. На его основе выполнены оценки темпа обмена угловым моментом между аккреционным потоком и нейтронной звездой. Предложена методика оценки параметров звездного ветра массивных компонент в рентгеновских двойных системах по анализу рентгеновского излучения компактного источника системы.

Диссертационная работа В.Ю. Кима состоит из введения, 3-х глав, заключения и приложения. Общий объем диссертации 140 страниц.

Во Введении излагаются: актуальность темы, цели исследования, научная и практическая значимость, апробация работы, опубликованные статьи по материалам диссертации, положения, выносимые на защиту, а также краткое изложение диссертационной

работы. По теме диссертации соискателем опубликовано 8 работ, из них 4 в журналах, рекомендуемых ВАК. Результаты, представляемые в диссертации, были доложены на 13 конференциях и семинарах.

Первая глава посвящена описанию обобщенного сценария ветровой аккреции на нейтронные звезды в массивных рентгеновских двойных системах и его основных приближений. Отмечается, что в зависимости от параметров двойной системы и ее компонентов процесс аккреции может рассматриваться в рамках квазисферической модели аккреции, кеплеровского аккреционного диска или магнито-левитационного диска. Последний случай рассматривается в рамках приближения потока с сильным собственным магнитным полем. Используя эти приближения, диссертант оценивает величину крутящего момента, приложенного к нейтронной звезде со стороны аккреционной структуры, в рамках модельной гидродинамической задачи о вращении сферы в вязкой среде. Сравнение результатов этих оценок с наблюдаемой картиной ротационной эволюции аккреционных пульсаров указывает на значительное несоответствие между наблюдаемой максимальной величиной темпа обмена угловым моментом и ожидаемой в рамках сценариев квазисферической аккреции и аккреции из кеплеровского диска. Вместе с тем, согласия с наблюдениями удастся достичь предположив, что аккреция на звезду происходит из диска, удерживаемого собственным магнитным полем.

Вторая глава посвящена описанию метода диагностики параметров звездного ветра массивного компонента в массивных рентгеновских системах по характеристикам излучения входящих в них рентгеновских пульсаров. Описание методики проводится для конкретного рентгеновского пульсара ОАО 1657-415. Предлагаемая методика реализуется при условии реализации в системе магнито-левитационного сценария аккреции, отличительными чертами которого может служить быстрая ротационная эволюция пульсара, происходящая с высоким темпом. Применение этой методики к рентгеновскому пульсару ОАО 1657-415 позволяет утверждать, что величина магнитного поля в звездном ветре массивного компонента, в плоскости орбиты системы на расстоянии ее большой полуоси, составляет 20-70 мГс. Полученная оценка вполне реалистична и соответствует случаю, когда магнитное поле массивной звезды не превосходит нескольких Гаусс.

Третья глава посвящена происхождению и современному состоянию уникального изолированного рентгеновского пульсара 1E161348-5055, обладающего сверхдолгим 6.7 часа периодом. Приводятся основные параметры и краткая история изучения этого объекта, трудности, возникающие при попытке интерпретации его аномальных проявлений и, в частности, происхождения. Анализируя эволюционный статус пульсара диссертант делает заключение о возможности реализации в этом объекте аккреции на медленно вращающуюся

одинокую нейтронную звезду из остаточного магнито-левитационного диска. В развитии этой гипотезы предлагается сценарий, в соответствии с которым 1E161348-5055 является потомком массивной рентгеновской двойной системы, распавшейся после вспышки сверхновой. Пульсар в этом случае оказывается старой нейтронной звездой, погруженной в остаток вспышки своего массивного компаньона. Источником его рентгеновского излучения является аккреция из магнитного диска, сформированного из вещества оболочки, сброшенной взорвавшимся компаньоном.

В Заключение излагаются основные результаты диссертации.

В Приложении приведен каталог Галактической популяции рентгеновских пульсаров в массивных двойных системах.

По содержанию диссертации можно высказать ряд замечаний.

1. Автор использует идею о том, что в МРДС может реализоваться один из трёх типов аккреции — магнито-левитационная, квазисферическая и аккреция из кеплеровского диска. Тип аккреции зависит от соотношения сил в аккреционном потоке: динамического давления, магнитного давления от нейтронной звезды и магнитного давления со стороны потока, а также от величины диссипации углового момента. При этом автор не учитывает эффекты давления излучения, которое сопровождает процесс аккреции. Так объёмную плотность силы, связанную с излучением, можно оценить как $\rho c L / (4\pi r^2 c) \sim r^{-7/2}$, тогда соответствующее «давление» будет изменяться с радиусом как $r^{-5/2}$ — по закону изменения динамического давления.

2. В принятой автором модели аккреции ось магнитного диполя нейтронной звезды совпадает с осью её вращения. В общем случае это не так и мы имеем дело с наклонным ротатором. Возмущения аккреционного потока, вызванные несоосностью, приведут к тому, что окажется неверной оценка альфвеновского радиуса (если скорость вращения нейтронной звезды велика), либо все квазистационарное приближение будет несправедливо. Первый случай представляется достаточно простым для анализа и мог бы быть рассмотрен автором.

3. В качестве источника вещества для аккреции автор рассматривает звездный ветер от массивного компаньона. Было бы интересно ответить на вопрос, возможны ли объекты со свойствами МРДС в сценарии, когда вещество в двойную систему поступает из межзвёздной среды, например, в приближении аккреции из плоскопараллельного потока.

В диссертации встречаются опечатки и грамматические ошибки, которые, однако, не создают непреодолимых препятствий для понимания логики повествования автора. Автореферат диссертации правильно отражает ее содержание.

Сделанные замечания не снижают благоприятного впечатления от диссертации и сделанных в ней выводов. Результаты диссертации многократно докладывались на отечественных и международных конференциях, широко известны и могут быть использованы в ИНАСАН РАН, ГАИШ МГУ, ФТИ им. А.Ф. Иоффе, САО РАН, ИКИ РАН и других астрономических учреждениях. Несомненно, что 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».

Научный сотрудник ИНАСАН,

к.ф.-м.н

119017, Москва, ул. Пятницкая, д. 48

т. 7 (495) 951-08-81, email: kurbatov@inasan.ru



Е. П. Курбатов

Отзыв был обсужден и одобрен на заседании Астрофизического семинара ИНАСАН «21» сентября 2018 г., протокол № 18/20.

Подпись Е. П. Курбатова заверяю

Ученый секретарь ИНАСАН

к.ф.-м.н.



А. М. Фатеева

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт астрономии Российской академии наук

119017, Москва, ул. Пятницкая, д. 48

Телефон: 7 (495) 951-54-61

Факс: 7 (495) 951-55-57

email: admin@inasan.ru