

**Вывод**

В результате проделанной работы был разработан и изготовлен аппаратно-программный комплекс для измерения деформации твёрдых тел с высокой точностью. Тестовые испытания комплекса подтвердили его полную работоспособность. Данные испытаний могут быть использованы, например, при проектировании элементов самолетов.

**Список литературы**

1. Анкудинов Д., Мамаев К. Малобазные тензодатчики сопротивления. М., 1968. 187 с.
2. Джереми Блум. Exploring Arduino. Tools and Techniques for Engineering Wizardry. СПб.: БХВ-Петербург, 2018. 336 с.
3. <https://www.dissercat.com/content/analiticheskie-priblizheniya-ploskoi-zadachi-nalozheniya-bolshikh-deformatsii-dlya-razlichny>
4. <http://uralves.ru/catalog/testing>
5. [arduino-kit.ru](http://arduino-kit.ru)

**Сведения об авторах:**

*Нигай Руслан Михайлович* – к.т.н., доцент, РУТ;

*Нигай Евгений Русланович* – инженер-исследователь, филиал “ПНБО” АО “НПК “СПП””, г.Королев;

*Авраменко Андрей Дмитриевич* – студент, РУТ;

*Никогосян Арман Месропович* – студент, РУТ.

УДК 519.245

<https://doi.org/10.26160/2618-7493-2019-2-9-11>

## ПРОГРАММА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МОНТЕ-КАРЛО В ЗАДАЧАХ ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ

*Смагин А.В., Яковлев А.Ю., Масленников А.Л.*

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Москва*

**Ключевые слова:** методы Монте-Карло, численное интегрирование, MathWorks MATLAB.

**Аннотация.** В работе описывается программное обеспечение, написанное в среде MathWorks MATLAB, в котором решается задача определения площади заданной аналитически замкнутой кривой и площади области, закрашенной цветом, на цифровом изображении.

## SOFTWARE FOR DEMONSTRATION OF MONTE-CARLO METHODS IN NUMERICAL INTEGRATION PROBLEMS

*Smagin A.V., Yakovlev A.Yu., Maslennikov A.L.*

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

**Keywords:** Monte-Carlo methods, numerical integration, MathWorks MATLAB.

**Abstract.** In this paper the software, developed in MathWorks MATLAB, for solving numerical integration problems in 2D space using Monte-Carlo methods is described. Two problems are considered: numerical integration of the closed analytical curve and of the image regions filled with different colors.

**Введение**

Методы моделирования Монте-Карло применяются в различных областях науки и техники при решении различных задач [1]. Как правило, в теории управления эти методы ассоциируются с многократным моделированием некоторой системы или объекта при различных реализациях случайных процессов, с последующим определением некоторых параметров системы или объекта [2-3]. Наиболее наглядно методы моделирования Монте-Карло можно продемонстрировать на двух задачах, реализация которых в программной среде MathWorks MATLAB и рассматривается в данной работе.

**Вычисление площади заданной аналитической замкнутой кривой.**

Для решения этой задачи (для двумерного случая): в аналитическом виде задается замкнутая кривая, в общем случае сложной формы, площадь  $S_{\Pi}$  которой необходимо вычислить. Затем задается простая замкнутая кривая, окаймляющая исходную, но площадь  $S_{\Pi}$  которой легко вычисляется аналитически. После этого на каждом шаге итерационного процесса генерируется случайным образом координаты одной точки, не выходящей за пределы простой замкнутой кривой, а затем проверяется ее принадлежность внутренней области исходной замкнутой кривой. В результате площадь исходной замкнутой кривой может быть вычислена следующим образом:

$$S_{\Pi} = S_{\Pi} \frac{K}{N},$$

где  $K$  – количество точек, попавших во внутреннюю область исходной замкнутой кривой,  $N$  – общее количество сгенерированных точек.

Внешний вид программы для решения этой задачи представлен на рис. 1.

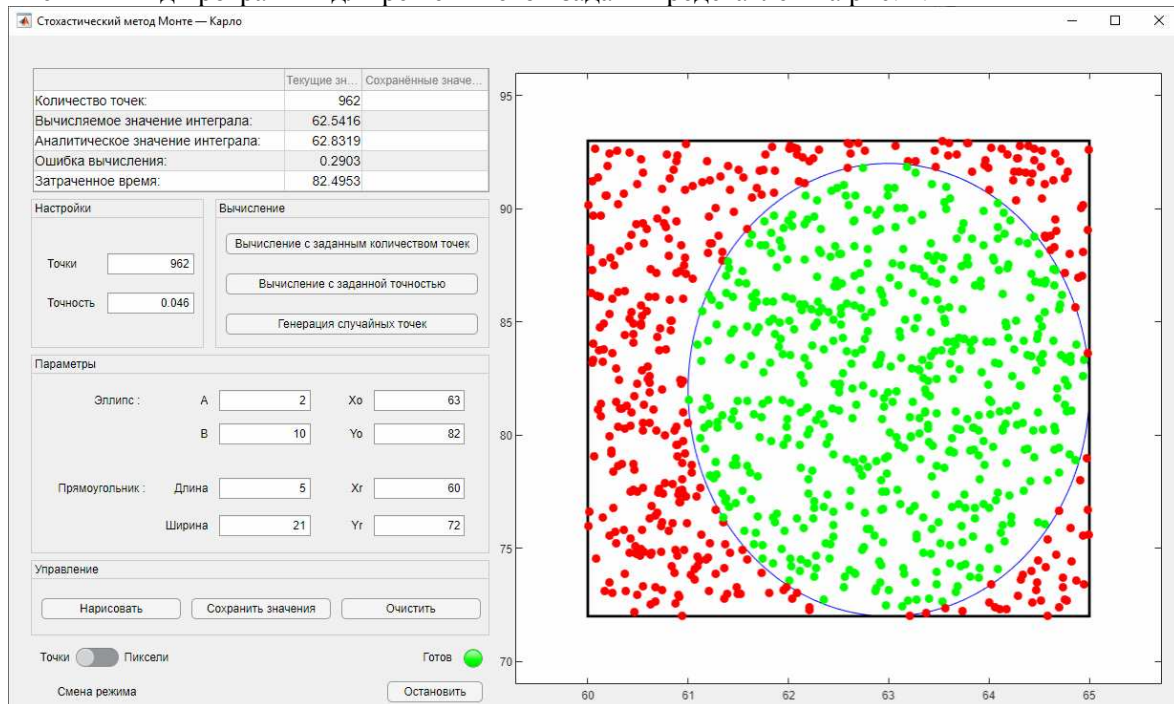


Рис. 1. Внешний вид программы определения площади замкнутой кривой

*Вычисление площади области определенного цвета на изображении.*

Для решения этой задачи используется аналогичный подход, но в качестве исходных данных выступает цифровое изображение в формате PNG или JPEG, а результатом является площадь, занимаемая областями, закрасенными заданными цветами. В программе выбираются соответствующие цвета и запускается итерационный процесс, результат которого представлен на рис. 2, где вычисляются площади областей, соответствующих синему, красному и зеленому цветам.

Итерационный процесс может завершаться как при генерации заданного числа точек, так и при достижении заданной точности определения площади. В программе также реализованы функции сохранения текущих результатов и удаления всех текущих вычислений.

Переключение между двумя задачами в программе осуществляется с помощью переключателя в левом нижнем углу. Кроме этого, в программе предусмотрен индикатор занятости приложения (зеленый: вычислений не ведется, красный: ведутся вычисления) и кнопка остановки итерационного процесса вычислений.

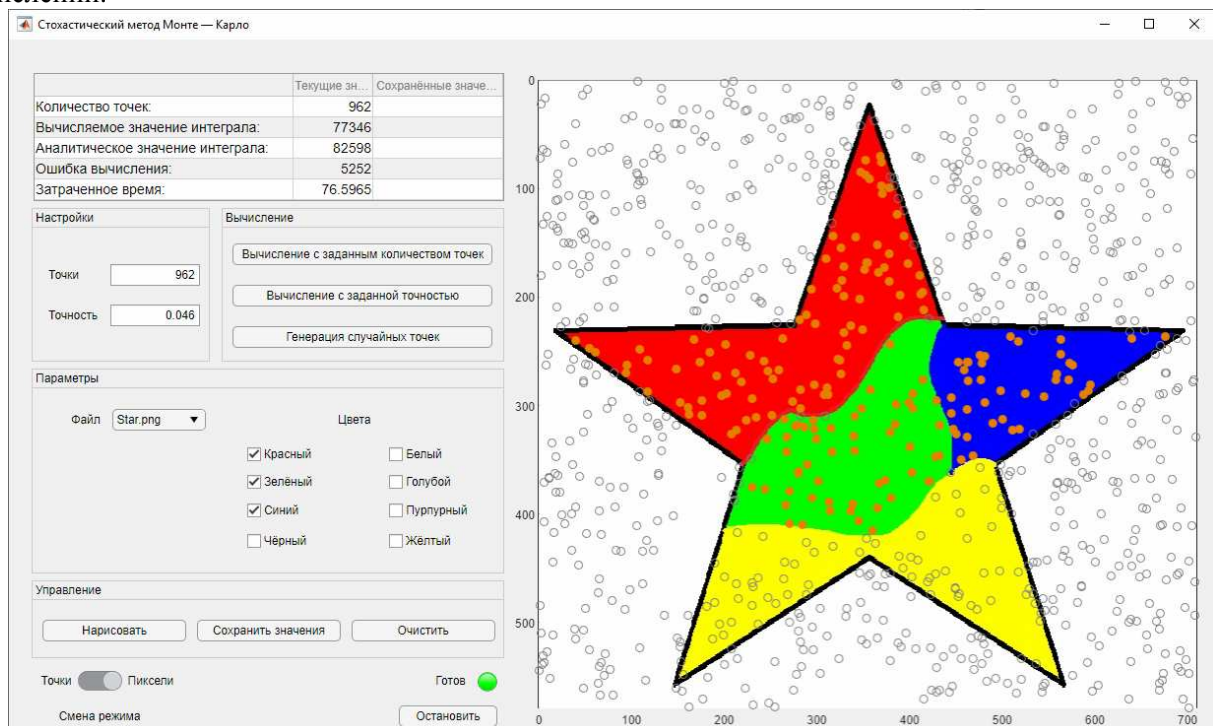


Рис. 2. Внешний вид программы определения площади замкнутой кривой

*Заключение*

В работе описывается программа, разработанная в среде MathWorks MATLAB для наглядной интерпретации методов моделирования Монте-Карло в задачах численного определения площадей заданных областей.

**Список литературы**

1. Metropolis, N. and Ulam, S. The Monte Carlo method. Journal of the American statistical association, 44 (247), pp. 335-341, 1949.
2. Rubinstein, R.Y., Kroese D.P. Simulation and the Monte Carlo method. Vol. 10. John Wiley & Sons, 2016, p. 420.
3. Тяпкина П.Д., Масленников А.Л., Задорожная Н.М. Оптимизация расчета ошибки оценки параметров в задачах идентификации динамических систем // Молодежный научно-технический вестник. Электронный журнал, 2016, вып. 6. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26182562>

**Сведения об авторах:**

*Смагин Александр Владиславович* – студент, МГТУ им. Н.Э. Баумана;

*Яковлев Андрей Юрьевич* – студент, МГТУ им. Н.Э. Баумана;

*Масленников Андрей Леонидович* – ассистент кафедры «Системы автоматического управления», МГТУ им. Н.Э. Баумана.

УДК 519.816

<https://doi.org/10.26160/2618-7493-2019-2-11-13>

## ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ОТНОШЕНИЯ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ДЛЯ ВЫБОРА НАУЧНОГО ПРОЕКТА

***Васильев А.В.***

*Омский государственный университет путей сообщения, г.Омск*

**Ключевые слова:** теория принятия решений, метод на основе нечетких предпочтений, выбор альтернатив, анализ результатов, многокритериальное ранжирование.

**Аннотация.** Данная статья рассматривает проблему выбора научного проекта для успешной работы и развития научного знания. Для решения проблемы применяются автоматизированные системы процесса принятия решения, основанные на рациональном методе выбора многокритериальных альтернатив – методе на основе нечеткого отношения предпочтений. В результате данного исследования построены матрицы нечетких предпочтений и нечетких отношений, установлены критерии и их оценки для выбора наилучшей альтернативы.

## DECISION-MAKING METHOD BASED ON FUZZY PREFERENCE RELATIONS TO SELECT A RESEARCH PROJECT

***Vasilev A.V.***

*Omsk State Transport University, Omsk*

**Keywords:** decision theory, method based on fuzzy preferences, choice of alternatives, analysis of results, multi-criteria ranking.

**Abstract.** This article considers the problem of choosing a scientific project for successful work and development of scientific knowledge. To solve the problem, automated systems of the decision-making process are used, based on the rational method of choosing multi-criteria alternatives – the method based on the fuzzy preference ratio. As a result of this study, matrices of fuzzy preferences and fuzzy relations are constructed, criteria and their estimates for choosing the best alternative are established.

Выбор научного проекта, который принесет высокий вклад в развитии молодого ученого, научного сотрудника, аспиранта, является первостепенной задачей. Правильно выбранная область дает лицу, принимаемому решение, фундаментальную основу для своей научной работы. Дальнейшее развитие правильно выбранного научного проекта, перерастает в получение государственных экономических поддержек для его развития, повышение имиджа научного центра и самого ученого, экономической выгоды заинтересованных инвесторов.

Задача выбора научного проекта является многокритериальной задачей теории принятия решений. Для автоматизации применяется рациональный метод выбора альтернатив на основе нечеткого отношения предпочтения. Наиболее рациональной альтернативой является максимальное значение недоминируемости, принадлежащее альтернативе. Выбор данного значения отыскивается из пересечения нечетких множеств, полученных пересечением нечетких отношений из обработки исходных отношений предпочтений [1]. Рассмотрим задачу выбора научного проекта по следующим критериям, представленным в таблице 1.

Для оценки выбраны три научных проекта из области биометрической идентификации человека, на основе использования следующих методов:  $B_1$  – идентификация человека по отпечатку пальца;  $B_2$  – идентификация человека по 2D изображению лица;  $B_3$  – идентификация человека по сетчатке глаза. В