

И.Ю. Андреева,

научный руководитель, педагог дополнительного образования,
высшая квалификационная категория

Д.И. Майоров,

МБУ ДО Центр детского (юношеского) научно-технического
творчества, Армавир, Краснодарский край

Планировщик орбитальных перелётов «Орбитальный навигатор»

Планировщик разработан для наглядного представления астрономических явлений исходя из реальных научных данных. Разработанная система расчёта позволяет пользователю совершить путешествие по солнечной системе. Проверить и визуализировать собственные расчёты предполагаемого полёта космического аппарата.

Объектом исследования являются физические расчёты траекторий спутников и астрономических объектов в космическом пространстве.

Целью творческой работы является улучшение систем расчёта орбит и отображения астрономических объектов.

Задачи исследования: изучить способы увеличения точности существующих вычислений; изучить основы орбитальной механики и астродинамики; изучить устройство ракетных двигателей и их характеристик; изучить технологии разработки 3D приложений в среде разработки Unity 2018; разработать 3D приложение «Орбитальный навигатор».

Полученные данные: разработаны методы реализации бесконечного пространства на основе удвоенной точности координат, системы расчёта гравитации планет, механики орбитального движения.

Вывод: приложение представляет собой виртуальную солнечную систему с возможностью построения определённых орбит и планировку будущих полётов.

21 век – век космических технологий. Развитие в этой сфере на сегодняшний день достигает невероятных высот. Запуски сверхтяжёлых ракет, открытия и исследования вносят огромный вклад в развитие человечества. В школах начинают появляться уроки астрономии, и именно 3D визуализация космических явлений может помочь в понимании применения новых формул.

Данный планировщик позволяет пользователю совершить путешествие по солнечной системе, изучить поведение объектов в космическом пространстве и взаимодействие между ними. Согласно уравнениям Кеплера и законам Ньютона, реализована реалистичная система орбитальной механики и взаимодействия между объектами. Весь мир в симуляторе является бесконечным, благодаря системе удвоенной точности координат. Любой участок пространства возможно посетить без загрузочных экранов и переходов. Графическая составляющая проекта представляет из себя некоторые стандартные и созданные мною визуальные эффекты, максимально оптимизиро-

ванные для каждого компьютера. Если пользователь пожелает узнать какую-либо информацию о том или ином объекте и его орбите, все данные возможно вывести на экран.

Объектом исследования является обработка событий орбитальной механики, реализации бесконечной, беспереходной вселенной.

Целью творческой работы является усовершенствование существующих методов расчёта орбит, реализации полноценного и реалистичного космоса.

Поставленная цель предполагает решение следующих **задач**:

- изучение способов увеличения точности существующих вычислений
- изучить основы орбитальной механики и астродинамики
- изучить устройство ракетных двигателей и их характеристик
- изучение технологий разработки 3D приложений в среде разработки Unity 2017
- разработка 3D приложения «Орбитальный навигатор».

Требования к аппаратному и программному обеспечению:

ОС	Windows 7 / Windows 8 / Windows 8.1 / Windows 10 (32- бит/ 64-бит)
Процессор	Частота 2.0 GHz и выше
Оперативная память	1 GB
Место на диске	500 Mb

Орбитальная механика

Система орбитальной механики основана на уравнениях Кеплера, выполняя задачу двух тел. Для построения орбиты требуется изначально найти элементы орбиты, используя готовые данные или

полученные при вычислении из скорости и позиции объекта. Процедура рассчитывает большую полуось и эксцентриситет (степень отклонения конического сечения от окружности):

$$e = 1 - \frac{r}{a}$$

где:

a – большая полуось,

r – радиус вектор,

e – эксцентриситет.

Далее в зависимости от значения эксцентриситета орбита принимает тип:

$e = 0$ – окружность

$0 < e < 1$ – эллипс

$e = 1$ – парабола

$1 < e < \infty$ – гипербола

$e = \infty$ – прямая

Если орбита является эллипсом, высоту над планетой на определённом угле находим по данной формуле:

$$r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos \vartheta}$$

Для параболической орбиты используется формула:

$$r = \frac{2r_{\pi}}{1 + \cos \vartheta}$$

Где r_{π} – начальная высота над планетой, ϑ – истинная аномалия (угол в градусах).

Для гиперболической орбиты

$$r = a(e \operatorname{ch} H - 1)$$

Движение по орбите рассчитывается через истинную аномалию (угол между радиус - вектором тела и направлением на точку начала движения) и период обращения.

Формула средней аномалии:

$$M = n(t - T)$$

где $n = \sqrt{\frac{GM}{a^3}}$ – среднее орбитальное движение

G – гравитационная постоянная,

a – большая полуось,

t – время в секундах,

T – период обращения.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{GM}}$$

Исходя из всех полученных данных, находим полярные координаты тела на орбите:

$$\begin{aligned}x &= r * \cos\Omega * \cos u - \sin\Omega * \sin u * \cos i \\y &= r * \sin\Omega * \cos u - \cos\Omega * \sin u * \cos i \\z &= r * \cos u * \sin i\end{aligned}$$

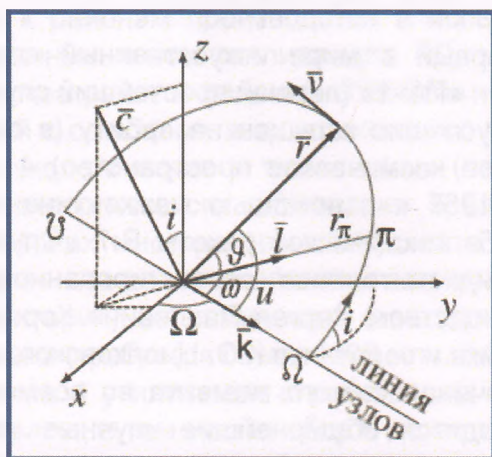
где

i – наклонение орбиты

Ω – Долгота восходящего узла

u – Аргумент широты

r – Радиус вектор.



Когда все данные получены, строится орбита любого астрономического объекта.

При переходе от одной орбиты к другой программа рассчитывает требования для данной корректировки и выводит результаты о расходах.

Итог: алгоритм в зависимости от высоты над поверхностью планеты, её массы и радиуса строит траекторию движения объекта вокруг планеты.

Заключение

Таким образом, в результате проведённого исследования решены поставленные задачи:

- изучены способы увеличения точности существующих вычислений
- изучены основы орбитальной механики и аэродинамики
- изучено устройство ракетных двигателей и их характеристик
- изучены технологии разработки 3D приложений в среде разработки *Unity 2018*
- разработано 3D приложение «Орбитальный навигатор»

На данном этапе разработка приложения не останавливается и проект постоянно улучшается.

Цель творческой работы — усовершенствование реализации орбитальной механики — достигнута.

Библиографический список

1. Кл. Э. Соурц. Необыкновенная физика обыкновенных явлений
2. Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. Справочник по физике
3. Левантовский В. И. Механика космического полета в элементарном изложении
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
5. <https://habrahabr.ru/hub/unity3d/>
6. <http://unity3d.ru/distribution/index.php>
7. <https://astronomy.ru/>