

Кириянов Д. А., Храпов П. В.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ЗВЕЗДНЫХ СИСТЕМ**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2008/7/28.html](http://www.gramota.net/materials/1/2008/7/28.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2008. № 7 (14). С. 81-84. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2008/7/](http://www.gramota.net/materials/1/2008/7/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

магнитного поля на границах пор. Нужно отметить, что несколько похожий эффект имеет место и для ферромагнитного резонанса [Гуревич 1994].

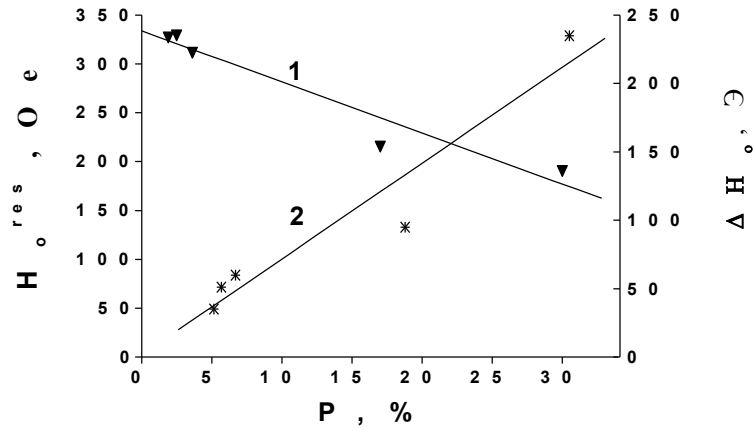


Рис. 2.

В заключение необходимо отметить, что существует возможность измерения пористости в различных областях образца, т.е., *локальной* пористости, посредством перемещения области взаимодействия встречных магнитоупругих волн в образце при изменении относительной временной задержки встречных импульсов. Разумеется, для этого должна быть устранена неоднородность внутреннего магнитного поля, связанная с неэллипсоидальностью формы поликристалла, которая, как уже указывалось, сама по себе уширяет линию магнитоакустического резонанса и может маскировать эффекты, связанные с пористостью.

*Список использованной литературы*

1. Беляева О. Ю., Зарембо Л. К., Карпачев С. Н. УФН. – 1992. - Т. 62. - № 2. - С. 107.
2. Гуревич Г. А., Мелков Г. А. Магнитные колебания и волны. – Москва: Физматлит, 1994. - 464 с.
3. Зарембо Л. К., Карпачев С. Н., Беляева О. Ю. ФТГ. – 1992. - Т. 34. - № 5. - С. 1327.
4. Зарембо Л. К., Карпачев С. Н., Польченко В. Н. Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. – 1994. - Т. 35. - № 3. - С. 56.
5. Зарембо Л. К., Карпачев С. Н., Яфасов А. И. Письма в ЖТФ. – 1993. - Т. 19. - Вып. 19. - С. 17.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ЗВЕЗДНЫХ СИСТЕМ

*Кирьянов Д. А., Храпов П. В.*

*Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана*

В статье рассматривается вопрос моделирования эволюции пространственных звездных систем с помощью ЭВМ, приводится математическая модель, позволяющая смоделировать линзовые, эллиптические, неправильные звездные системы, а также некоторое приближение спиральных галактик.

Первое приближение пространственной модели легко получить, смоделировав облако частиц-звезд и задав закон гравитационного взаимодействия. Далее весь процесс сведется к численному решению задачи Коши для системы дифференциальных уравнений второго порядка вида:

$$\ddot{\vec{r}}_i = \gamma \sum_{j=1}^N \frac{m_j}{R_{ij}^3} (\vec{r}_j - \vec{r}_i), \text{ начальные условия: } \vec{r}_i = \vec{r}_{oi}, \dot{\vec{r}}_i = \dot{\vec{r}}_{oi} \quad i=1, \dots, N.$$

Распишем систему уравнений в проекции на координатные оси:

$$\ddot{x}_i = \gamma \sum_{j=1}^N \frac{m_j}{R_{ij}^3} (x_j - x_i)$$

$$\ddot{y}_i = \gamma \sum_{j=1}^N \frac{m_j}{R_{ij}^3} (y_j - y_i)$$

$$\ddot{z}_i = \gamma \sum_{j=1}^N \frac{m_j}{R_{ij}^3} (z_j - z_i)$$

При этом особенно важен выбор численного метода интегрирования системы дифференциальных уравнений, поскольку для моделирования галактики, по форме приближенной к настоящей необходимо рассмотреть как минимум несколько тысяч частиц. Обычно в крупной спиральной галактике около 200 миллиардов звезд, но первое приближение модели можно получить и с меньшим их числом. В практике вычисли-

тельных расчетов больших систем уравнений небесной механики наиболее часто используется два метода: неявный метод Нумерова и явный метод Адамса [Бахвалов, Жидков, Кобельков 2007: 2]. Ниже приводятся формулы этих методов.

Неявный разностный метод Нумерова для уравнений вида:  $y'' = f(y)$ .

$$y_{n+1} - 2y_n + y_{n-1} = \frac{h^2}{12}(f(y_{n-1}) + 10f(y_n) + f(y_{n+1}))$$

Метод Адамса для уравнения  $y' = f(y)$ :

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h^2}{24}(-9f(y_{n-3}) + 37f(y_{n-2}) - 59f(y_{n-1}) + 55f(y_n))$$

В рассматриваемой задаче удобно реализовать интегрирование системы дифференциальных уравнений по схеме: «предиктор - корректор». Сначала значения координат частиц подсчитывается методом Адамса, далее уточняется с помощью метода Нумерова. Значения первых трех значений положений, скоростей и ускорений частиц системы можно получить любым явным одношаговым методом.

Из уравнений видно, что при сближении частиц на бесконечно близкое состояние сила, действующая между ними, возрастает до бесконечности. Решить данную проблему можно несколькими способами: можно считать, что частицы слипаются в одну, сблизившись на определенное расстояние, можно рассматривать абсолютно упругое столкновение, а можно ввести допущение, что после сближения на некоторое малое расстояние силы между частицами не действуют.

Первая модель удобна для рассмотрения эволюции солнечной системы, т. е. образование из начального облака частиц системы, состоящей из одного массивного тела (звезды) и некоторого количества тел меньшей массы (планет), двигающихся по определенным орбитам. С помощью данной модели удобно контролировать правильность метода интегрирования системы дифференциальных уравнений. Ниже приведены результаты работы программы по расчету траекторий для систем из двух и трех тел (Рис. 1, Рис. 2).

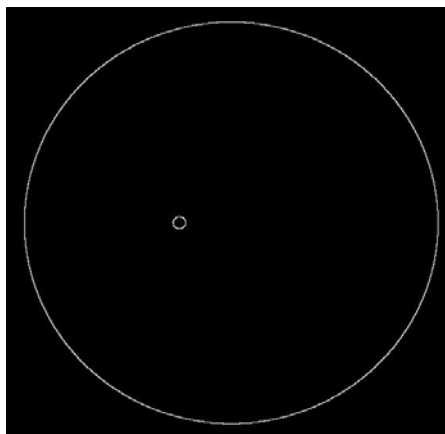


Рис. 1.

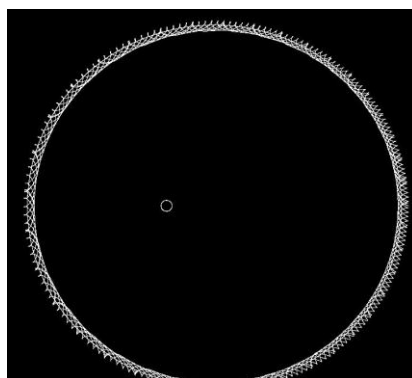
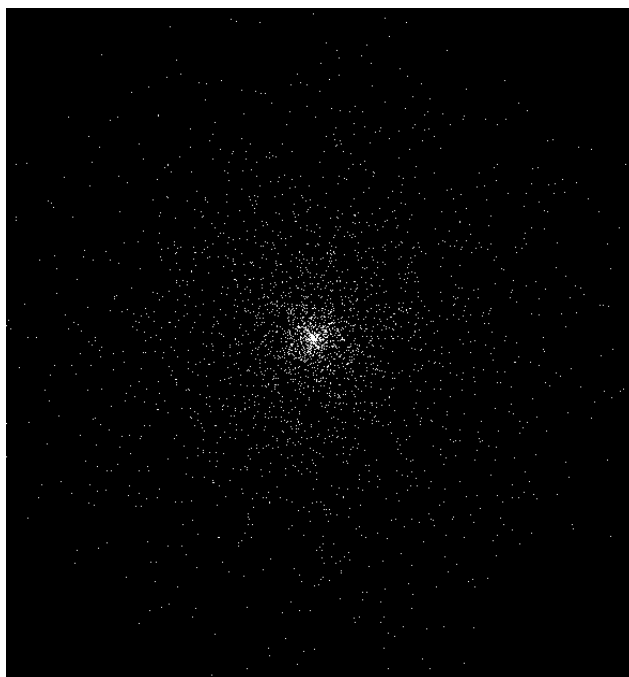


Рис. 2.

Рассмотрим другую модель: предположим, что при некотором сближении сила, действующая между ними, равна нулю, т.е. введем модель без столкновений. Уже на данной стадии разработки программы, можно наблюдать образование сферической (Рис. 3), или неправильной галактики.

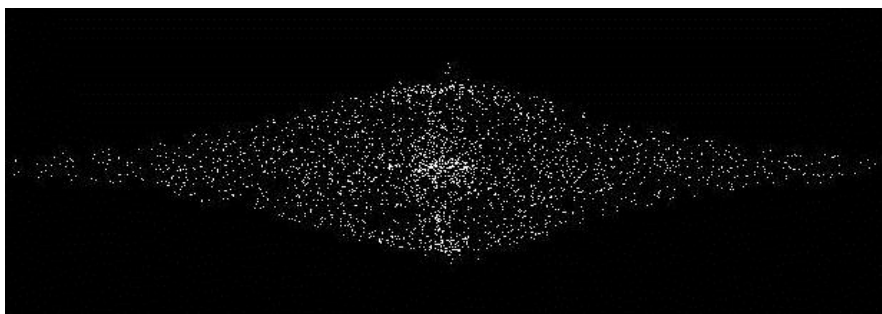
Будем считать, что исходное газо-пылевое облако имеет форму сферы или эллипса, и вращается вокруг неподвижной оси с некоторой угловой скоростью и тангенциальным ускорением. Как правило, в этом случае получается галактика линзообразной формы (Рис. 4). Через некоторое время на диске и в центре можно заметить образование сгустков частиц, которые можно интерпретировать как глобулы или протозвезды.

Также можно заметить, что «ядро» галактики вращается быстрее «окраин», что создает некоторое подобие вихря в центре системы. Спиральность присутствует уже на этом уровне разработки, но пока плохо различима, что соответствует астрономическим наблюдениям: многие линзовые галактики имеют слабо выраженную спиральную структуру [Кононович, Мороз 2004: 1]. Спиральность (Рис. 5) проявляется тем ярче, чем больше количество частиц в системе и чем дольше длится процесс моделирования, т.е. спиральная галактика образуется из линзовой.



**Рис. 3.** Сферическая галактика. 3000 частиц

После формирования ядра линзовой галактики, сгустки (протозвезды) начнут появляться и на ее диске, образуя рукава галактики.



**Рис. 4.** Линзовая галактика. Вид сбоку. 3000 звезд

Таким образом, в работе рассмотрены модели больших звездных систем основных типов на качественном уровне с учетом классического гравитационного взаимодействия. Более сложные и реалистичные модели можно получить, учитывая электромагнитное взаимодействие, квантовые эффекты излучения звезд и образование черных дыр.

#### *Список использованной литературы*

1. Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии. - М.: Едиториал УРСС, 2004.
2. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.

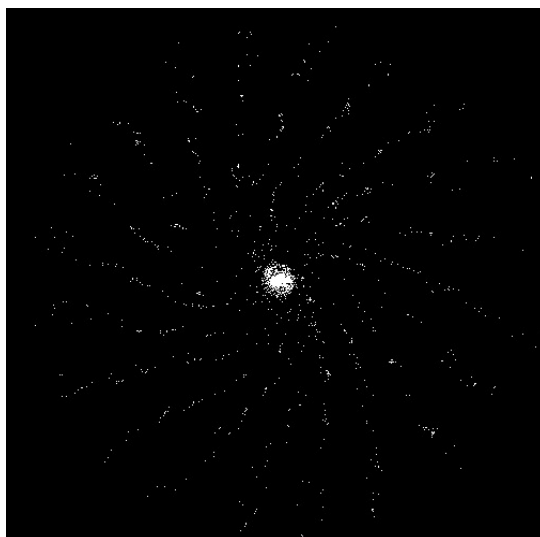


Рис. 5. Спиральная галактика. 3000 звезд. Появление сгустков на диске

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МТП СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Корчуганова М. А., Сырбаков А. П.  
Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета*

Одним из важных направлений повышения эффективности сельскохозяйственного производства является улучшение использования машинно-тракторного парка (МТП). Известно, что эффективное планирование и оперативное управление работой машин позволяет не только уменьшить реальные затраты на производство, но и повысить вероятность выполнения полевых работ в лучшие агротехнические сроки, достичь прироста урожайности культур и др.

Вместе с тем, при планировании работы машин необходимо учитывать местные производственные условия, технологические особенности сельскохозяйственных культур и многие другие факторы. Поэтому процесс планирования требует значительных затрат времени и сил. Облегчить этот процесс можно с помощью компьютерной техники и специального программного обеспечения. Несмотря на большое количество разработок, компьютерных программ, массово работающих в хозяйствах, до сих пор нет. Причины такой ситуации самые разнообразные - от несовершенства методологической базы пакетов прикладных программ до отсутствия компьютерной грамотности и нежелания проведения четкого планирования в самих хозяйствах.

Компьютерные программы, предназначенные для проектирования использования сельскохозяйственной техники, основаны на моделировании реальных производственных процессов. Поэтому основной задачей научных исследований, проводимых в этом направлении в последние годы, является разработка различных моделей (по большей части математических), учитывающих особенности сельскохозяйственного производства. Практическая ценность результатов моделирования напрямую зависит от того, насколько адекватна модель реальным процессам.

Предлагаемая информационная система предполагает программирование в среде «Microsoft Office Access 2003», которая позволяет объединить сведения из разных источников в одной реляционной базе данных. Создаваемые формы, запросы и отчеты позволяют быстро и эффективно обновлять данные, получать ответы на вопросы, осуществлять поиск нужных данных, анализировать данные, печатать отчеты, диаграммы.

Одним из главнейших преимуществ этой среды программирования является ее распространение в стандартных приложениях к операционной системе Windows 2000/NT/XP/Vista. Что позволит сократить расходы при внедрении программного продукта на предприятии.

Особенности сельскохозяйственного производства, экономическое и социальное положение производителей сельхозпродукции выдвигают определенные требования к компьютерным программам, используемым в сельхозпредприятиях. Учитывая современное состояние проблемы, компьютерная программа должна:

1. быть универсальной, так чтобы её можно было применить в любом сельскохозяйственном предприятии;
2. сопровождаться справочной информацией о программе и руководством по ее эксплуатации, иначе использование программы будет затруднено;
3. обеспечивать ввод данных в естественной размерности и форме;
4. автоматически контролировать корректность вводимых пользователем данных и любые другие его действия с программой с целью не допустить неумышленных ошибок;