

Отзыв официального оппонента главного научного сотрудника ФГБУН Института
земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова
Российской Академии Наук (ИЗМИРАН)
Зиракашвили Владимира Николаевича
на диссертацию Баркова Максима Владимировича "Магнитогидродинамические
течения в релятивистских объектах", представленную на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и
звездная астрономия.

Актуальность темы

Диссертационная работа М.В.Баркова посвящена исследованию формирования релятивистских течений в различных астрофизических объектах, таких как активные ядра галактик, гамма-всплески и взрывы сверхновых звезд. Релятивистские скорости непосредственно наблюдаются в джетах – выбросах из центральных областей галактик и при взрывах некоторых сверхновых. Современные модели гамма-всплесков также предполагают наличие релятивистских течений. Понимание процессов образования таких течений важно как для интерпретации наблюдательных данных радио, рентгеновской и гамма-астрономии, так и для формирования общего взгляда на активные процессы, происходящие во Вселенной.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, формулируются цели и приводятся основные результаты и положения, выносимые на защиту.

В первой главе исследуется магнитогидродинамическая модель формирования струйных выбросов. Азимутально симметричные нестационарные уравнения релятивистской магнитной гидродинамики решаются численно. Рассматривается случай потока в канале с твердыми стенками, что позволяет избежать ошибок, связанных с численной диффузией и вязкостью на границе. Полученные решения с ускорением до Лоренц-фактора 300, позволяют объяснить как джеты в активных ядрах галактик, так и длинные гамма-всплески.

Вторая глава посвящена моделированию магниторотационных взрывов гиперновых и гамма-всплесков, производимых магнетарами – быстровращающимися нейтронными звездами с сильным магнитным полем. Магниторотационный взрыв сверхновой является альтернативой нейтринному взрыву при звездном коллапсе. При взрыве происходит взаимодействие коллапсирующей внешней оболочки звезды со струйным выбросом магнетара. Учитываются нейтринные нагрев и охлаждение, а также фоторасщепление ядер. Численное моделирование показало, что при некоторых условиях струйный выброс может пройти через внешнюю оболочку. Однако оказалось, что немагнитный замедленный нейтринный взрыв с энергией сравнимой с энергией сверхновой все-таки необходим для включения магнитного механизма. Таким образом идея о том, что неудавшимся нейтринный взрыв сверхновой может быть восстановлен магнетаром не работает.

В третьей главе исследуется альтернативная модель формирования гамма-всплеска при коллапсе звезды в черную дыру. Выброс формируется либо за счет энергии, выделяемой при нейтринном охлаждении аккреционного диска, либо за

счет механизма Бландфорда-Знаека, который использует энергию вращения черной дыры. Для функционирования процесса Бландфорда-Знаека необходимо, чтобы скорость аккреции была меньше альфвеновской скорости. Для оценки этого критерия проведены тестовые расчеты сферической и более реалистичной дисковой аккреции. Большие значения магнитного потока, оцениваемые по результатам этих расчетов скорее всего могут реализоваться в двойной системе, так как одиночные звезды с сильным магнитным полем быстро теряют скорость вращения во время звездной эволюции. Проведено моделирование струйного выброса при коллапсе быстро вращающейся звезды типа Вольф-Райе с сильным магнитным полем. Получены релятивистские выбросы в полярном направлении, которые приводятся в действие механизмом Бландфорда-Знаека.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

Достоверность и новизна

Диссертация написана четко и ясно, использованные подходы и методы изложены подробно и являются хорошо обоснованными. Все результаты, полученные автором являются новыми.

Замечания:

- 1) В тексте встречаются опечатки, отсутствует правая часть Рис.1.10.
- 2) Вопрос по результатам второй главы: как показано, струйные выбросы магнетара, образовавшегося при коллапсе звезды, приводят к несимметричному взрыву сверхновой. Насколько существенно, что образовавшаяся нейтронная звезда – магнетар? В частности, центральный объект в остатке сверхновой Кассиопея А – нейтронная звезда, находящаяся в неактивном состоянии, явно не магнетар. Известно, что взрыв сверхновой не был симметричен, наблюдаются остатки джета с энергией порядка 10^{50} эрг.

Указанные замечания никоим образом не снижают важности проделанной работы. Диссертация М.В.Баркова выполнена на высоком научном уровне, содержит несколько новых интересных результатов. Работа полностью удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор М.В.Барков заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Главный научный сотрудник
Лаборатории астрофизических исследований ИЗМИРАН
д.ф.-м.н.


В.Н.Зиракашвили

04.09.2019

Федеральное государственное учреждение науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова, Российской Академии Наук (ИЗМИРАН), 108840 Москва, Троицк, Калужское шоссе д.4, ИЗМИРАН
тел. (495)8510925, e-mail:zirak@izmiran.ru

