



ШКОЛА №444

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
города Москвы «Школа № 444»



Космические исследования в проектной деятельности учащихся

Колтунов Роман Павлович,
учитель информатики и физики



ШКОЛА №444

Полученные результаты



ПИСЬМА В АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, 2020, том 46, № 2, с. 1–19

МОРФОЛОГИЯ КРИВЫХ БЛЕСКА РЕНТГЕНОВСКИХ НОВЫХ N 1743-322 И GX 339-4 ВО ВРЕМЯ ИХ ВСПЫШЕК В ПЕРИОД 2005–2019 ГГ.

© 2020 г. А. С. Гребнев¹, Ю. А. Дворкович¹, В. С. Князева¹, К. Д. Остапенко¹, С. А. Гребнев², И. А. Мереминский², А. В. Просветов²

¹ Школа 444 г. Москвы, Россия

² Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Поступила в редакцию 02.12.2019 г.; после доработки 16.12.2019 г.; принята к публикации 21.12.2019 г.

По данным многолетних наблюдений обсерваториями SWIFT, RXTE и MAXI рентгеновских новых N 1743-322 (IGR J17464-3213) и GX 339-4 исследована морфология и выполнена классификация кривых блеска их рентгеновских вспышек. В частности, показано существование у обоих источников двух кардинально отличающихся типов вспышек: мягких (S) и жестких (H), выявлены их разновидности: ультраяркие (U) и промежуточные (I) вспышки. В рамках модели "усеченного диска" обсуждены свойства и происхождение различий в кривых блеска этих вспышек.

Ключевые слова: черные дыры, маломассивные рентгеновские двойные, рентгеновские транзиенты, рентгеновские новые, нестационарная аккреция.

ВВЕДЕНИЕ

Рентгеновскими новыми называют нестационарные (вспыхивающие) рентгеновские двойные системы, компактным объектом в которых служит черная дыра звездной ($M_1 \lesssim 10 M_\odot$) массы (или нейтронная звезда со слабым $B < 10^9$ Гс магнитным полем), а нормальным компонентом — маломассивная ($M_2 \lesssim M_\odot$) звезда главной последовательности. Во время вспышек рентгеновские новые становятся ярчайшими источниками на рентгеновском небе (Саюнов и др., 1988, 1991; Гребнев и др., 1993, 1997; Грове и др., 1998; Такака, Шибазакэ, 1996; Ремиллард, МакКлинток, 2006; Беллони, 2010).

Орбитальные периоды рентгеновских новых, как правило, равны нескольким часам (Черепашук, 2013), что обеспечивает заполнение (или почти заполнение) полости Роша нормальной звездой и возможность эффективного перетекания ее вещества через внутреннюю точку либрации (L1). Энерговыделение при аккреции этого вещества черной дырой (нейтронной звездой) и питает рентгеновскую вспышку системы. По-

скольку перетекающее вещество обладает большим угловым моментом, аккреция происходит с образованием вокруг компактного объекта протяженного аккреционного диска, в котором вещество медленно по спирали движется по направлению к центру.

В настоящее время не ясно, связаны вспышки рентгеновских новых с какими-то процессами в нормальной звезде, приводящим к ее раздуванию до объема полости Роша, или перетекание происходит постоянно, но большую часть времени вещество не достигает черной дыры, а накапливается во внешних областях диска и лишь по достижении некоторой критической массы протекает вовнутрь. Типичные вспышки рентгеновских новых продолжаются месяцы, длительность особо мощных может достигать года. Во время спокойного ("выключенного") состояния поток от новых падает ниже уровня регистрации широкоугольными рентгеновскими телескопами и мониторами всего неба, тем не менее, наблюдения некоторых известных рентгеновских новых телескопами с зеркальной оптикой показали, что рентгеновский поток не исчезает полностью, а лишь падает на 4–5 порядков величи-

* Электронный адрес: grebenev@iki.rssi.ru



ШКОЛА №444

Практическое значение



Выпускники, участвовавшие в проектной деятельности в рамках данной педагогической практики, приобретают полезные для будущего навыки.

Представлена работающая схема взаимодействия школы и научной организации.

Повышение интереса и желания обучающихся к участию в предметных олимпиадах и тематических конференциях.



ШКОЛА №444

Трансляция опыта



ПИСЬМА В АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, 2020, том 46, № 2, с. 1–19

МОРФОЛОГИЯ КРИВЫХ БЛЕСКА РЕНТГЕНОВСКИХ НОВЫХ H 1743-322 И GX 339-4 ВО ВРЕМЯ ИХ ВСПЫШЕК В ПЕРИОД 2005–2019 ГГ.

© 2020 г. А. С. Гребнев¹, Ю. А. Дворкович¹, В. С. Князева¹, К. Д. Остапенко¹, С. А. Гребнев², Н. А. Мереминский², А. В. Просветов²

¹ Школа 444 г. Москвы, Россия

² Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Поступила в редакцию 02.12.2019 г.; после доработки 16.12.2019 г.; принята к публикации 21.12.2019 г.

По данным многолетних наблюдений обсерваториями SWIFT, RXTE и MAXI рентгеновских новых H 1743-322 (IGR J17464-3213) и GX 339-4 исследована морфология и выполнена классификация кривых блеска их рентгеновских вспышек. В частности, показано существование у обоих источников двух кардинально отличающихся типов вспышек: мягких (S) и жестких (H), выявлены их разновидности: ультраяркие (U) и промежуточные (I) вспышки. В рамках модели "усеченного диска" обсуждены свойства и происхождение различий в кривых блеска этих вспышек.

Ключевые слова: черные дыры, маломассивные рентгеновские двойные, рентгеновские транзиенты, рентгеновские новые, нестационарная аккреция.

ВВЕДЕНИЕ

Рентгеновскими новыми называют нестационарные (вспыхивающие) рентгеновские двойные системы, компактным объектом в которых служит черная дыра звездной ($M_1 \lesssim 10 M_\odot$) массы (или нейтронная звезда со слабым $B < 10^9$ Гс магнитным полем), а нормальным компонентом — маломассивная ($M_2 \lesssim M_\odot$) звезда главной последовательности. Во время вспышек рентгеновские новые становятся ярчайшими источниками на рентгеновском небе (Сюняев и др., 1988, 1991; Гребнев и др., 1993, 1997; Грове и др., 1998; Такака, Шибазакэ, 1996; Ремиллард, МакКлинток, 2006; Беллони, 2010).

Орбитальные периоды рентгеновских новых, как правило, равны нескольким часам (Черепацук, 2013), что обеспечивает заполнение (или почти заполнение) полости Роша нормальной звездой и возможность эффективного перетекания ее вещества через внутреннюю точку либрации (L1). Энерговыделение при аккреции этого вещества черной дырой (нейтронной звездой) и питает рентгеновскую вспышку системы. По-

скольку перетекающее вещество обладает большим угловым моментом, аккреция происходит с образованием вокруг компактного объекта протяженного аккреционного диска, в котором вещество медленно по спирали движется по направлению к центру.

В настоящее время не ясно, связаны вспышки рентгеновских новых с какими-то процессами в нормальной звезде, приводящим к ее раздуванию до объема полости Роша, или перетекание происходит постоянно, но большую часть времени вещество не достигает черной дыры, а накапливается во внешних областях диска и лишь по достижении некоторой критической массы протекает вовнутрь. Типичные вспышки рентгеновских новых продолжаются месяцы, длительность особо мощных может достигать года. Во время спокойного ("выключенного") состояния поток от новых падает ниже уровня регистрации широкоугольными рентгеновскими телескопами и мониторами всего неба, тем не менее, наблюдения некоторых известных рентгеновских новых телескопами с зеркальной оптикой показали, что рентгеновский поток не исчезает полностью, а лишь падает на 4–5 порядков величин-

^{*}Электронный адрес: grebenev@iki.rssi.ru

