ответствия границ? имеющихся в ЕГРН с фактическими границами используемыми гражданами. На рисунке 3 показан земельный участок, расположенный по адресу: с. Карагали ул. М. Джалиля 1б. Фактические границы земельного участка в несколько раз больше границ, узаконенных в порядке действующего земельного законодательства.

*Рис. 1. Общая информация по слоям, содержащаяся в ГИС QGIS*

*Рис. 2. Фрагмент ортофотоплана*

*Рис. 3. Граница земельного участка по сведениям ЕГР*

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- научно- технический прогресс не мыслим без применения ГИС технологий,
- постоянно расширяются сферы использования Гис технологий,
- применение Гис технологий для мониторинга земель – это эффективный метод его реформирования,
- для формирования эффективных методов мониторинга земель возможно использовать опыт России и Монголии.

**Список литературы**

1. Сизов А.П. Мониторинг и охрана городских земель: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Изд-во МИИГАиК, 2009.

2. Геоинформационные технологии в мониторинге и использовании земельных ресурсов: Коллективная монография Батыкова А.Ж., Богданова О.В., Бударова В.А., Денисов В.В., Денисова Е.С., Казаков И.И., Киселева Н.А., Клепикова А.А., Курашко И.А., Липски С.А., Черданцева Н.Г., Молочко А.В., Окмянская В., Ошкина Е.А., Павлова В.А., Поршакова А.Н., Рашева А.Т., Сизов А.П., Солодков Н.Н., Тарбаев В.А. и др. –Пенза, 2019.

3. Сайнбаяр С., Нямсурэн О., Эрхэмбаяр Э. Землепользование и землеустройство в Монголии. Земельные и водные ресурсы: мониторинг эколого-экономического состояния и модели управления: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию Института землеустройства, кадастров и мелиорации (23-25 апреля 2015 г.). – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2015. – 274 с.

4. Сизов А. П. Опыт использования методов математической статистики при анализе результатов государственного земельного надзора Геодезия и картография. 2019. Т. 80. № 10. С. 55-64.

УДК 51.71

## ДВИЖЕНИЕ ПЛАНЕТЫ ВОКРУГ ТРЕХ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЕЗД

***А. О. Зайкина, К. Д. Яксубаев***
*Астраханский государственный*
*архитектурно-строительный университет*
*(г. Астрахань, Россия)*

В настоящее время разработана модель движения планеты вокруг двух звезд в пакете Mathcad [1]. На основании данной модели был сделан вывод об орбите планеты, которая может иметь форму «восьмёрки». В настоящей работе поставлена цель моделирования движения планеты вокруг трех неподвижных звезд, для выяснения изменения траектории планеты с течением времени.

***Ключевые слова:*** *движение планет, проектирование модели взаимодействия небесных тел.*

At present, a model of planetary motion around two stars in the Mathcad package has been developed [1]. Based on this model, a conclusion was drawn about the orbit of the planet, which may take the form of an «eight». In this paper, the goal is to simulate the motion of the planet around three fixed stars, to determine the change in the trajectory of the planet over time.

***Keywords:*** *motion of planets, design of model of interaction of celestial bodies.*

Исследуем задачу: «Какие формы может принимать траектория планеты, движущейся вокруг трех неподвижных звезд?». Исследование проведем с помощью численного моделирования в математическом пакете Mathcad [2]. Дифференциальное уравнение движения планеты решим приближенно с помощью встроенной функцией Odesolve. Расчет носит условный характер. Цель расчета: определение траектории движения планеты вокруг небесных тел и изучение изменения формы орбиты с течением времени.

Введем обозначения, представленные в таблице 1.

| Наименование | Обозначения | Значения параметров в условных единицах |
|---|---|---|
| Масса планеты | m | 0.001 |
| Масса 1-ой звезды | $M_1$ | 9 |
| Масса 2-ой звезды | $M_2$ | 17 |
| Масса 3-ой звезды | $M_3$ | 17 |
| Гравитационная постоянная | γ | 1 |
| Продолжительность расчета | b(t) | |
| Параметр | d | 100 |
| Скорость движения планеты | v | 1.35 |
| Начальные координаты 1 звезды | (0;0) | (0;0) |
| Начальные координаты 2 звезды | (0;d) | (0;100) |
| Начальные координаты 3 звезды | (-d;0) | (-100;0) |
| Начальное положение планеты | $(0;x_0)$ | (0;116) |
| Координаты планеты в момент времени t | (x(t); y(t)) | |

Приведем систему уравнений (1), (2) [3], описывающую движение планеты вокруг трех неподвижных звезд [4].

Given

$$\mathrm{m}x''(t) = \frac{-\gamma * \mathrm{x(t)}m\mathrm{M}_1}{(\mathrm{x(t)}^2 + \mathrm{y(t)}^2)^{1.5}} - \frac{\gamma(\mathrm{x(t)} - \mathrm{d})\mathrm{mM}_2}{((\mathrm{x(t)} - \mathrm{d})^2 + \mathrm{x(t)}^2)^{1.5}} - \frac{\gamma(\mathrm{x(t)} + \mathrm{d})\mathrm{mM}_3}{((\mathrm{x(t)} + \mathrm{d})^2 + \mathrm{x(t)}^2)^{1.5}} \tag{1}$$

$$\mathrm{m}y''(\mathrm{t}) = \frac{-\gamma\mathrm{y(t)mM}_1}{(\mathrm{x(t)}^2 + \mathrm{y(t)}^2)^{1.5}} - \frac{\gamma\mathrm{y(t)mM}_2}{((\mathrm{x(t)} - \mathrm{d})^2 + \mathrm{x(t)}^2)^{1.5}} - \frac{\gamma\mathrm{y(t)mM}_3}{((\mathrm{x(t)} + \mathrm{d})^2 + \mathrm{x(t)}^2)^{1.5}} \tag{2}$$

$x(0) = x_0 \quad y(0) = y_0$

$$\begin{pmatrix}\mathrm{x}\\ \mathrm{y}\end{pmatrix} = \mathrm{Odesolve}\left[\begin{pmatrix}\mathrm{x}\\ \mathrm{y}\end{pmatrix}, \mathrm{t}, \mathrm{b}, \mathrm{N}\right]$$

С помощью блока Given-Obesolve построим график движения планеты. Получаем наглядное изображение формы траектории в зависимости от продолжительности полета планеты под влиянием трех неподвижных звезд (рис. 1).

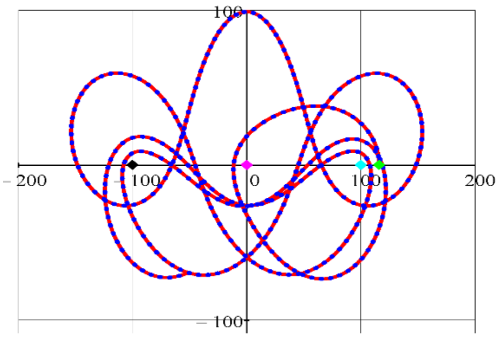


*Рис. 1. Движение планеты при продолжительности расчета b=3500*

Приведем траекторию движения планеты при b=5000 (рис. 2).

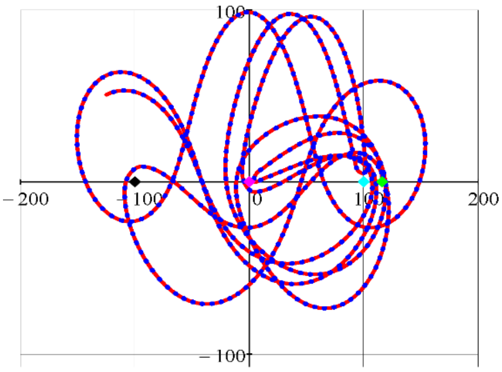


*Рис. 2. Форма траектории движение планеты при b=5000*

Мы можем сделать вывод о том, что планета будет вращаться возле трех звезд бесконечно долго. И при этом траектория не будет циклической, но присутствие частично хаотического движения планеты не отрывает ее от трехнеподвижных звезд, к которым она тяготеет.


**Список литературы**

1.Зайкина, А.О. Движение планеты по восьмерке / А.О. Зайкина, К.Д. Яксубаев / VIII Международный форум молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников. – Россия, Астрахань. – АГАСУ. –23-25 апреля 2019. – С. 136-138.

2.Очков, В.Ф. Движения планет: расчет и визуализация в среде Mathcad или Часы Кеплера / В.Ф. Очков, Е.П. Богомолова, Д.А. Иванов, К. Писачич / Электронный журнал «Cloud of Science». – 2015. – Т.2. – №2. ISSN 2409-031X. – http://cloudofscience.ru

3.Смульский, И.И. Осесимметричное кулоновское взаимодействие и неустойчивость орбит / И.И. Смульский. – Тюмень: Издательство «Институт криосферы Земли СО РАН». – 2013. – 30с.

4.Воскобойников, Ю.Е. Решение инженерных задач в пакете MathCAD: учебное пособие / Ю.Е. Воскобойников, А.Ф. Задорожный, Л.А. Литвинов, Ю.Г. Черный. – Новосибирск: Издательство «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин). – 2013. – 120с. – ISBN 978-5-7795-0641-0.



УДК. 519.6


# ПОГРЕШНОСТЬ АПРОКСИМАЦИИ ДУГ ОКРУЖНОСТЕЙ КУБИЧЕСКОЙ КРИВОЙ БЕЗЬЕ


***Т. В. Хоменко***

*Астраханский государственный*
*архитектурно-строительный университет*
*(г. Астрахань, Россия)*



Вычислена погрешность аппроксимации дуг окружности кубической кривой Безье. Показано, что для грубых расчетов окружность можно аппроксимировать сплайномснепрерывной первой производной, состоящим из двух кубических кривых Безье.



***Ключевые слова:*** *кривая Безье, сплайн, окружность, аппроксимация.*



The error of approximation of the circle arcs of the cubic Bezier curve is calculated. It is shown that for rough calculations a circle can be approximated by a spline c of a continuous first derivative consisting of two cubic Bezier curves.



***Keywords****: Bezier curve, spline, circle, approximation.*


Взаимодействие математических и инженерных проектировочных пакетов приносит существенную выгоду, как для проектирования, так и для инженерных наук. В работе показаны преимущества такого объединения на примере использования и изучения свойств кривых Безье в процессе проектирования. Наилучшим математическим пакетом для организации взаимодействия с любым инженерным пакетов является комплекс Mathcad. Одним из важных достоинств этого замечательного математического пакета является тот факт, что формулы в нем изображаются точно так же, как они представлены в учебниках математики.

Приведем изображение кубической кривой Безье аппроксимирующую половину окружности (рис. 1.).

На рисунке 1 кубическая кривая Безье изображена и за пределами отрезка [0,1] для того, чтобы кривую Безье можно было отличить от окружности.

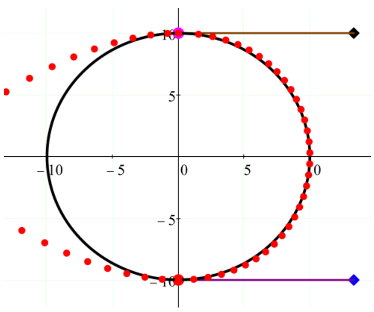

*Рис. 1. Кривая Безье аппроксимирующая полуокружность*

Величина отклонения кривой Безье от окружности вычисляется в норме пространства$C_{[a;b]}$, где $C_{[a;b]}$ – нормированное пространство функций, непрерывных на отрезке $[a;b]$. Норма в этом пространстве задается формулой:

$$\|f\| = \max_{a\le x\le b}|f(x)|$$