

## ЭВОЛЮЦИЯ ДАЛЕКИХ ГАЛАКТИК ЗА СЧЕТ СЛИЯНИЙ

<sup>1</sup>Каца А.В., <sup>\*2,3</sup>Конторович В.М.

<sup>1</sup>Институт радиофизики и электроники НАН Украины, Харьков

<sup>2</sup>Радиоастрономический институт НАН Украины, Харьков

<sup>3</sup>Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина, Украина

Кинетическое уравнение Смолуховского (КУ), описывающее влияние слияний галактик на их распределение по массам (ФМ) решается в дифференциальном приближении для слияний с малым приращением массы (minormergers). Используется метод характеристик. Учитывается как эволюция начального распределения, так и влияние источника в КУ. Роль источника играют галактики, отделяющиеся от общего расширения Вселенной. Существенно, что начальное распределение сосредоточено в области малых масс, а источник локален и поставляет массы, увеличивающиеся со временем, начиная от самых малых.

Благодаря тому, что сечение слияний галактик  $\propto M^u$  растет быстрее первой степени массы  $M$  ( $u > 1$ ), в рассматриваемых условиях реализуется т.н. «взрывная эволюция», когда формально бесконечные массы возникают за конечное время. При выполнении ряда условий это время меньше Хаббловского времени расширения Вселенной. Реализация каждого «взрыва» означает кинетический фазовый переход в системе галактик (гало темной материи).

Наклон ФМ выражается только через показатель однородности сечения  $u$ . Сопоставляя результаты с данными ФС, доведенными в ультраглубоком поле Хаббла до красных смещений  $z=8$ , можно дать объяснение наблюдаемой эволюции наклона функции светимости галактик [1], привлекая только слияния с малым приращением массы [2]. Найден также вид ФС на самых больших массах, отличающийся от описываемого функцией Шехтера [2]. В то же время, более детальное рассмотрение, по-видимому, потребует привлечения слияний галактик сравнимых масс в промежуточной области красных смещений.

Возможность реализации взрывного сценария существенно зависит от поведения темной материи при слияниях. Предполагается, что благодаря сильным флуктуациям гравитационного поля в процессе слияний реализуется бурная линден-белловская релаксация, благодаря чему темная материя ведет себя подобно обычному столкновительному веществу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bouwens R. J., Illingworth G. D., Oesch P. A., et al. UV Luminosity Functions from 132  $z \sim 7$  and  $z \sim 8$  Lyman-Break Galaxies in the ultra-deep HUDF09 and wide-area ERS WFC3/IR Observations // *ApJ*. – 2011. – v. 737. – p. 90.

2. Каца А.В., Конторович В.М. Взрывная эволюция далеких галактик за счет слияний // *Астрофиз. Бюлл.* – 2013. – т. 68, № 3. – Р. 243.

## МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В БИОМЕХАНИКЕ

Кизилова Н.Н.

Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина

Метод конечных элементов (МКЭ) широко используется для решения задач биомеханики: исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) твердых и мягких тканей, органов, имплантатов и протезов; задач тепло- и массопереноса в тканях, органах и системах органов; биологических внеклеточных и внутриклеточных структур, клеток и клеточных систем, растущих тканей и организмов, течений крови по кровеносным сосудам и воздуха в дыхательных путях.

В биомеханике опорно-двигательной системы (ОДС) МКЭ был впервые применен в 1972 г. при расчетах НДС костей человека. В начале 1980-х МКЭ был признан основным инструментом для дизайна оптимальной геометрии и внутреннего устройства медицинских имплантатов. С конца 1980-х МКЭ активно используется для анализа структурных перестроек в кости. С тех пор появилось огромное число работ, в которых МКЭ используется при расчетах НДС плоских, коротких и длинных трубчатых костей, зубов, костей сложной формы, позвоночного столба, сочленений костей в суставах, межпозвонковых дисков, систем кость-имплантат, для расчета параметров эндопротезов и фиксаторов обломков кости при сложных переломах. МКЭ составляет удобный инструмент для врачей, физиологов, биомехаников, антропологов, палеонтологов, биологов и биоинженеров, однако необходимо четко представлять возможности, ограничения и особенности использования МКЭ в биомеханике. В данной работе приведен детальный анализ особенностей

**1. Задания геометрии БС** путем аппроксимации набором геометрически правильных форм/поверхностей и восстановления точной геометрии по послойным изображениям, полученным путем компьютерной томографии (КТ). Обсуждаются алгоритмы решения задач анализа медицинских изображений и распознавания внутренних границ раздела (кость-воздух, кость-жидкость, мышца-фасция, стенка сосуда-мягкие ткани).

**2. Выбор типов и свойств КЭ**, включая микро-КЭ, которые используются для учета микроструктуры тканей, например, трабекулярной структуры кости [1]. Задание законов возникновения (для растущих тканей) и исчезновения (при дегенеративных изменениях, апоптозе, появлении и росте трещин, разрушении) КЭ.

**3. Задания механических свойств** путем использования готовых моделей, задания