

УДК 681.5

DOI: 10.30987/article\_5cb58f4fa49635.83995054

С.Ю. Сьянов, А.А. Ковалева

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ ПАРАЛЛЕЛЬНОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Описаны конструкция и принцип работы автоматизированной системы контроля отклонения от параллельности призматических деталей. Представлена система управления автоматизированной системой контроля с возможностью обработки и

сортировки получаемой измерительной информации.

**Ключевые слова:** автоматизированные системы контроля, отклонение от параллельности, призматические детали, система управления.

S.Yu. Siyanov, A.A. Kovalyova

## AUTOMATED SYSTEM FOR SURFACE PARALLELISM CONTROL IN PRISMATIC PARTS

An automated device for deviation control from parallelism of surfaces in prismatic parts is described. The device is an inexpensive analog of a coordinate measuring machine and allows facilitating and accelerating considerably a process of measurement and processing information obtained in comparison with manual labor.

There is presented an assembly drawing of an automated control device and also a structural and a

block diagram of the control system for an automated control device. A description of elements of the control system and an automated control device is given, a principle of automated control device operation is described. To control measurements by a computer there is developed an application by LabVIEW graphic programming means.

**Key words:** automatic control systems, deviation from parallelism, prismatic parts, control system.

### Введение

Развитие современной промышленности, повышение ее технического уровня, рост эффективности производства и всестороннее повышение качества выпускаемой продукции неразрывно связаны с достижениями науки и техники, автоматизацией производства и сопровождаются интенсивным развитием и совершенствованием средств контроля и управления технологическими процессами.

Надежность любой машины, функционирование её узлов в расчетном режиме, а значит, и ресурс в определяющей степени зависят от геометрической точности изготовления деталей по сопрягаемым поверхностям. Повышение требований к качеству машин влечет за собой ужесточение допусков. Одновременно повышается стоимость и трудоемкость операций контроля в технологическом процессе изготовления деталей и изделий, совершенствуются измерительные средства. Себестоимость контроля в отдельных отраслях

машиностроения может составлять 25...30 % от себестоимости изделий.

Как правило, одну метрологическую задачу можно решить с помощью различных измерительных средств, которые имеют не только разную стоимость, но и различные точность и другие метрологические показатели, а следовательно, дают неодинаковые результаты.

Применение автоматизированных систем научных исследований (АСНИ) и комплексных испытаний деталей машин наиболее необходимо в тех областях науки и техники, которые имеют дело с использованием больших объемов информации.

Автоматизированная система научно-технических исследований представляет собой аппаратно-программный комплекс на базе средств вычислительной техники, предназначенный для получения, уточнения и апробации математических моделей исследуемых объектов, явлений, процессов.

В основу АСНИ положены принципы обмена информацией между исследователем и экспериментальной установкой в реальном масштабе времени. При этом АСНИ осуществляет:

- сбор измерительной информации, ее первичную обработку (в соответствии с алгоритмом процесса исследования);

- обмен управляющей информацией между экспериментальной установкой и ЭВМ;

- хранение информации и обмен ею с другими ЭВМ.

### Конструкция автоматизированной системы контроля отклонения от параллельности призматических деталей

Наиболее удобным и универсальным средством измерения отклонений от расположения являются координатно-измерительные устройства – приборы для измерения положения точек на поверхности элементов деталей в системе плоских или пространственных координат, кон-

струкция которых взята за основу при разработке АСНИ [1; 4].

По ГОСТ 24642-83 отклонение от параллельности плоскостей - это разность  $D$  наибольшего и наименьшего расстояний между плоскостями в пределах нормируемого участка (рис. 1).

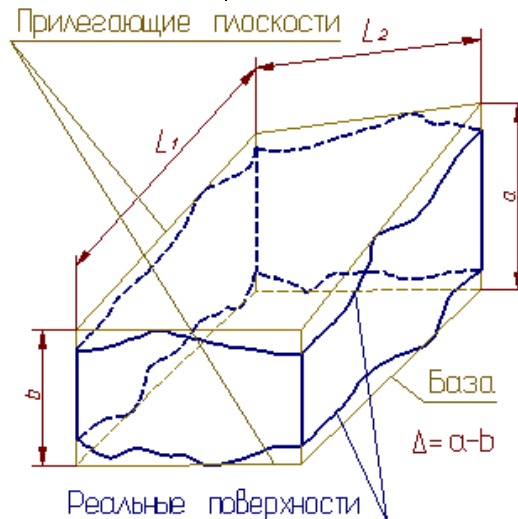


Рис. 1. Отклонение от параллельности плоскостей

Отклонение от параллельности плоскостей возникает при неправильно сориентированной уже обработанной плоскости на горизонтальной плоскости стола. Причинами данных отклонений могут стать: загрязненность или повреждение поверхности рабочего стола (магнитной плиты); выпуклость забоины на базовой поверхности заготовки; неточность зажимных приспособлений или неравномерная их установка; неверное закрепление заготовки; заниженная твердость или неправильная правка круга; чрезмерный нагрев детали; изношенность направляющих станин и других частей станка.

На рис. 2 представлена конструкция автоматизированной системы контроля. В

ее основе лежит компоновка с подвижным П-образным порталом с замкнутым контуром, образованным жестко соединенными балкой, двумя стойками и замыкающим мостиком.

Основание 1 изготавливается из алюминиевого конструкционного профиля и фрезерованных алюминиевых деталей. Выбранный профиль имеет большой момент инерции, что позволяет избежать прогибов стола. Эталонной поверхностью служит поверочная плита 2, на которую устанавливается деталь. Портал 3 из алюминиевого сплава имеет небольшой вес, что обеспечивает хорошую динамику устройства. Кроме того, алюминий быстро принимает температуру окружающей сре-

ды, что снижает температурные погрешности [2; 3].

Перемещение датчика осуществляется по трем осям X, Y, Z по направляющим 4 при помощи шаговых двигателей 5 и шарико-винтовой передачи (ШВП) 6. Шаговый двигатель через муфту передает крутящий момент винту, который совместно с гайкой ШВП преобразует вращательное движение в возвратно-поступательное. Винт крепится к основанию при помощи подшипниковой опоры винта.

Привод портала, расположенный по середине основания машины под специальным накладным столом в непосредственной близости к центру пространства наиболее вероятных измерений, совпадает с проекцией центра тяжести портала. Накладным столом служит стол с T-

пазами. Наибольшие размеры устанавливаемой детали  $B \times L \times H = 400 \times 400 \times 200$  мм.

Для измерения отклонения используется LVDT-датчик GCD-SE 100.

LVDT - это датчики положения и перемещения на основе дифференциального трансформатора [5]. LVDT-датчик является электромеханическим преобразователем, реагирующим на смещение сердечника. Положение сердечника определяется соотношением напряжений на вторичных обмотках.

Преимуществами датчиков данного типа являются:

- отсутствие контакта корпуса и внутренних деталей с чувствительным элементом, а следовательно, и отсутствие износа при движении штока;

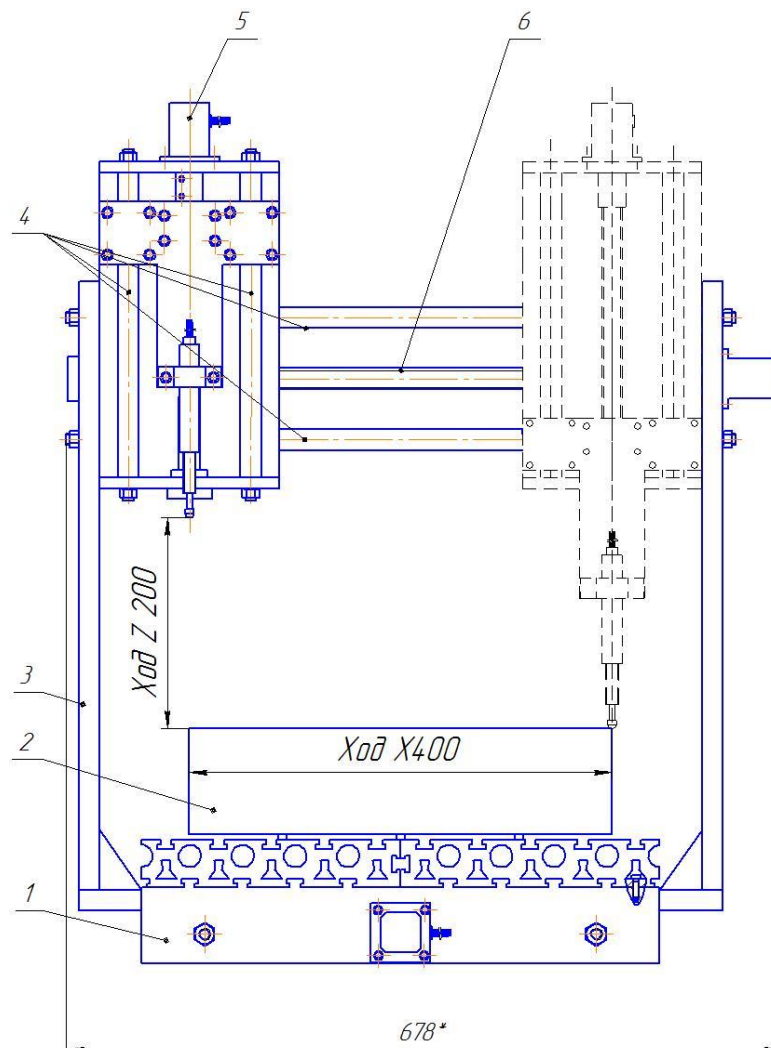


Рис. 2. Конструкция автоматизированной системы контроля отклонения от параллельности призматических деталей

- высокая защищенность от влаги и пыли;
- отсутствие влияния вибрации на пропадание сигнала;

- определение положения штока при включении.

### Система управления автоматизированной системой контроля отклонения от параллельности призматических деталей

В качестве устройства управления выбран микроконтроллер Atmega8, который обладает хорошими техническими характеристиками и относительно невысокой стоимостью.

Функциональная схема системы управления автоматизированной системой контроля представлена на рис. 3.

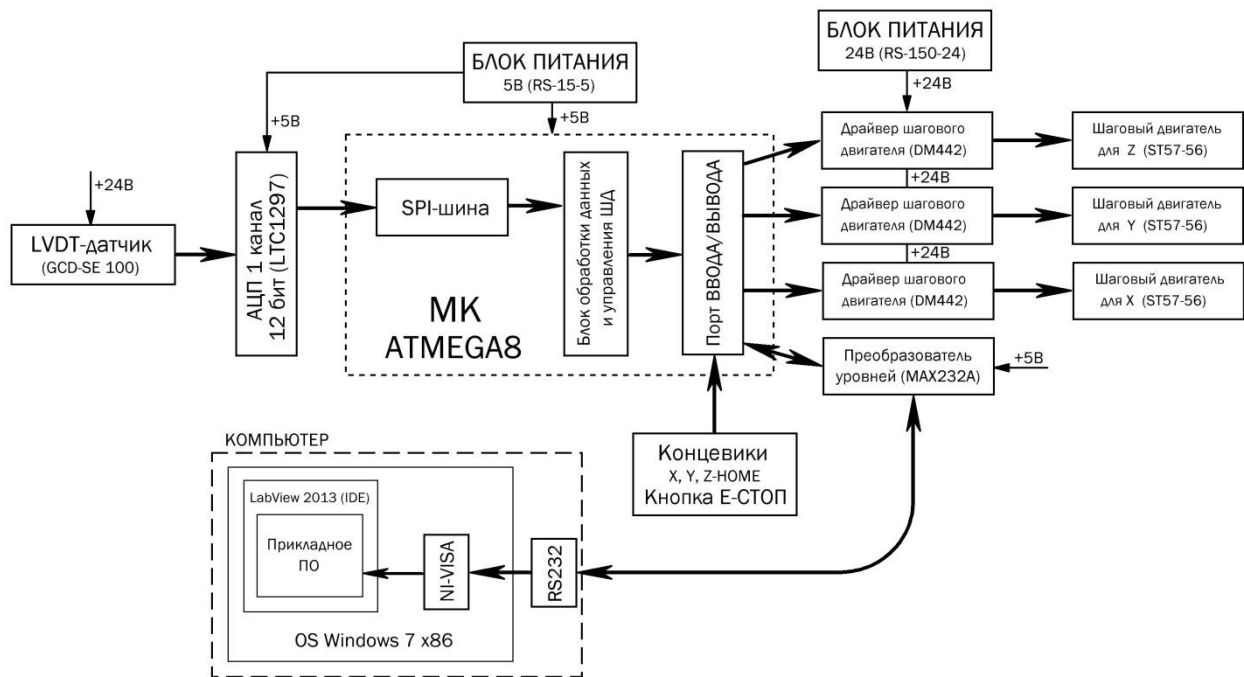


Рис. 3. Функциональная схема системы управления автоматизированной системой контроля

Сигнал от датчика положения GCD-SE 100 поступает на АЦП последовательного приближения LTC 1297. После преобразования цифровой сигнал поступает на устройство управления (микроконтроллер Atmega8). Связь с LTC1297 осуществляется с помощью стандартного SPI-совместимого последовательного интерфейса. Управление

шаговым двигателем происходит при помощи драйвера шагового двигателя DM442. Связь между микроконтроллером и компьютером осуществляется за счет интегральной схемы MAX232, преобразующей сигналы последовательного порта RS-232 в сигналы, пригодные для использования в цифровых схемах.

### Проведение измерений и обработка полученных результатов

Методика координатных измерений включает в себя стратегию измерения (рекомендуемое число точек, их расположение на контролируемых поверхностях и последовательность обхода (траектория движения) при измерении).

По ГОСТ 25443-82 при проверке прямоугольных поверхностей измерения следует проводить в точках пересечения продольных и поперечных сечений, указанных на рис. 4 и в табл. 1, 2.

Для повышения точности измерения было разработано алгоритмическое и программное обеспечение для определения и компенсации погрешности механической части приводов автоматизированной системы контроля отклонения от параллельности поверхностей призматических деталей.

Перед измерением детали производится калибровка по эталонной поверхности (поверочной плите), установленной на столе. Измерения проводят последовательно в сечениях (точках) проверяемой поверхности, установленных для детали по рис. 4 и табл. 1, 2. Величина отклонений хранится в памяти микроконтроллера и при измерении детали компенсируется.

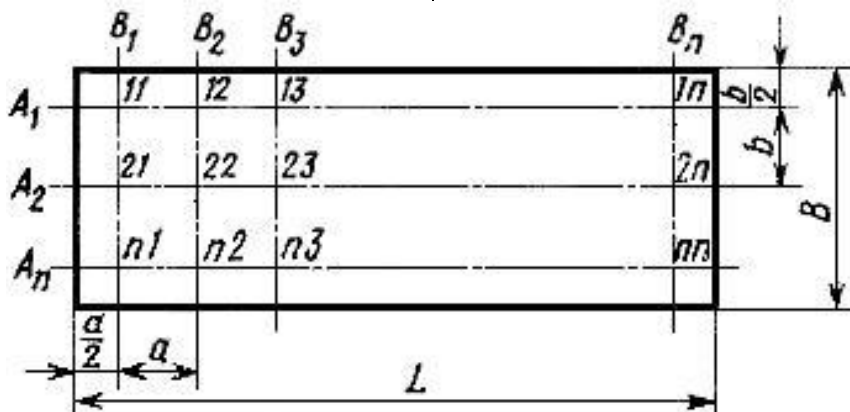


Рис. 4. Расположение проверяемых сечений

Таблица 1

Проверяемые поперечные сечения

Длина проверяемой поверхности L, мм	Расположение проверяемых поперечных сечений $B_1, B_2, \dots, B_n$
До 200	$a=L/5$ , но не менее 40 мм
Св. 200 до 630	$a=L/5$ , но не менее 80 мм

Таблица 2

Проверяемые продольные сечения

Ширина проверяемой поверхности B, мм	Расположение проверяемых продольных сечений $A_1, A_2, \dots, A_n$
До 200	Среднее продольное сечение
Св. 200 до 630	$b=B/3$

Для управления установкой от ПЭВМ было разработано приложение в среде графического программирования LabView.

В программе управления есть 3 режима (рис. 5):

1. Поиск X,Y,Z – HOME (поиск нулевой точки).
2. Калибровка.
3. Сканирование.

Перед измерением детали необходимо указать ее размеры для расчета количества и расположения точек измерения.

Результаты измерений сохраняются в базе данных, разработанной в Microsoft Access (рис. 6). Полученную информацию

можно отсортировать по ФИО проводившего измерение и по величине отклонения (рис. 7).

Во время процесса контроля на производстве оператор сталкивается с большой номенклатурой измеряемых деталей. Его задачей является разработка оптимальной стратегии измерения детали, написание программы измерения и анализ полученных результатов. От правильно разработанной стратегии измерения зависит не только точность, но и производительность, т.е. разработанная автоматизированная система контроля позволяет сократить время, затрачиваемое на контроль и обработку информации.

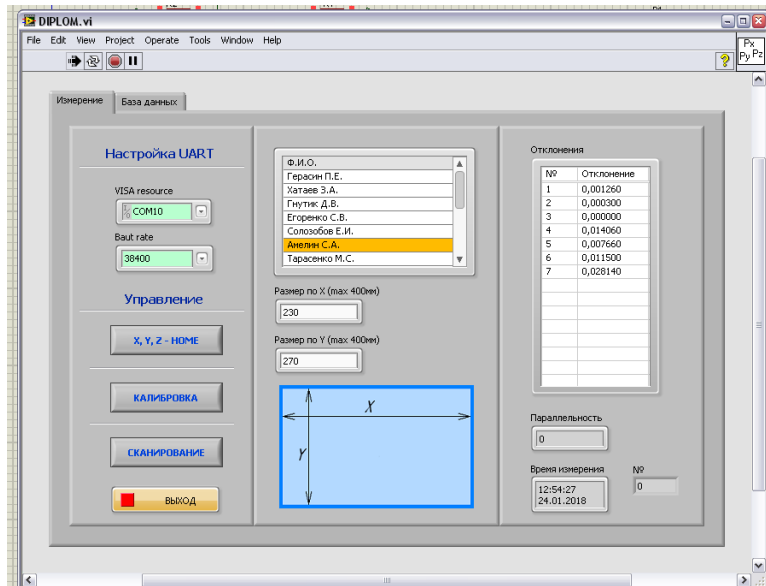


Рис. 5. Панель оператора автоматизированной системы контроля

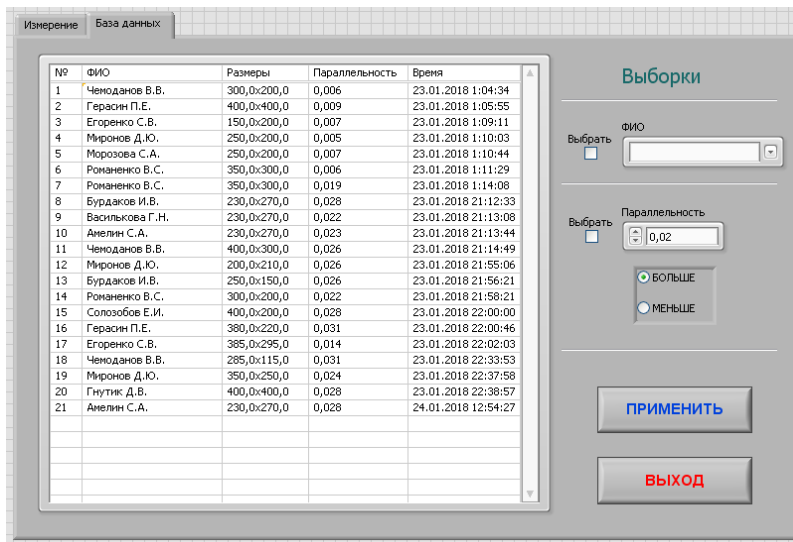


Рис. 6. База данных по измеренным деталям

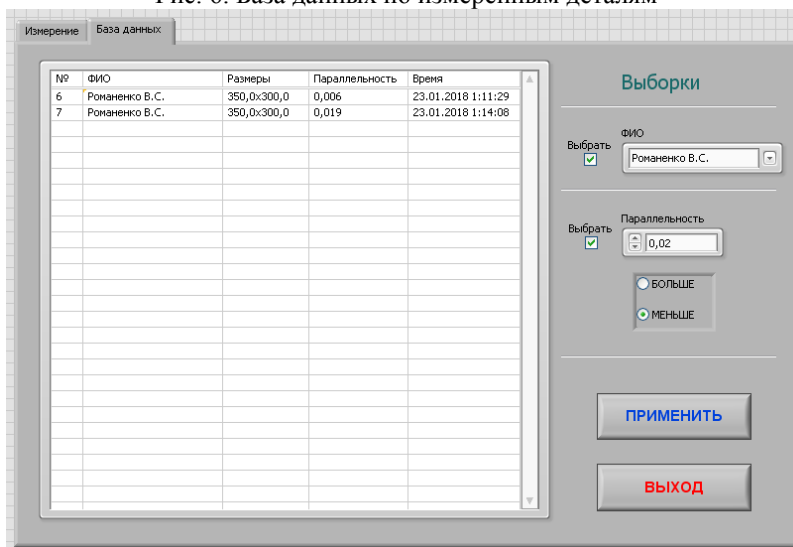


Рис. 7. Выборка по фамилии и отклонению (меньше 0,02)

**Заключение**

Разработанная автоматизированная система контроля отклонения от параллельности призматических деталей позволит:

- в несколько раз сократить время проведения исследования;
- увеличить точность и достоверность результатов измерения;

- усилить контроль за ходом измерений;
- сократить количество участников измерений;
- повысить качество и информативность измерений за счет более тщательной обработки данных;
- оперативно выводить результаты измерений в наиболее удобной форме.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Гапшис, А.А. Координатные измерительные машины и их применение / А.А. Гапшис, А.Ю. Каспарайтис, М.Б. Модестов. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
2. Фаскиев, Р.С. Проектирование приспособлений: учеб. пособие / Р.С. Фаскиев, Е.В. Бондаренко. – Оренбург: ОГУ, 2006. – 178 с.
3. Аверьянов, И.Н. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие / И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А. Прокофьев. – Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220 с.

1. Gapshis, A.A. *Co-ordinate Measuring Machines and Their Application* / A.A. Gapshis, A.Yu. Kasparaitis, M.B. Modestov. – M.: Mechanical Engineering, 1988. – pp. 328.
2. Faskiev, R.S. *Device Designing: manual* / R.S. Faskiev, E.V. Bondarenko. – Ohrenburg: OSU, 2006. – pp. 178.
3. Averiyarov, I.N. *Machining Facilities and Control Equipment Designing and Computation in Course and Diploma Projects: manual* / I.N. Averiyarov, A.N. Bolotein, M.A. Prokofiev. – Rybinsk: RSA-TA, 2010. – pp. 220.

4. Сьянов, С.Ю. Средства автоматизации машиностроительных производств: учеб. пособие / С.Ю. Сьянов, С.В. Степешина, О.Н. Федонин, Д.И. Петрешин, Г.Е. Глушенков, В.Е. Федоров. – Приднестр. гос. ун-т им. Т.Г. Шевченко, 2017. – 216 с.

5. Сьянов, С.Ю. Средства автоматизации контроля, диагностики и систем управления: учеб. пособие / С.Ю. Сьянов, С.В. Степешина, О.Н. Федонин, Д.И. Петрешин, Г.Е. Глушенков, В.Е. Федоров. – Приднестр. гос. ун-т им. Т.Г. Шевченко, 2017. – 137 с.

4. Siyanov, S.Yu. *Means for Mechanical Engineering Automation: manual* / S.Yu. Siyanov, S.V. Steposhina, O.N. Fedonin, D.I. Petreshin, G.E. Glushenkov, V.E. Fyodorov. – Shevchenko State University of Transdnistria, 2017. – pp. 216.

5. Siyanov, S.Yu. *Means for Automation of Control, Diagnostics and Management Systems: manual* / S.Yu. Siyanov, S.V. Steposhina, O.N. Fedonin, D.I. Petreshin, G.E. Glushenkov, V.E. Fyodorov. – Shevchenko State University of Transdnistria, 2017. – pp. 137.

Статья поступила в редколлегию 17.01.19.

Рецензент: д.т.н., профессор Брянского государственного технического университета  
Бишутин С.Г.

Статья принята к публикации 22. 03. 19.

**Сведения об авторах:**

**Сьянов Сергей Юрьевич**, к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированные технологические системы» Брянского государственного технического университета, тел.: (4832) 58-82-85, e-mail: [SERG620@mail.ru](mailto:SERG620@mail.ru).

**Syanov Sergey Yurievich**, Can.Eng., Assistant Prof. of the Dep. "Automated Technological Systems" Bryansk State Technical University, Phone: (4832) 58-82-85, e-mail: [SERG620@mail.ru](mailto:SERG620@mail.ru).

**Ковалева Анна Альбертовна**, аспирант кафедры «Автоматизированные технологические системы» Брянского государственного технического университета, тел.: (4832) 58-82-85, e-mail: [kovaleva.a@yandex.ru](mailto:kovaleva.a@yandex.ru).

**Kovaleva Anna Albertovna**, post-graduate student of the Department "Automated technological systems" of Bryansk state technical University, tel.: (4832) 58-82-85, e-mail: [kovaleva.a@yandex.ru](mailto:kovaleva.a@yandex.ru).