



Рисунок 4 (Скриншот готового прототипа игры. (локация 1 уровня))

УДК 519.62 + 531.3 + 521.1

Студ. П. С. Шенец

Науч. рук. ст. преподаватель А. С. Наркевич
(кафедра информационных систем и технологий, БГТУ)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ФОНА ГРАВИТОНОВ

В 1930-х годах было обнаружено, что в скоплениях галактик отдельные галактики движутся заметно быстрее, чем это возможно, если их удерживает вместе притяжение светящейся массы скопления. Ф. Цвикки показал, что отношение необходимой массы к видимой составляет около 500 [1], т.е. большая часть массы не видна. Позже в спиральных галактиках наблюдения обнаружили слишком высокие скорости звезд на их периферии, причем эти скорости стремятся к постоянному пределу, зависящему от полной светимости галактики. Проблему недостающей массы (так ее назвали) можно решить, предположив, что существует некая темная материя, заполняющая галактики и их скопления [2]. Это принятая на сегодня гипотеза. Другой вариант – это возможная модификация уравнения движения

(II закона Ньютона) или закона тяготения. Наиболее известный пример – это модифицированная ньютоновская динамика (МОНД) М. Милгрёма [3].

В модели низкоэнергетической квантовой гравитации [4] взаимодействие тел с фоном гравитонов приводит к торможению движущихся тел в системе отсчета, в которой этот фон изотропен; при малых скоростях:

$$w = -H_0 c = 6,419 \cdot 10^{-10} \frac{M}{c^2}, \quad (1)$$

где H_0 – постоянная Хаббла, c – скорость света. Уравнение движения тела (материальной точки) в гравитационном поле большой массы M имеет вид [5]:

$$\ddot{\vec{r}} = -G \frac{M}{r^3} \vec{r} + w \left(\frac{\vec{u}}{u} - \frac{\vec{v} + \vec{u}}{|\vec{v} + \vec{u}|} \right), \quad (2)$$

где \vec{r} – радиус-вектор материальной точки, \vec{v} – ее скорость относительно центра притяжения, G – постоянная тяготения, \vec{u} – скорость центра притяжения системы относительно фона.

В этой работе, чтобы выяснить, может ли уравнение (2) быть связано с проблемой недостающей массы, разработана программа на C++ для численного решения этого уравнения, проведен анализ некоторых полученных решений. Алгоритм решения уравнения (2) основан на рекуррентных соотношениях:

$$\begin{cases} \vec{r}(t + \Delta t) = \vec{r}(t) + \vec{v}(t) \cdot \Delta t + \vec{a}(t) \frac{\Delta t^2}{2}; \\ \vec{v}(t + \Delta t) = \vec{v}(t) + \vec{a}(t) \cdot \Delta t; \\ \vec{a}(t + \Delta t) = -G \frac{M \vec{r}(t)}{r^3(t)} + w \left(\frac{\vec{u}}{u} - \frac{\vec{v} + \vec{u}}{|\vec{v} + \vec{u}|} \right). \end{cases} \quad (3)$$

В этой программе, данные были организованы в виде структуры. Структура содержит в себе 3 массива и 1 переменную. Так как мы рассматриваем частный случай движения в плоскости, то массивы содержат по две компоненты для численного описания таких величин, как радиус, скорость и ускорение по осям координат. Все вычисления производятся покомпонентно. В переменной записывается время. Все данные имеют тип `double`, так как мы работаем с большими числами, требующими большой точности при вычислениях.

Пользователь может выбрать желаемый режим расчёта и ввести исходные данные. Далее программа производит вычисления по выбранному варианту. Для дискретного моделирования

вычисляется период T , за который точка в классическом случае должна сделать полный круг. В переменную Δt записывается величина равная $T \cdot 10^{-6}$, чем задается количество точек за оборот, в которых производятся расчёты по формулам. В нашем случае берём 1.000.000 точек. Пользователь также может задавать количество периодов.

С помощью функции `clock()` библиотеки `<ctime>` определяем время работы программы. Полный цикл выполняется за 5-7 секунд на компьютере с процессором AMD A4-5100. Такое оптимально короткое время расчётов было достигнуто благодаря тому, что были использованы всего лишь 2 «буферные» переменные структурного типа, а не массив со всеми данными. Промежуточные результаты для 100 точек записываются в файлы. Это не загромождает память ненужными данными, так как для дальнейшего графического анализа нам достаточно 100 точек. Но впоследствии, для полноты картины и более точного построения графиков, это количество можно заменить на большее.

При работе создаётся 4 файла. В первый файл записываются длины векторов $r(t)$, $v(t)$ и $a(t)$. Во второй файл записываются поправки для r и v . В третий файл – координаты точек для последующего построения траектории, например, в MathCad.

Так же программа имеет функцию «дозаписи» - продолжения расчётов. Четвёртый файл нужен для того, чтобы при окончании вычислений записывать в него исходные данные и последнюю структуру, чтобы пользователь мог в любое время продолжить предыдущие расчёты и дозаписать новые данные в файлы.

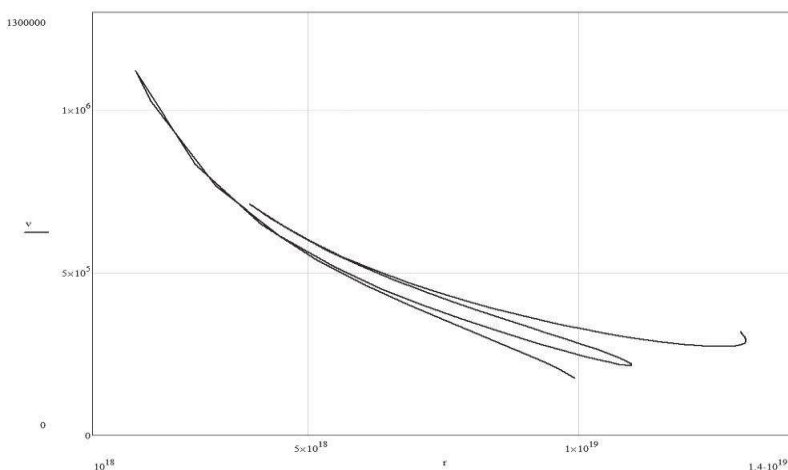


Рисунок 1 - Некеплеровская зависимость $v(r)$ для звезды в галактике при $w/a(0) = 0.082$

С помощью этой программы исследовано плоское движение материальной точки в поле притягивающего центра при малых (движение планеты в поле звезды) и больших (движение звезды на периферии галактики) значениях $w/a(0)$ и разных значениях u .

ЛИТЕРАТУРА

1. Zwicky, F. Die Rotverschiebung von extragalaktischen Nebeln. Helvetica Physica Acta 6, 110-127 (1933).
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Тёмная материя](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тёмная_материя).
3. Milgrom, M. ApJ, 1983, V.270, pp. 365–370 and 371–383.
4. Ivanov, M.A. Gravitons as super-strong interacting particles, and low-energy quantum gravity. In the book "Focus on Quantum Gravity Research", Ed. D.C. Moore, Nova Science, NY - 2006 - pp. 89-120; [hep-th/0506189].
5. Ivanov, M.A. Deceleration of Massive Bodies by the Isotropic Graviton Background as a Possible Alternative to Dark Matter [<http://vixra.org/pdf/1108.0030v1.pdf>].

УДК 004.451.9

Студ. А.А.Шавейко,

Научн. рук. ст. преподаватель А.С.Наркевич

(кафедра информационных систем и технологий ИСиТ, БГТУ)

ПРОГРАММНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «РАЗВИТИЕ ПАМЯТИ»

Память (рисунок 1) – это навык, который является жизненно необходимым для каждого человека. Без нее мы бы никогда не были самими собой, не умели бы разговаривать и вообще не смогли бы мыслить. Но память является не только незаменимым навыком, но и важным элементом нашего образования и интеллекта. Развитие памяти, внимания и мышления часто представляет собой смежные задачи. От того, как развита наша память, напрямую зависят многие наши ментальные характеристики. Например, без



Рисунок 1 - Память