Нелинейная динамика возмущений в аккреционных дисках

к.ф.-м.н. **Вячеслав Вячеславович Журавлев**

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ, Москва

Аккреционные диски являются одними из самых распространенных объектов во Вселенной и отвечают за множество эволюционных процессов в ней, начиная от роста сверхмассивных черных дыр в центрах галактик и заканчивая образованием планет вокруг рядовых звезд. Доклад планируется посвятить обсуждению двух существенно нелинейных явлений, без которых невозможно естественное существование аккреционных дисков: докритической турбулентности и докритического динамо. Докритическая турбулентность в однородном кеплеровском вращательном потоке связана с потерей им нелинейной устойчивости относительно гидродинамических вихревых возмущений конечной амплитуды. Ее существование до сих пор находится под вопросом. Кеплеровский сдвиговый поток линейно устойчив, а его нелинейная устойчивость проверена в лабораторных и численных экспериментах вплоть до числа Рейнольдса 10^6. Для сравнения, классическое сдвиговое плоско-параллельное течение теряет нелинейную устойчивость при уже числе Рейнольдса 360, а течение в прямой трубе – при 2000. Однако даже такая беспрецедентная нелинейная устойчивость кеплеровского потока может быть побита в аккреционных дисках, где значение числа Рейнольдса может достигать действительно астрономической величины 10^{13}. В достаточно горячей среде потеря кеплеровским потоком динамической устойчивости может происходить за счет действия линейной магниторотационной неустойчивости, однако генерация необходимого для этого крупномасштабного магнитного поля невозможна без уже существующей турбулентности. Первое невозможно без второго, и наоборот – в чем и состоит проблема докритического динамо. Несмотря на то, что в отличие от гидродинамической турбулентности, магниторотационная турбулентность и соответствующее магниторотационное динамо в кеплеровском потоке воспроизводится в численных расчетах, начиная с известной работы Hawley, Gammie & Balbus (1996), механизм их возникновения остается предметом обсуждения. Примечательно, что согласно одной из гипотез, устройство докритического динамо может иметь много общего с генерацией гидродинамической турбулентности в линейно устойчивых плоскопараллельных сдвиговых потоках. Открытие нелинейного цикла воспроизведения турбулентных движений в последнем случае служит вдохновляющим примером и для продолжения поиска докритической турбулентности в кеплеровском потоке, несмотря на большую разницу в динамике трехмерных возмущений во вращательных и плоскопараллельных сдвиговых потоках.