

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кузбасский научный центр Сибирского отделения
Академии инженерных наук имени А.М. Прохорова
Кемеровское региональное отделение САН ВШ
АО «Евраз - Объединённый Западно-Сибирский
металлургический комбинат»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ
И ПРОИЗВОДСТВЕ
AS' 2017**

**ТРУДЫ XI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
*(с международным участием)***

**Новокузнецк
2017**

УДК 658.011.56
С 409

С 409 Системы автоматизации в образовании, науке и производстве : Труды XI Всероссийской научно-практической конференции / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - 475 с., ил.

ISBN 978-5-7806-0502-7

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам автоматизации управления технологическими процессами и предприятиями, социально-экономическими системами, образованием и исследованиями. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и студентов.

Организации, поддержавшие конференцию:

*ОК «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк),
ЗАО «Стройсервис» (г. Кемерово),
ООО «Центр сварки и контроля» (г. Кемерово),
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк),
ООО «Синерго СОФТ СИСТЕМС» (г. Новокузнецк).*

Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 17-07-20581.

ISBN 978-5-7806-0502-7

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

ГАУ. 2010. № 4(30). С. 4–9.

4. Корнеева А.А. О непараметрическом моделировании стохастических объектов / А.А. Корнеева, Е.А. Чжан // Вестник СибГАУ. – 2013. – Вып. 2 (48). С. 37–42.

5. Корнеева А.А. Об адаптивном управлении последовательных технологических объектов / А.А. Корнеева, М.Е. Корнет, А.Н. Сергеев, Е.А. Чжан // Вестник СибГАУ. – 2015. Т.16, №1. – С.72-78.

6. Медведев А. В. Некоторые замечания к Н-моделям безынерционных процессов с запаздыванием // Вестник СибГАУ. 2014. № 2(54). С. 24–34.

7. Михов Е. Д. Управление процессом, имеющим «трубчатую» структуру // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (11–14 нояб. 2014, г. Красноярск) : в 3 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2014. – Ч. 2. С. 99–101.

8. Чжан Е.А. К задаче моделирования Н-процессов // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (11–14 нояб. 2014, г. Красноярск): в 3 ч. / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2014. – Ч. 2. С. 137–139.

9. Банникова А.В. О непараметрическом алгоритме управления макрообъектом / А.В. Банникова, Е.Д. Михов // Мол. ученый. – 2014. – Вып. 1. (60). – С. 115–119.

10. А.В. Медведев Основы теории адаптивных систем : монография. / А. В. Медведев ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2015. – 526 с.

ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ АЙ-ТРЕКЕРА «ФОКУС»

Ляховец М.В., Макаров Г.В., Куценко А.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия*

Задачи автоматического распознавания образов и событий имеют все большую актуальность в связи с повсеместным использованием устройств и программ с возложенными на них «интеллектуальными» функциями. В частности, отслеживание направления взгляда человека может найти широкое применение во многих областях современной жизни. Например, в способах диагностики бинокулярного зрения человека, для помощи людям с ограниченными возможностями. Для них можно создать специальное программное обеспечение (ПО), которое позволяет им общаться с окружающим миром посредством компьютера, телефона или другого специализированного устройства. Также известны способы применения такого рода программ и устройств в маркетинговых целях для анализа расположения и содержания рекламы; в авиационных шлемах и системах наведения аппаратов в нужную область; для слежения за направлением взгляда водителя транспортного средства, и оптимизации салона автомобиля; определение правильности и удобства расположения оборудования, рациональности интерфейсов управления в производстве и многие другие применения [1].

Отслеживание направления взгляда возможно как с обычной веб-камеры, так и с носимого устройства, называемого «eye-tracker» (ай-трекер). Производители такого рода устройств, в основном, поставляют в комплекте готовые программные решения для отслеживания направления взгляда и анализа полученных результатов. Можно выделить следующие распространенные решения: SMI Experiment Suite Scientific, Tobii Pro Glasses 2 API, Mobile Eye Tracking, Umoove, WebGazer.js, Open Gaze and Mouse Analyzer (OGAMA), Gaze-Parser, Dynamic Areas of Interest (DynAOI), Eye Patterns и др.



Рисунок 1 – Производители ПО

Однако, недостатком этих решений является привязка к дорогостоящему импортному оборудованию и сложность, а зачастую невозможность, доработки алгоритмов и ПО под собственные нужды. При создании ай-трекера «Фокус», разрабатываемого в рамках профессиональной переподготовки педагогических работников СибГИУ по дополнительной профессиональной программе «Акселерация научно-инновационных и учебных проектов», возникла необходимость разработки алгоритмического и программного обеспечения, удовлетворяющего требованиям базовой функциональности устройства.

Основной целью разработки алгоритмического и программного обеспечения было определение местоположения и величины перемещения центров зрачков субъекта, использующего ай-трекер. Известные алгоритмы определения положения зрачка могут быть условно выделены в следующие группы [2]:

- преобразование Хафа [3];
- проекционные методы по яркости и градиенту яркости [4];
- морфологические методы [5];
- построение оптимального контура [6].

В рамках разрабатываемого проекта ай-трекера «Фокус» был разработан алгоритм определения центра зрачка, блок схема которого представлена на рисунке 2.

При построении алгоритма отслеживания положения центра зрачка исходными данными алгоритма является матрица L , размером, совпадающим с разрешением видеокамеры 1280x960 ($m=1280, n=960$):

$$L = \begin{pmatrix} l_{11} & l_{12} & \dots & l_{1m} \\ l_{21} & l_{22} & \dots & l_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1} & l_{n2} & \dots & l_{nm} \end{pmatrix}$$

Выходными данными алгоритма – величина изменения положения глаза $\delta x, \delta y$ по отношению к предыдущему и итоговые координаты центра зрачка $X_{Ц}, Y_{Ц}$.

На основании алгоритма была разработана программа на языке программирования C# для определения координат направления взгляда пользователя «ОКО-трекер». К программному обеспечению предъявлялись требования выполнения перечисленных ниже функций:

- непрерывное оценивание изменения положения глаз;
- непрерывное преобразование изменения положения глаз в изменение координаты направления взгляда на мониторе.

Выделены и реализованы три режима функционирования программного средства.

Основной режим – «Рабочий режим». Все функции по отслеживанию положения глаза и привязке к координатам изображения на мониторе выполняются автоматически, включая получение изображений с камер, обработку и отображение на мониторе.

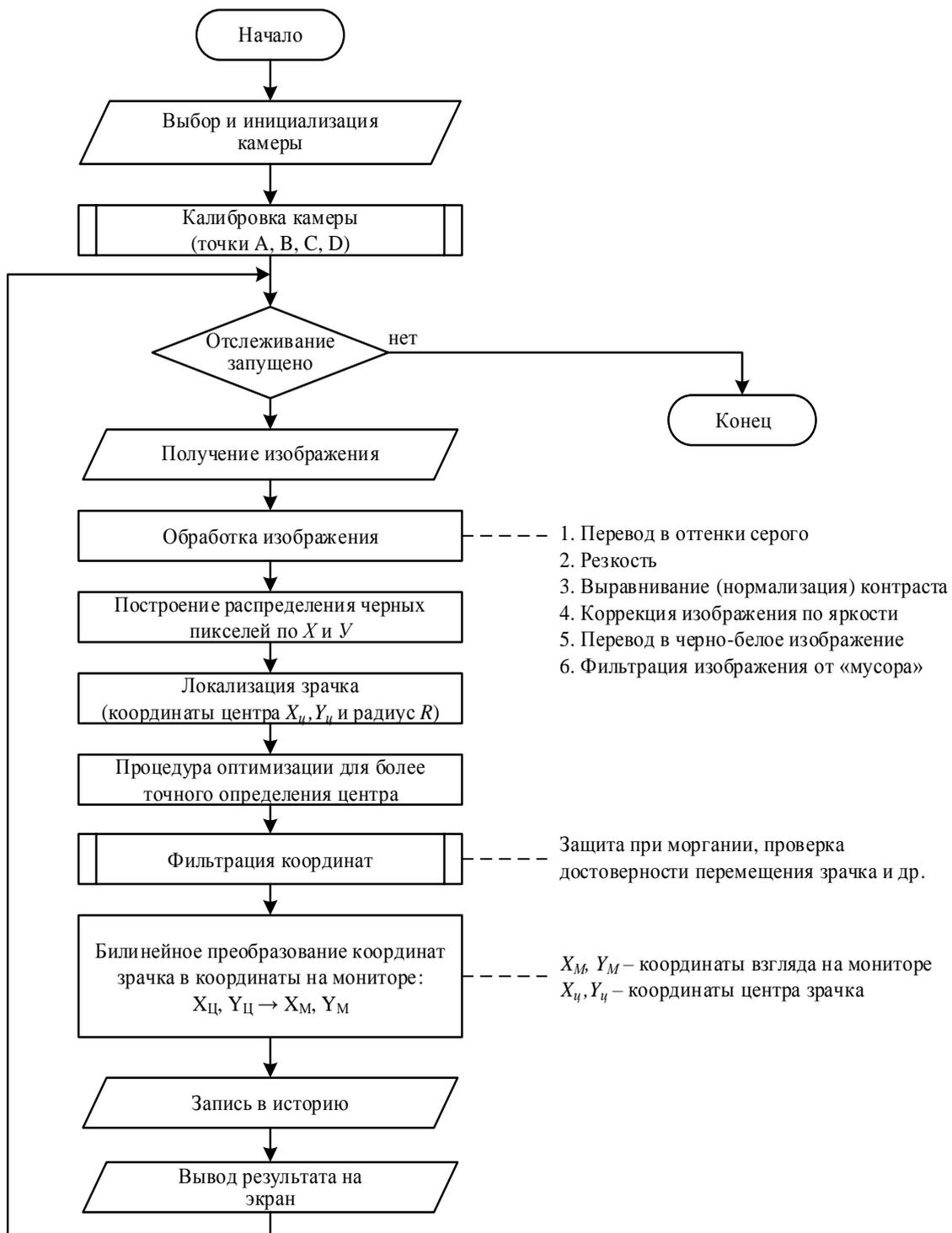
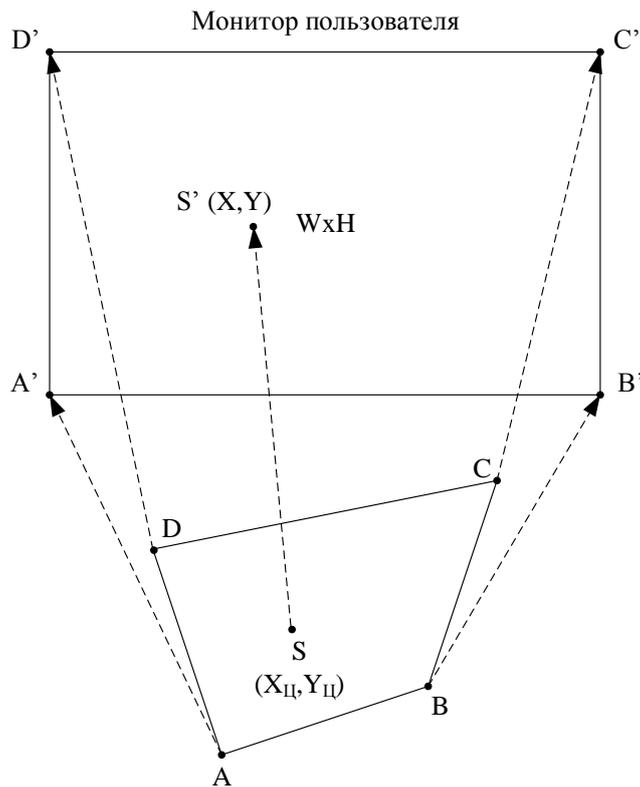


Рисунок 2 – Алгоритм процедуры отслеживания местоположения центра зрачка

Вспомогательный режим – «Калибровка». В данном режиме запускается специализированная подпрограмма, реализующая калибровку устройства в плане привязки положения глаза к заранее определенным координатам изображения на мониторе. Получение изображений с камер, обработка и отображение на мониторе производятся автоматически.

Калибровка представляет собой нахождение коэффициентов системы уравнений для билинейного преобразования координат центра зрачка на кадре в координаты на мониторе. Сначала определяется калибровочная область (A, B, C, D), определяются коэффициенты пересчета в координаты на мониторе (A', B', C', D') (рисунок 3). После этого начинается отслеживание точек в основном режиме ($S \rightarrow S'$).



Калибровочная область

Рисунок 3 – Калибровка

Наладочный режим – «Настройка». Режим предназначен для начала работы с устройством. Вручную производится подключение и выбор камер (если в системе есть иные камеры), настройка таких основных параметров как яркость, контрастность, резкость и др.

Скриншоты этапов отслеживания центра зрачка представлены на рисунке 4.

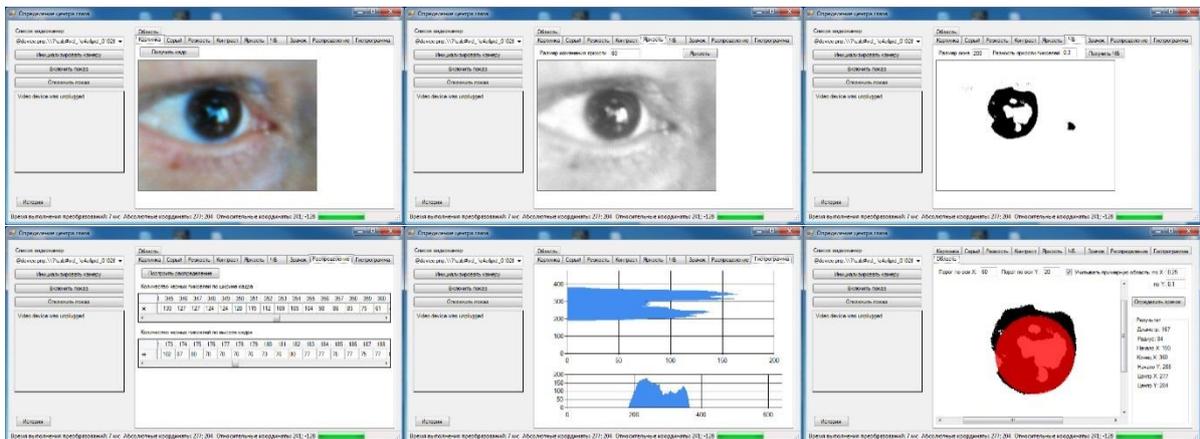


Рисунок 4 – Этапы определения зрачка

1. Получение изображения с камеры. Для получения качественного изображения необходимо достаточное освещение. Для этого установленные инфракрасные светодиоды позволяют создать достаточно контрастный вариант изображения для дальнейшей работы с ним. Ввод и обработка изображения с камеры в программе происходит с помощью библиотеки AForge (www.aforgenet.com).

2. Обработка изображения, включающее в себя переход к индексированному цветовому пространству изображения в оттенках серого, добавления резкости и автоматической подстройки яркости и контраста.

3. Фильтрация «шума» на изображении с целью выявления области зрачка, убрав слу-

чайные пятна и аберрации на изображении.

4. Частотный анализ полученного изображения и выделение наиболее обширных и темных областей.

5. Определение координат центра зрачка.

6. Процедура поисковой оптимизации методом Хука-Дживса для уточнения координат зрачка в предполагаемой области расположения зрачка.

Реализованное программное средство позволяет получить информацию с видеокамер, установленных в ай-трекере, и определить центр зрачка. Замер производительности разработанного программного средства показывает время менее одной секунды для определения центра зрачка, что позволяет успешно достичь цели функционирования ай-трекера. Дальнейшим направлением работ является оптимизация алгоритмического и программного обеспечения с целью увеличения производительности распознавания местоположения зрачка.

Библиографический список

1. Волконский А.С. Разработка и реализация алгоритмов детектирования зрачка глаза для определения направления взгляда наблюдателя / Волконский А.С., Лебедев И.М., Носков А.А. // Труды 13-й международной конференции "Цифровая обработка сигналов и её применение", 2011.

2. Харитонов А.В. Метод определения границы зрачка на изображении глаза / А.В. Харитонов, А.Г. Олейник // Труды Кольского научного центра РАН. 2014. № 5 (24). С. 171-177.

3. Матвеев И.А. Поиск окружности зрачка преобразованием Хафа для границ компонент связности / И.А. Матвеев, В.И. Цурков, Н.Н. Чинаев // Автоматика и телемеханика. 2015. № 11. С. 104-117.

4. Sanz J.L.C., Hinkle E.B., Jain A.K. Radon and projection transform-based computer vision. – Springer-Verlag, Berlin, 1988. – 123 p.

5. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю. Использование проективных морфологий в задачах обнаружения и идентификации объектов на изображениях // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2009. N.2. P.125-138.

6. Гридин В.Н., Титов В.С., Труфанов М.И. Адаптивные системы технического зрения // Центр информ. технологий в проектировании РАН (ЦИТП РАН). Санкт-Петербург, 2009.

САМООБУЧАЮЩИЕСЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОБОРГ - СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Соловьев В.И.

Научно-Инженерный Центр АСВЛ, г. Москва, Россия

Введение

Основная сущность коборг-технологии для оперативного диагностирования и управления сложными организованными объектами (A complicated organized objects-Coborgs) была освещена в [1-3]. Она заключается в представлении таких объектов как некоторого организованного единства всех согласованно действующих в них процессов, органов, систем или функциональных узлов, не относящиеся к животному или растительному миру, но обладающие основными свойствами живых организмов. По сути, это конкретное определение достаточно точно объясняет смысл широко применяемого термина «организм» во всех "неживых" приложениях.

Основными свойствами коборга являются:

1. Наличие в его составе органов и процессов в них происходящих.

2. Наличие координат внутренних параметров состояния (ВПС) органов коборга. Они представляются в виде различных нормативов, заданных диапазонов и траекторий, предельно допустимых минимальных или максимальных величин, определяющих нормальное (за-

СЕКЦИЯ 4. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ	341
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВРЕМЯ-ЧАСТОТНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СМЕСЕПРИГОТОВИТЕЛЬНЫМ АГРЕГАТОМ.....	342
Федосенков Д.Б., Симилова А.А. , Федосенков Б.А.	
АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ СТАТИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ С ПЕРЕХОДОМ В ПРОСТРАНСТВО ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ.....	346
Гусев С.С.	
РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	351
Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Ивушкин К.А., Макаров Г.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППАМИ ОБЪЕКТОВ.....	355
Орлова А.С.	
ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ АЙ-ТРЕКЕРА «ФОКУС»	359
Ляховец М.В., Макаров Г.В., Куценко А.И.	
САМООБУЧАЮЩИЕСЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОБОРГ - СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ.....	363
Соловьев В.И.	
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ.....	370
Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Цыганков Ю.А.	
МОДЕЛЬ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С НЕЛИНЕЙНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ НАМАГНИЧИВАНИЯ.....	372
Кунинин П.Н., Рыбаков А.И.	
ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ НАГРУЗОК СИЛОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ.....	378
Новосельцева М.А., Гутова С.Г., Хорошева Т.А., Казакевич И.А.	
ЭКВИВАЛЕНТНАЯ МОДЕЛЬ МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ.....	381
Островляничик В.Ю., Поползин И.Ю.	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ОСНОВЕ МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ В АСИНХРОННОМ РЕЖИМЕ.....	385
Островляничик В.Ю., Рыбаков А.И., Поползин И.Ю., Кучик М.М.	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ В СИНХРОННОМ РЕЖИМЕ.....	393
Островляничик В.Ю., Рыбаков А.И., Поползин И.Ю., Кучик М.М.	
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ИНЖИНИРИНГ-МЕТАЛУРГИЯ»	401
Рыбенко И.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА УГЛЯ УЧАСТКА БАРЗАСКИЙ 2 ГЛУШИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	405
Шестакова О.Е., Венгер М.К.	

Научное издание

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ
И ПРОИЗВОДСТВЕ
AS' 2017**

Труды XI Всероссийской научно-практической конференции
(с международным участием)
14-16 декабря 2017 г.

Под общей редакцией
д.т.н., проф. С.М. Кулакова,
д.т.н., проф. Л.П. Мышляева

Материалы докладов изданы в авторской редакции.

Подписано в печать 30.11.2017 г.
Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага писчая. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 27,6. Уч.-изд. л. 30,0. Тираж 300 экз. Заказ № 644

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ