

“Восстановление эллипсоида скоростей звёзд в дисковых галактиках”

Полнота описания больших гравитирующих объектов достигается, когда известна их функции распределения (DF). Это сложная теоретическая задача, но она становится еще сложнее, когда мы переходим к конкретным объектам, например, галактикам и пытаемся восстановить DF по ограниченным данным двумерной или длиннощелевой спектроскопии. В ограниченной, но продолжающей оставаться сложной, формулировке — это задача восстановления профилей всех компонент дисперсии скоростей звёзд, или восстановление так называемого эллипсоида скоростей (SVE). Знание этих профилей особенно важно для дисковых галактик, так как величина дисперсии скоростей позволяет судить о динамическом статусе диска, его устойчивости, динамической истории и процессах релаксации.

Сложность задачи связана и со сложностью получения спектральных данных о кривых вращения звёзд и дисперсии скоростей звёзд вдоль луча зрения. Именно поэтому в литературе так мало данных о галактиках, для которых такие измерения проделаны. В ряде работ эти данные использовались для восстановления указанных профилей, но количество предположений при решении обратной задачи и их необоснованность с точки зрения звёздной динамики вызывает необходимость пересмотра имеющихся методик. Перед аспирантом была поставлена задача критически изучить имеющиеся методы и попытаться их улучшить.

В итоге, Александром был предложен новый метод восстановления SVE, который не использует жесткую параметризацию радиальных профилей дисперсии скоростей и требует подбора всего двух оптимальных параметров — это значение радиальной дисперсии скоростей на некотором произвольном радиусе и отношение вертикальной дисперсии скоростей к радиальной. Эти параметры ищутся путём минимизации ошибок восстановления профилей дисперсии скоростей вдоль луча зрения для двух длиннощелевых разрезов.

Предложенный подход был успешно протестирован на галактике NGC 1068, ранее изучавшейся в литературе, и продемонстрировал схожие с полученными ранее значения параметров. Далее метод был применен к четырём галактикам раннего типа NGC 338, NGC 1167, NGC 3245 и NGC 4150. Данные по кривым вращения звёзд и газа, а также профили дисперсий скоростей звезд вдоль луча зрения были взяты из литературы.

Хотя эллипсоид скоростей удалось восстановить только для одной галактики (NGC 1167), видимой под небольшим углом зрения, отрицательный результат для остальных галактик, видимых под углом около 60 градусов, важен, так как показывает, что для таких галактик, по-видимому, принципиально невозможно восстановить SVE, так как вклад вертикальной компоненты дисперсии скоростей обязательно будет тонуть в ошибках наблюдений. Это следует иметь в виду исследователям, изучающим кинематику таких галактик.

Очень значимым является результат, показывающий, что даже для галактики, наблюдаемой под небольшим углом, корректное восстановление SVE требует отказа от предположения о постоянстве отношения вертикальной дисперсии скоростей к радиальной во всем диске. Для NGC 1167 отказ от этого предположения позволяет хорошо восстановить все компоненты эллипсоида скоростей. Достоверность этого результата была подтверждена методом Монте-Карло.

Я считаю, что Александр блестяще справился с поставленной перед ним задачей. Он разобрался в теории, связанной с динамикой галактик, овладел навыками работы с наблюдательными данными, отягощёнными ошибками наблюдений, освоил методы решения некорректных задач восстановления 3D картины распределения скоростей звёзд по наблюдаемым 1D профилям дисперсии скоростей. Он предложил оригинальную методику корректного восстановления эллипсоида скоростей и выявил границы применимости предложенного метода. Им получены новые результаты по восстановлению эллипсоида скоростей в дисковых галактиках.

Следует отметить самостоятельность и серьёзную теоретическую подготовку Александра.

Оценка, которую заслуживает выпускник, безусловно “отлично”.

Научный руководитель
доктор физ.-мат. наук, профессор

В.П.Решетников