

Подведем итоги работы:

1. Исследованы методы сегментации.
2. Программно реализованы простой метод сегментации  $k$ -средних и разрастания регионов по признаку яркости пикселей.
3. Проведен сравнительный анализ данных методов.
4. Планируется реализация данных методов на высокопроизводительных архитектурах.

#### Список литературы

1. Красильников Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учебное пособие – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 608 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Интеллектуальный анализ данных. Алгоритм кластеризации  $K$ -means. (Электронный ресурс) Режим доступа: <http://intellect-tver.ru/?p=265> (дата обращения: 15.03.2015).
4. Arthur D., Vassilvitskii S. “How Slow is the  $k$ -Means Method?” (Электронный ресурс) Режим доступа: <http://www.cs.duke.edu/courses/spring07/cps296.2/papers/kMeans-socg.pdf> (дата обращения: 16.03.2015).
5. Демин А.Ю. Основы компьютерной графики: Учебное пособие – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 191 с.
6. Шовенгердт Р.А. Дистанционное образование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.

УДК 004

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «ФОРМИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕГО СИГНАЛА СИСТЕМЫ ПО ЖЕЛАЕМОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВЫХОДНОГО ПРОЦЕССА»

*А.В. Пономарева*

*Научный руководитель: Ю.Н. Шалаев, доцент, к.т.н. каф. ТПУ*

*Томский политехнический университет*

*E-mail: apon1993@gmail.com*

*This article includes the description of the basic principles of the method of representing vectors in practice. There is a description of the algorithm of software «Formation of a control signal of the system to the desired characteristics of the output process» in the article. The article emphasizes utility of this software.*

**Keywords:** control signal, representing vector, output process.

**Ключевые слова:** управляющий сигнал, изображающий вектор, выходной процесс.

В настоящее время очень актуальна проблема описания труднодоступных и сложных динамических систем. Для перехода из аналоговой формы в цифровую используется метод изображающих векторов [1]. Этот метод позволяет определить внутренние параметры системы по данным о входных и выходных параметрах. В частности, представляется возможным сформировать управляющий сигнал системы по желаемой характеристике выходного процесса. Суть метода изображающих векторов состоит в том, что каждой функции  $f(t)$  ставится в соответствие вектор  $\{f_1, f_2, \dots, f_p\}$ . Это преобразование лежит в основе алгоритма формирования управляющего сигнала. В частности, переходному процессу также ставится в соответствие изображающий вектор.

Для автоматизации данного метода [2] было разработано программное обеспечение [3] «Формирование управляющего сигнала системы по желаемой характеристике выходного процесса». Программа позволяет задавать основные характеристики системы, после чего на основе введенных данных восстанавливается сигнал управления.

Для написания данного программного обеспечения использовался язык программирования C#. Выбор данного языка программирования обусловлен наличием в нем возможностей объектно-ориентированного программирования, а также возможностью тем, что C# предоставляет широкий спектр инструментов для работы с графикой.

Рассмотрим данный алгоритм более подробно.

1. Первой стадией алгоритма является ввод исходных данных. Необходимо ввести коэффициенты весовой функции  $T_1 - T_5$ , а также  $k$ , которое необходимо для вычисления вектора желаемого переходного процесса  $y_{жс}(t) = 1 - e^{-kt}$ .

2. После ввода данных проверяется корректность введенных данных, а именно: все ли поля заполнены, все ли данные имеют численный тип и т. п. Если какая-либо переменная имеет некорректную форму, то пользователю выдается соответствующее сообщение и предлагается ввести другие данные.

3. Если все введенные данные корректные, то производится проверка системы на устойчивость по критерию Гурвица [4]. Согласно данному критерию значения  $T_1 - T_5$  должны быть положительны. Также производится проверка значения  $k$ , которое должно быть также положительным. Если какое-то из данных условий не выполняется, то пользователю выдается соответствующее сообщение и предлагается ввести другие данные.

4. Если система устойчива и все данные корректны, то находится производная переходной функции  $W(D)$ .

5. На следующем этапе находится вектор желаемого переходного процесса, а также точечный вектор желаемого переходного процесса  $Y_{жс} = \frac{2}{p} Q^T \{y_1, y_2, \dots, y_p\}$ .

6. Определяется вектор сигнала управления  $U = W(D)Y$ .

7. Восстанавливается управляющая функция времени  $U(\tau)$  по изображающему вектору в соответствии с формулой обращения.

8. После этапа расчетов полученные данные выводятся на экран.

9. Пользователю предоставляется возможность вывести на экран график управляющей функции. Для осуществления этой возможности осуществляется построение графика при помощи бесплатной графической библиотеки ZedGraph.

Таким образом, данное программное обеспечение предоставляет возможность определить основные параметры динамической системы, в частности, сформировать управляющий сигнал системы, зная всего лишь несколько необходимых параметров. Данный метод применим для многих динамических систем, что является крайне полезным, учитывая, что системы подобного рода используются практически во всех сферах.

### Список литературы

1. Шалаев Ю.Н. Моделирование нестационарных динамических систем методом изображающих векторов // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 7. – С. 44–47.

2. Пономарева А.В., Шалаев Ю.Н. Моделирование и оценка параметров динамической системы методом изображающих векторов // Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 12–14 ноября 2014 г. – Томск: Изд-во ТПУ. – Т. 1. – С. 198–199.

3. Патент РФ № 2014660182, 02.10.2014. Шалаев Ю.Н., Пономарева А.В. Формирование сигнала управления динамической системой методом изображающих векторов // Патент России № 2014617881.

4. Критерий устойчивости Гурвица // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Критерий\\_устойчивости\\_Гурвица](https://ru.wikipedia.org/wiki/Критерий_устойчивости_Гурвица) (дата обращения: 09.03.2015).