ЭВОЛЮЦИЯ ДАЛЕКИХ ГАЛАКТИК ЗА СЧЕТ СЛИЯНИЙ

[1]*КацА.В.*, *[2,3]*Конторович В.М.*

[1]Институт радиофизики и электроники НАН Украины, Харьков
[2]Радиоастрономический институт НАН Украины, Харьков
[3]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. BouwensR. J., IllingworthG.D., OeschP.A., etal. UV Luminosity Functions from 132 z~7 and z~8 Lyman-Break Galaxies in the ultra-deep HUDF09 and wide-area ERS WFC3/IR Observations // ApJ. – 2011. – v.737. – P.90.

2. Кац А.В., Конторович В.М. Взрывная эволюция далеких галактик за счет слияний // Астрофиз. Бюлл. – 2013. – т.68, № 3. –P.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 формам/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.Выбора 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

нестандартной реологии, подгонки стандартных моделей с использованием лазерной интерферометрии [2], метода нанометок [2,4] и др., использования данных, полученных на сходных тканях, органах, организмах [5,6].

4. Нагружения БС сосредоточенными и распределенными силами, создаваемыми мышцами с разными типами крепления к костям скелета и мягким тканям, а также использованием данных миографии, морфометрических измерений, регистрации напряжений тензометрическими датчиками, пленками, стельками и пр.

5. Валидации модели путем сравнения расчетов с результатами измерений in vivo, на образцах и имплантатах in vitro и с аналитическими распределениями для упрощенных геометрческих форм.

В работе дан краткий обзор и приведены примеры использования МКЭ в биомеханике

- твердых тканей, травматологи и ортопедии, стоматологии и ортодонтии;
- сердечно-сосудистой системы, включая систему микроциркуляции;
- дыхательной системы;
- роста и морфогенеза;
- мягких тканей, имплантатов и заменителей;
- органов чувств – глаза, уха и др.

В настоящее время МКЭ стал одним из самых мощных и широко используемых методов исследования в биомеханике и медицине. Он позволяет исследовать напряженно-деформированное состояние клеток и внутриклеточных структур, тканей, органов и организмов с учетом их реальной геометрии, механических свойств и действующих нагрузок. Он позволяет генерировать и тестировать самые разные биомеханические гипотезы, конструировать и оптимизировать форму и размер эндопротезов, фиксаторов и других ортопедических устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chi Y.K., Choi D.O., Kim J.S. et al The application of 3-D X-ray microtomography with FEM analysis for trabecular bone/cement interface. // IEEE Nuclear Science Symposium. Conference Record. – 2003. – V.4. P.3009–3013.

2. Verrue V, Dermaut L, Verhegghe B. Three-dimensional finite element modelling of a dog skull for the simulation of initial orthopaedic displacements. // Eur. J. Orthod. – 2001. – v.23,N5. – P.517–527.

3. Silva M.J., Brodt M.D., Hucker W.J. Finite element analysis of the mouse tibia-estimating endocortical strain during three-point bending in SAMP6 osteoporotic mice. // Anat .Rec. – 2005. – v.283A. – P.380–390.

4. Yoder K.B., Ahuja S., Dihn K.T., et al Nanoindentation of Viscoelastic Materials: Mechanical Properties of Polymer Coatings on Aluminum Substrates. // Fundamentals of Nanondentation and Nanotribology. Symposium. Mater. Res. Soc. Warrendale, PA, USA 1998. –P.205–10.

5. Rayfield E.J. Cranial mechanics and feeding in Tyrannosaurus rex. // Proc. Royal Soc. Lond. Ser.B. – 2004. – v.271. – P.1451–1459.

6. Rayfield E.J. Using finite element analysis to investigate suture morphology – a case study using large, carnivorous dinosaurs. //Anat.Rec. – 2005. – v.283A. – P.349–365.

МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ РАДИОПУЛЬСАРОВ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ПО ВЫСОКОЧАСТОТНОМУ ОБРЫВУ СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ

Конторович В.М.

ХНУ им. В.Н.Каразина, Харьков, Украина,
РИ НАНУ, Харьков, Украина

Пульсары представляют собой быстро вращающиеся замагниченные нейтронные звезды, магнитные поля которых на поверхности звезды достигают величин B~10^{12} Гс и являются важнейшей характеристикой пульсаров. В случае рентгеновских пульсаров эти поля удается измерить по электронной циклотронной линии в спектрах излучения, попадающей в таких магнитных полях в рентгеновский диапазон. В случае радиопульсаров прямых методов измерения магнитных полей не существует и они определяются косвенно в предположении о магнитодипольном характере энергетических потерь. В этом случае магнитное поле B (его поперечная оси вращения компонента) вычисляется по измеряемым значениям периода вращения P и его производной по времени dot$P$ и определятся произведением $\mathrm{B} \propto \sqrt{\mathrm{P} \cdot \mathrm{dotP}}$. Эти значения поля фигурируют во всех каталогах пульсаров. Между тем уже давно высказывались опасения, что эти значения поля не соответствуют действительности, т.к. существует ряд потерь, превышающих магнитодипольные. Об этом свидетельствует также индекс торможения, существенно отличающийся от магнитодипольного значения у многих пульсаров [1]. Особенно актуальной эта проблема стала после открытия перемежающихся радиопульсаров, в которых время от времени происходит смена механизма излучения с изменением величины dot$P$.

Предлагается использовать для определения магнитного поля высокочастотный обрыв спектра излучения, наблюдаемый у пульсаров Пущинской выборки, содержащей около 40 мощных пульсаров [2,3]. Физический механизм, лежащий в основе такого определения поля, связан с ускоряющим электрическим полем, своим происхождением обязаным магнитному полю и вращению. Механизм излучения за счет продольного ускорения в нарастающем от нуля электрическом поле преобладает для достаточно сильного электрического поля в узком полярном зазоре под магнитосферой открытых силовых линий. Обрыв спектра связан с выключением данного процесса излучения по достижении электроном