

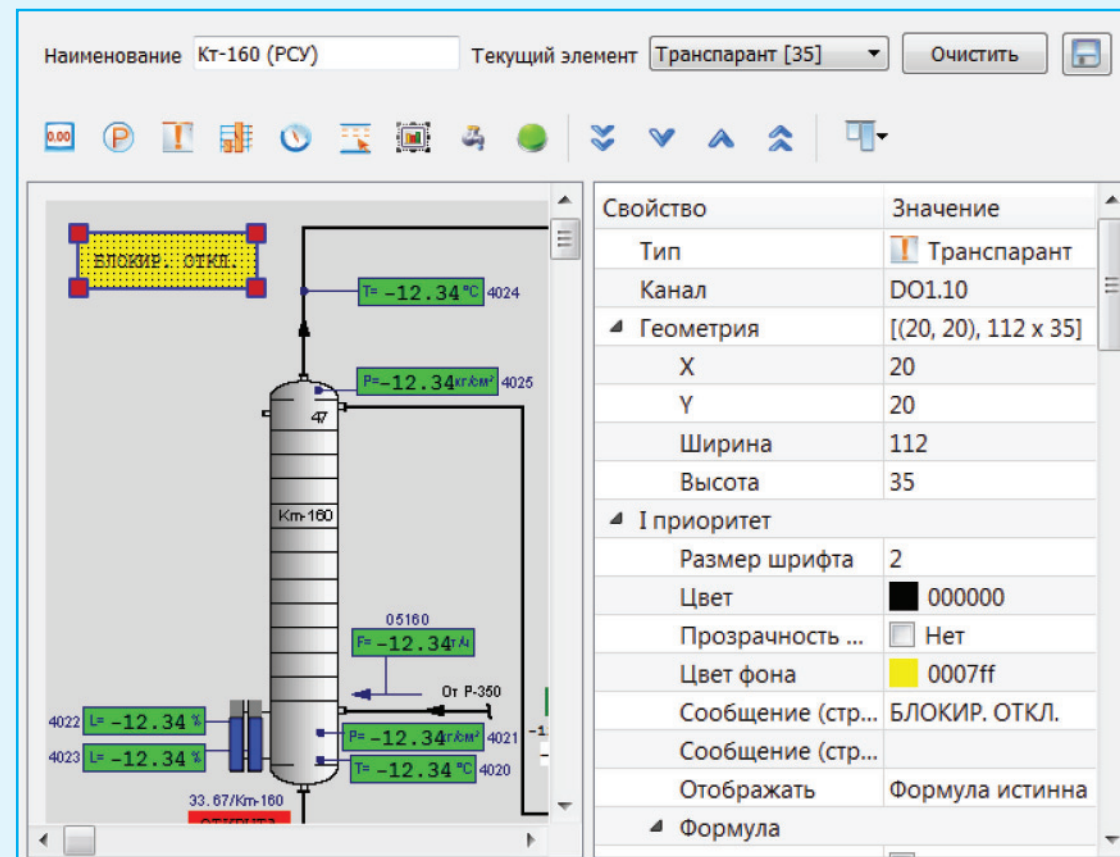


Рис. 5. Пример настройки мнемосхемы

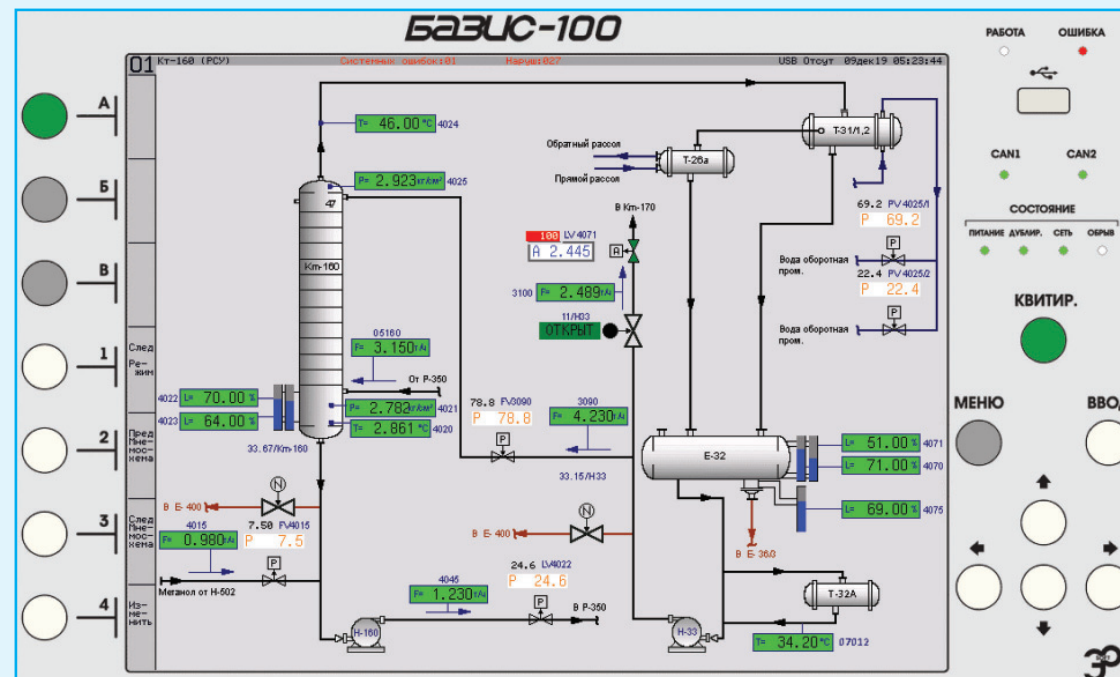
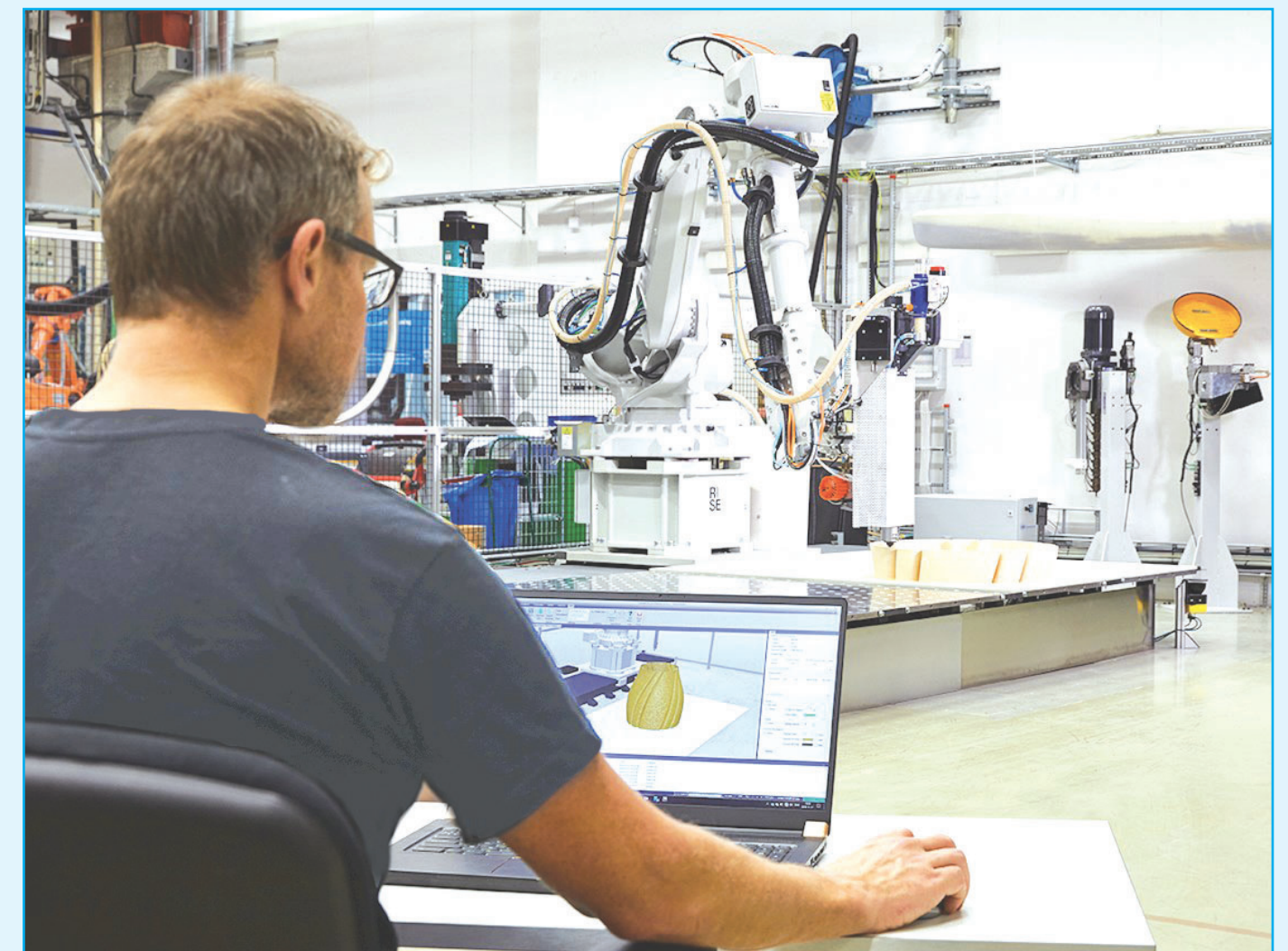


Рис. 8. Эмуляция работы передней панели модуля ПУ

Иллюстративный материал к статье И.Н. Андриянова
«Индустрия 4.0 на практике: виртуальный стенд объекта автоматизации»



Иллюстративный материал рубрики Новости системостроения компании ООО «АББ»



Промышленные Контроллеры АСУ

3/2020

ООО ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ» ISSN 1561-1531

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ

Андрянов И.Н.

Индустрия 4.0 на практике: виртуальный стенд объекта автоматизации

3

Балабанов П.В., Юдаев В.А.

Система технического зрения для контроля качества плодовоовощной продукции

10

Ляховец М.В., Макаров Г.В., Саламатин А.С., Шипунов М.В.

Оценивание предаварийных состояний технологического оборудования и контрольно-измерительных приборов

16

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ

Гордиенко А.В., Фатхи Д.В.

Анализ реверсивной сети Петри древом достижимости

25

Новиков Е.И., Рогозин М.В., Двилянская А.А.

Подход к оцениванию изменений в структуре временных рядов в автоматизированных системах управления социально-экономическими процессами

29

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

Скрыль С.В., Сычев В.М., Астрахов А.В., Гайфулин В.В., Никитина Ю.С.

Формальные аспекты представления математической модели характеристики киберустойчивости информационной среды

40

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Журавлёв С.И., Чернышев М.С.

Структура управления системой защиты информации в условиях чрезвычайных ситуаций

47

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Тормозов В.С., Золкин А.Л., Василенко К.А.

Настройка, обучение и тестирование нейронной сети долгой краткосрочной памяти для задачи распознавания образов

52

НОВОСТИ СИСТЕМОСТРОЕНИЯ

58

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ ЖУРНАЛА

ООО «САТАГЕ»
ООО Издательство «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ»

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-1141

Подписной индекс
в каталоге Агентства «Роспечать» 79216,
в объединенном каталоге «Пресса России» 40727

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Михайлов Ю.Б. – доктор технических наук, профессор

Редакция:

Рыбин В.М. – доктор техн. наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники РФ, зам. главного редактора
Галиев А.Л. – доктор техн. наук, профессор
Самхардзе Т.Г. – доктор техн. наук, профессор
Мазурова С.В. – зам. главного редактора
Паляева Ю.С., Сердюк В.С., Ивашкин Д.Г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Абрамов С.М. – доктор физико-математических наук,
профессор, член-корреспондент РАН
Амбросимов А.К. – доктор физико-математических наук,
профессор
Ахремчик О.Л. – доктор технических наук, доцент
Галиев А.Л. – доктор технических наук, профессор
Галченко Ю. П. – доктор технических наук, профессор
Гуляев Ю.В. – доктор физико-математических наук,
профессор, академик РАН
Дидрих В.Е. – доктор технических наук, профессор
Зольников В.К. – доктор технических наук, профессор
Калабин Г.В. – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ
Каперко А.Ф. – доктор технических наук, профессор
Крапивин В.Ф. – доктор физико-математических наук,
профессор, заслуженный деятель науки РФ
Михайлов Ю.Б. – доктор технических наук, профессор
Мищенко С.В. – доктор технических наук, профессор
Пиралишвили Ш.А. – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники РФ
Потапов И.И. – кандидат технических наук
Пролетарский А.В. – доктор технических наук, профессор
Прохоцкий Ю.М. – доктор технических наук
Романов А.А. – доктор технических наук
Рыбин В.М. – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники РФ
Самхардзе Т.Г. – доктор технических наук, профессор
Скрыль С.В. – доктор технических наук, профессор
Сумин В.И. – доктор технических наук, профессор
Тютюнник В.М. – доктор технических наук, профессор
Трубецкой К.Н. – доктор технических наук, профессор,
академик РАН
Хачумов В.М. – доктор технических наук, профессор
Цветкова В.А. – доктор технических наук, профессор
Чебышов С.Б. – доктор технических наук, профессор
Шрайберг Я.Л. – доктор технических наук, профессор
Щербаков Н.С. – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

Публикация статей бесплатная. Правом внеочередной публикации пользуются аспиранты и докторанты.

Материалы, опубликованные в настоящем журнале, не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без письменного разрешения редакции.

При перепечатке отдельных частей статей ссылка обязательна. Опубликованные статьи реферируются в реферативных журналах ВИНТИ РАН.

Подписано в печать 17.02.2020.

Формат 60×88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.

Усл.-печ. л. 8,7. Усл. кр.-отт. 13,74. Уч.-изд. л. 13,48. Зак. 612.

Тираж 5400 экз. Цена договорная.

Адрес редакции: 107258, Москва, Алымов переулок,

дом 17, строение 2. Тел.: 8 (499) 168-23-28, 8 (916) 008-23-28.

E-mail: promasu@mail.ru; promasu_k@mail.ru. www.tgizd.ru

По вопросам приобретения журнала обращаться

в бухгалтерию издательства по тел.: 8 (499) 168-24-28

Тел./факс: 8 (499) 168-13-69. E-mail: buchnauch@mail.ru

Оригинал-макет изготовлен

ООО «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ»

Верстка, изготовление печатных пленок и форм

ИП ГОНЧАРОВА В.Б. ОГРНИП 317774600019295

Отпечатано в типографии

ООО «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ»

107258, г. Москва, Алымов пер., д. 17, стр. 2

Тел.: 8-499-168-21-28



Industrial Controllers

ACS

3/2020

LTD. THE PUBLISHING HOUSE «NAUCHTEHLITIZDAT» ISSN 1561-1531
MONTHLY SCIENTIFIC AND TECHNICAL PRACTICAL JOURNAL

CONTENTS

DEVICES AND SYSTEMS FOR AUTOMATION

- Andriyanov I.N.**
Industry 4.0 in Practice: a Virtual Stand of the Automation Object 3
- Balabanov P.V., Yudaev V.A.**
Vision system for quality control of fruits and vegetables 10
- Lyakhovets M.V., Makarov G.V., Salamatina A.S., Shipunov M.V.**
Estimation of Pre-emergency Conditions of Technological Equipment and Control Equipment 16

MATHEMATICAL SUPPORT OF DEVICES AND SYSTEMS

- Gordienko A.V., Fatkhi D.V.**
Reverse Petri Net Analysis by Reachability Tree 25
- Novikov E.I., Rogozin M.V., Dvilyanskaya A.A.**
Approach to Evaluating Changes in Structure of Time Series in Automated Systems of Management of Socio-economic Processes 29

INFORMATION SYSTEMS AND PROCESSES

- Skryl' S.V., Sychev V.M., Astrakhov A.V., Gaifulin V.V., Nikitina Yu.S.**
Formal Aspects of the Mathematical Model Representation Characteristics of Cyber Stability of the Information Environment 40

INFORMATION SECURITY

- Zhuravlev S.I., Chernyshev M.S.**
Management Structure of Data Protection System in Emergency 47

INTELLIGENT AND CONTROL SYSTEMS

- Tormozov V.S., Zolkin A.L., Vasilenko K.A.**
Configuring, Training and Testing a Long-term Short-term Memory Neural Network for Pattern Recognition 52

NOVELTIES OF SYSTEM ENGINEERING

FOUNDER AND PUBLISHER:

Ltd. «SATAGE»
Ltd. The Publishing House «NAUCHTEHLITIZDAT»

The journal is registered with the Ministry of Press, Television, Radio and Mass Communication of the Russian Federation

Certificate of print media registration
III № 77-1141

Subscription Index
in the Catalogue of Agency «Rospechat» 79216
in the United Catalogue «Press of Russia» 40727

EDITOR-IN-CHIEF

Mikhailov Yu.B. – Doctor of Technical Sciences, Professor

Editorial staff:

Rybin V.M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Deputy Editor-in-chief
Galiev A.L. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Samkharadze T.G. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Mazurova S.V. – Deputy Editor-in-chief
Palyaeva Yu.S., Serdyuk V.S., Ivashkin D.G.

EDITORIAL BOARD:

Abramov S.M. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences
Ambrosimov A.K. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor
Akhremchik O.L. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Galiev A.L. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Galchenko Yu.P. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Gulyaev Yu.V. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences
Diedrich V.E. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Zolnikov V.K. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Kalabin G.V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation
Kaperko A.F. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Krapivin V.F. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation
Mikhailov Yu.B. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Mishchenko S.V. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Piralishvili Sh.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation
Potapov V.I. – Candidate of Technical Sciences
Proletarsky A.V. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Prokhotovskiy Yu.M. – Doctor of Technical Sciences
Romanov A.A. – Doctor of Technical Sciences
Rybin V.M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation
Samkharadze T.G. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Skryl' S.V. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Sumin V.I. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Tyutyunnik V.M. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Trubetskoy K.N. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences
Khachumov V.M. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Tsvetkova V.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Chebyshev S.B. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Shrayberg Ya.L. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Scherbakov N.S. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation

The papers are reviewed.

Publication is free. The papers from post-graduate students and doctorate candidates are published out of order.

Disclosure, use or reproduction of any materials published in this journal is prohibited except for upon the written permission of the journal's editors.

For reprinting any fragments of papers the reference is mandatory. Published articles abstracted in refereed journals VINITI.

Sent to the press 17.02.2020.

Format: 60×88 1/8. Text magazine paper. Offset printing.

Conventional printer's sheets 8,7. Conventional ink mileages 13,74.

Conventional publisher's signatures 13,48. The order 612.

Circulation: 5400 copies. Negotiated Price.

Editorial office address:

107258, Moscow, Alymov pereulok, 17, bldg 2.

Phone: 8 (499) 168-23-28, 8 (916) 008-23-28.

E-mail: promasu@mail.ru; promasu_k@mail.ru. www.tgizd.ru

For purchasing, please, call the journal's accounting office on:

8 (499) 168-24-28, 168-13-69. E-mail: buchnauch@mail.ru

The original layout is made by Ltd. the Publishing House

«NAUCHTEHLITIZDAT»

Page-proofs, manufacture of printed films and forms

individual entrepreneur GONCHAROVA V.B.

OGRNIP 317774600019295

Printed in Ltd. the Publishing House «NAUCHTEHLITIZDAT»

107258, Moscow, Alymov pereulok, 17, bldg. 2

Phone: 8-499-168-21-28

М.В. Ляховец

канд. техн. наук, доцент

Г.В. Макаров

А.С. Саламатин

аспирант

(Сибирский государственный индустриальный

университет)

М.В. Шипунов

(ООО «Научно-исследовательский центр систем

управления»)

г. Новокузнецк, Российская Федерация

Оценивание предаварийных состояний технологического оборудования и контрольно-измерительных приборов

В работе предлагается расширить управляющие функции автоматизированных систем управления технологическими комплексами за счет оперативного контроля предаварийных состояний технологических агрегатов и неисправностей контрольно-измерительных приборов по косвенным признакам. Это достигается введением в их структуру непрерывно функционирующих подсистем оперативной диагностики, основанных на алгоритмах обработки и анализа аналоговых и дискретных сигналов. Описана общая структура многовариантной реализации такой подсистемы. Предложены подходящие для практического использования варианты показателей и алгоритмов, основанные на методах математической логики и статистики. Представлены примеры функционирования таких подсистем на углеобогажительных фабриках на примере подсистемы оперативного оценивания неисправностей контрольно-измерительных приборов по косвенным признакам; подсистемы контроля «зашламовки» технологических трубопроводов. Предложены конкретные показатели для такого оценивания. Показана эффективность предложенных алгоритмов сопоставлением результатов натурных наблюдений и модельных решений.

Ключевые слова: системы управления; оперативная диагностика состояний оборудования; встроенные подсистемы контроля; многовариантность; программирование систем реального времени.

M.V. Lyakhovets

Cand. of Techn. Sciences, Associate Professor

G.V. Makarov

A.S. Salamatina

Postgraduate Student

(Siberian State Industrial University)

M.V. Shipunov

(LLC Research Center for Control Systems)

Novokuznetsk, Russian Federation

Estimation of Pre-emergency Conditions of Technological Equipment and Control Equipment

In the work it is offered to expand control functions of the automated control systems of technological complexes at the expense of operative control of pre-accident states of technological units and malfunctions of control and measuring devices on indirect signs. This is achieved by introducing into their structure continuously functioning subsystems of operational diagnostics based on algorithms of processing and analysis of analog and discrete signals. The general structure of multi-variant implementation of such subsystem is described. The variants of indicators and algorithms suitable for practical use, based on methods of mathematical logic and statistics, are offered. Examples of functioning of such subsystems at coal processing factories on an example of a subsystem of operative estimation of malfunctions of control and measuring devices on indirect signs; a subsystem of control "gumming" of technological pipelines are presented. Specific indicators for such assessment are proposed. Efficiency of the offered algorithms by comparison of results of full-scale observations and model decisions is shown.

Keywords: control systems, operative diagnostics of equipment conditions, built-in control subsystems, multivariability, programming of real-time systems.

DOI: 10.25791/asu.3.2020.1166

Введение

Развитие производства в рамках концепции «Индустрия 4.0» подразумевает использование

средств цифровизации не только и не столько для регистрации событий и значений параметров, сколько совершенствование систем управления за счет внедрения интеллектуальных инструментов сбора и анализа

информации; прогнозирования, как в рамках конкретных процессов, так и целых производств; предиктивного обслуживания оборудования [1]. Форма интеграции этих инструментов может принимать вид цифрового двойника или же распределенных встроенных подсистем, однако общее назначение таких инструментов – это повышение эффективности и конкурентоспособности предприятия.

Одной из важных задач повышения эффективности производства является своевременное определение отклонений состояния технологического оборудования и приборов от нормы. При этом теоретический и практический подход имеют довольно значительные различия. Широкое распространение получило применение положений теории надежности для прогнозирования аварийных ситуаций и неисправностей приборов. Исследуемые и принимаемые за фактические закономерности распределения отказов технических устройств являются модельными. Приняв определенную теоретическую модель распределения отказов, можно спрогнозировать вероятность отказа с некоторой точностью на заданный интервал времени [2]. Такие характеристики приборов содержатся в их технической документации и учтены при расчете срока безотказной работы, межповерочных интервалов и др. Однако фактический отказ зачастую случается не по графику. В сложных технологических комплексах определение неисправного состояния прибора при этом может быть затруднено ввиду больших запаздываний при анализе качества готовой продукции и сложности выделения «степени влияния неисправности» конкретного прибора в получившемся результате.

В отличие от подхода теории надежности, предлагается использовать подсистемы косвенного оперативного оценивания предаварийных состояний технологического оборудования и контрольно-измерительных приборов (КИП) для своевременного обнаружения неисправностей, что напрямую влияет на качество и количество выпускаемой продукции, позволяет повысить достоверность учета сырья, готовой продукции и отходов, а также точнее выполнять планы, стоящие перед производством. В основе таких подсистем могут лежать различные методы и алгоритмы, например, от самых известных статических показателей и нейросетей, до сложных и закрытых специализированных

блоков, выпускаемых разработчиками оборудования. Оперативное выявление и учет отклонений от нормы с помощью таких подсистем повышают прогнозируемость производства, позволяют предотвращать аварийные ситуации и вынужденные простои оборудования. Непрерывный контроль состояния оборудования позволяет оперативно отслеживать состояние приборов и сигнализировать персоналу о необходимости его планового или внепланового обслуживания. Предлагаемые алгоритмы можно использовать как дополняющие модули цифровых двойников для повышения их эффективности.

Уровни контроля состояния оборудования и технологического процесса

Используемые на современном производстве [3...6] функции оценивания состояния технологического процесса и оборудования в той или иной мере реализуются на следующих уровнях автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП), представленных в таблице 1.

Основная диагностика выполняется встроенными в пускорегулирующую аппаратуру подсистемами предотвращения аварийных ситуаций – перегрева, перегруза по току, моменту, асимметрии фаз или другим показателям. Возникновение таких ситуаций приводит к аварийному останову оборудования, позволяя сохранить его целостность, но прерывает нормальный ход технологического процесса.

Следующий уровень контроля возлагается на средства управления нижнего уровня АСУ ТП – промышленные контроллеры (PLC). Качество и возможности диагностики в таком случае целиком зависят от заложенных алгоритмов и прикладного программного обеспечения. В большинстве случаев, на этом уровне диагностика ограничивается весьма скромным набором контролируемых параметров и практически дублирует аварийные блокировки встроенных подсистем (если вообще это делает), а иногда ограничивается простым отображением оператору, выполняя функции приема и передачи информации.

Для определения отклонений фактических характеристик приборов от их заданных по документации характеристик проводят плановое обслуживание и поверочные испытания [7].

Таблица 1

Уровни АСУ ТП и диагностируемые состояния оборудования

Уровень АСУ ТП	Диагностируемые состояния
SCADA/HMI + оператор	Ход технологического процесса
PLC	Технологические блокировки, отсутствие исполнения команд, проверка обрывов сигналов измерения и т.д.
Пускорегулирующая аппаратура и защитная автоматика	Перегрев приводов и пускорегулирующей аппаратуры, недопустимые характеристики тока и напряжения, высокий крутящий момент и т. д.
Оборудование	—

Однако отклонения характеристик объектов и приборов происходят непрерывно и их критические значения необходимо отслеживать [8].

Функции непрерывного текущего контроля отклонений характеристик приборов остаются нереализованными на уровне диспетчеризации, поскольку основной задачей оператора является управление процессом и контроль *аварийных* состояний приборов и технологических агрегатов.

Таким образом, множество приборов и агрегатов, участвующих в технологическом процессе, функционируют с неизвестными по факту на текущий момент характеристиками – точностью, производительностью, качеством и др., отличающихся от установленных по техническим паспортам, а выясняется это только после выпуска продукции и проведения лабораторных исследований.

Подсистема косвенного оценивания предаварийных состояний технологического оборудования и контрольно-измерительных приборов

В настоящее время функциональные возможности контроллерной техники стали огромными, зачастую превышая потребности производства. Это расхождение дает возможность существенно расширить спектр задач, возложенных на АСУТП [9].

Предлагаемое расширение функциональных возможностей АСУ ТП связано с встраиванием алгоритмов диагностики и прогнозирования состояния технологических агрегатов и КИП по прямым и косвенным признакам. Имея внушительный объем измерительной информации о технологическом процессе с помощью методов математической статистики, теории прогнозирования, идентификации и др. методов обработки измерительной информации, можно вычислять широкий спектр показателей, сигнализирующих об отклонениях в нормальной работе агрегата или прибора.

Приведем в качестве примера подсистемы оперативного косвенного оценивания состояния контрольно-измерительных приборов на углеобогащательной фабрике [10]. Целью разработки подсистемы оперативной диагностики состояния контрольно-измерительных приборов было повышение оперативности и точности оценивания состояния контрольно-измерительных приборов для их внепланового обслуживания или полной замены. Подсистема реализует следующие функции:

- оперативная диагностика состояния контрольно-измерительных приборов;
- предупреждение оператора (формирование отчетов, тревог) о состоянии контрольно-измерительных приборов;
- автоматическое формирование заявки на включение в план поверки/обслуживания контрольно-измерительного прибора.

В основе алгоритма оперативной диагностики состояния прибора лежит проверка превышения показателем

S_j заданного значения N_j (где j – условный порядковый номер контролируемого показателя, S_j – целочисленная переменная счетчика для j -го показателя, N_j – предельное целочисленное значение счетчика S_j , по которому формируется сигнал о неисправности). Показатели S_j являются целочисленными счетчиками, обрабатываемыми по аналогии с семафором, предложенным Эдсгером Дейкстрой [11].

Увеличение показателя S_j (операция $P(S_j)$) производится при выполнении следующих неравенств в текущий момент времени.

1. Абсолютное или относительное отклонение значения измеряемой величины от допустимого отклонения (показатель S_1):

$$|y_{\text{лаб}}(i) - \tilde{y}(i)| \geq \delta_1, \quad (1)$$

где $y_{\text{лаб}}(i)$ – значение параметра, определенное методом лабораторного измерения в момент времени i ;

$\tilde{y}(i)$ – оцененное значение полезной составляющей сигнала измеряемого параметра, полученного с контрольно-измерительного прибора в момент времени i ;

δ_1 – значение допустимой ошибки измеряемой величины (определяется из погрешности прибора и допустимой погрешности измеряемой величины для технологического процесса).

2. Превышение среднеквадратического отклонения текущих показаний прибора относительно среднеквадратического отклонения нормально функционирующего прибора (показатель S_2):

$$|\sigma_{\text{норм}}(i) - \bar{\sigma}_{\text{сут}}(i)| \geq \delta_2, \quad (2)$$

где $\sigma_{\text{норм}}(i)$ – среднеквадратичное отклонение сигнала с прибора КИПиА в момент времени i ;

$\bar{\sigma}_{\text{сут}}(i)$ – усредненное значение среднеквадратичного отклонения сигнала прибора КИПиА, взятое за определенный промежуток времени (например, сутки) в момент времени i ;

δ_2 – значение допустимой ошибки измеряемой величины (определяется из погрешности прибора КИП и допустимой погрешности измеряемой величины для технологического процесса).

Для расчета переменных используются соответствующие рекуррентные формы вычислительных процедур.

Уменьшение показателя S_j (операция $V(S_j)$) происходит при отсутствии выполнения неравенств (1) и (2) в текущий момент времени.

Значение показателя S_j ограничивается верхним пределом N_j и нижним пределом 0. В отличие от семафоров Дейкстра при выполнении операции $V(S_j)$ не производится операция уменьшения S_j при невозможности, S_j остается равным 0.

Для реализации конкретного предлагаемого варианта подсистемы выбраны указанные показатели (1) и (2). Однако, как было отмечено выше, в общем случае

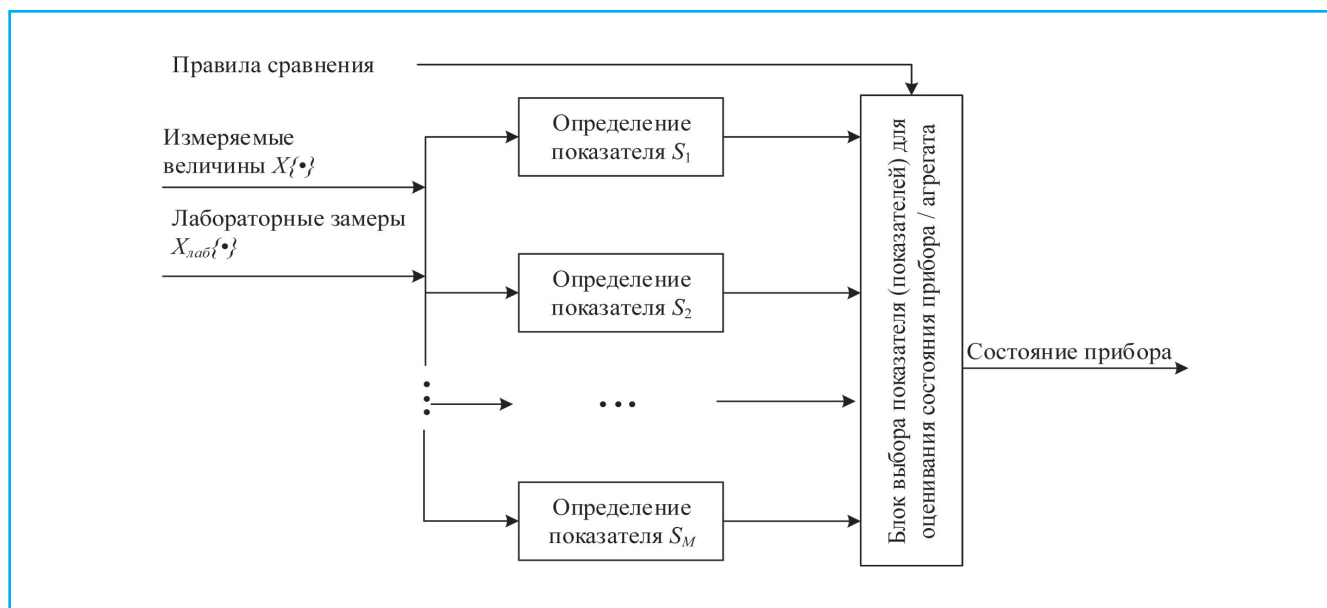


Рис. 1. Многовариантная структура системы

могут быть использованы различные методы. При наличии большого количества вариантов показателей необходимо выбирать наиболее эффективные из них или формировать комплексные показатели. В общем виде подсистема реализуется в многовариантном виде [12] (рис. 1).

Блок-схема алгоритма работы системы с показателем S_1 – неравенство (1) представлена на рисунке 2. Алгоритм выполняется в рабочем цикле PLC.

Примеры использования

Пример приведен на основе натурных данных, взятых из системы управления тяжелосредними сепараторами обогатительной фабрики [13]. Ее задачей является поддержание заданных значений плотности тяжелой среды, участвующей в процессе обогащения.

На рисунке 3 приведены значения лабораторных замеров плотности водно-магнетитовой суспензии и значения показаний плотномеров позиций 1 и 2 на обогатительной фабрике в промежутке времени с 1:00 до 6:00 включительно.

Значение заданного допустимого отклонения ($\delta_{\text{доп}}$) принято равным 0,035, так как отклонение плотности водно-магнетитовой суспензии от заданного значения для технологического процесса углеобогащения является критичным (по согласованию с главным технолог обогатительной фабрики). Результаты оценивания показателя (1) приведены для примера за 5 часов в таблицах 2 и 3.

По результатам работы алгоритма можно сделать вывод, что плотномер позиции 1 функционирует нормально и не требует дополнительного вмешательства обслуживающего персонала, в то время как показания плотмера позиции 2 содержат систематическую ошибку. Как показала его внеочередная

ревизия – ошибка была вызвана проблемами радиоизотопного источника излучения.

Значительный разброс значений лабораторных измерений позволяет судить о неэффективной работе системы регулирования плотности тяжелой среды. Если опустить алгоритмическую составляющую вопроса, то данная проблема вызвана невозможностью реализации качественного регулирования по обратной связи из-за неисправного плотмера. Это, соответственно, ведет к увеличению расхода магнетита, падению качества готовой продукции и большему использованию ресурса исполнительных механизмов.

В качестве примера использования предложенного подхода к косвенному оцениванию состояний технологического агрегата можно привести встроенную подсистему оперативного контроля «зашламовки» насосов. Сложность работы технологических агрегатов с тяжелой средой связана с периодическим «слеживанием» твердых составляющих в улитке насоса. В таком случае частотный преобразователь или устройство плавного пуска не может выполнить пуск агрегата. Основными параметрами при этом являются:

- наличие давления на напоре насоса;
- текущая частота насоса;
- ток привода;
- температурное состояние привода и пускорегулирующей аппаратуры.

Обычная диагностика ограничивается аварийным отключением по верхнему пределу температуры пускорегулирующего устройства, которая может достигать 120 градусов, что, в свою очередь, может привести к полному выходу из строя дорогостоящего оборудования. В таком случае некоторое время пользоваться таким устройством нельзя.

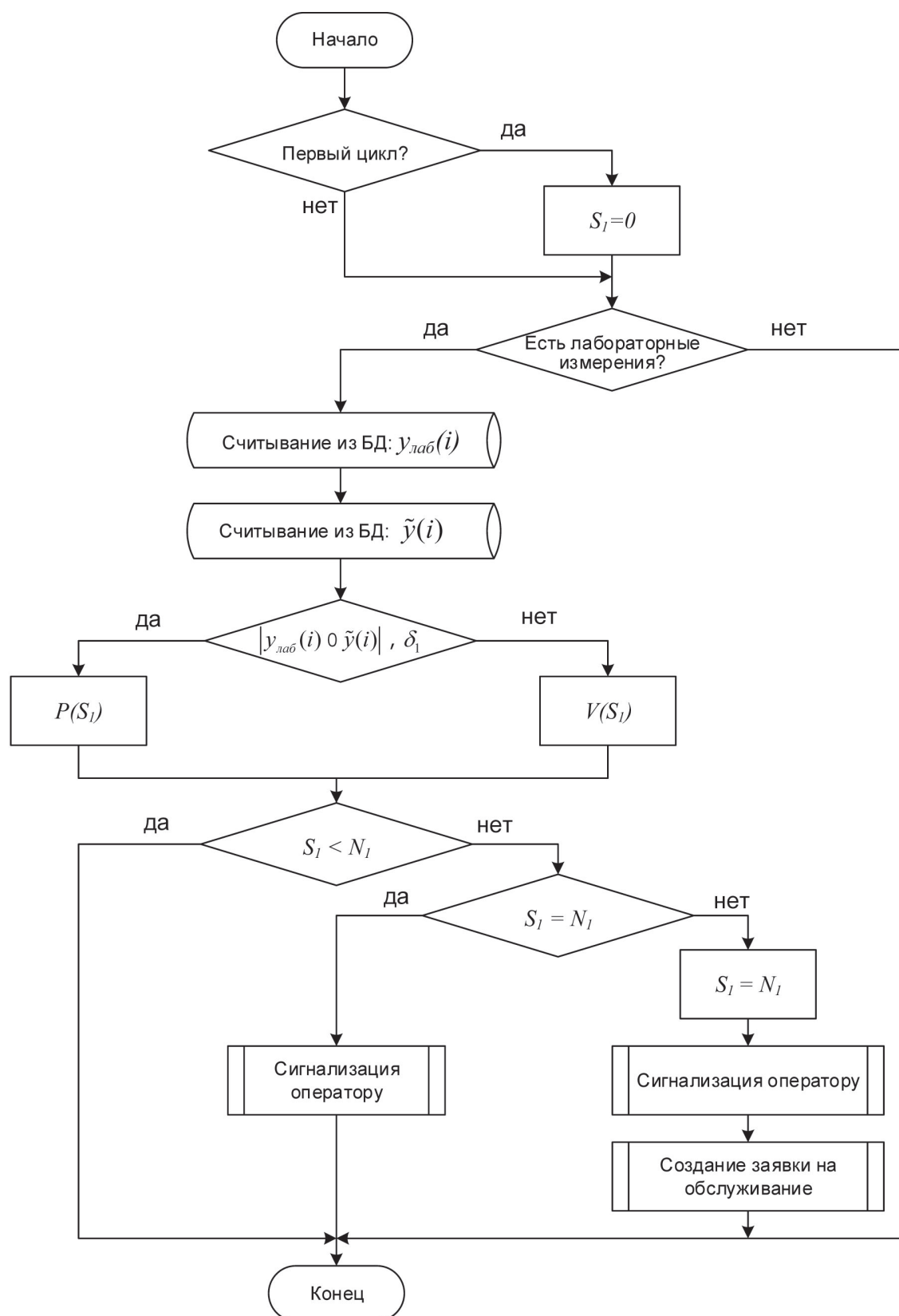


Рис. 2. Блок-схема алгоритма оперативной диагностики состояния контрольно-измерительных приборов по одному показателю S_I

Таблица 2

Результаты работы алгоритма для показаний плотнoмера позиция 1

Время	$y_{\text{лаб}}(i)$, г/см ³	ρ , г/см ³	$\delta(i)$, г/см ³	$\delta_{\text{отн}}(i)$, %	S	Состояние
1:00	1,45	1,46	-0,01	-1 %	0	Нормальное функционирование
2:00	1,45	1,46	-0,01	-1 %	0	Нормальное функционирование
3:00	1,46	1,47	-0,01	-1 %	0	Нормальное функционирование
4:00	1,45	1,47	-0,02	-1 %	0	Нормальное функционирование
5:00	1,46	1,46	0,00	0 %	0	Нормальное функционирование
6:00	1,46	1,46	0,00	0 %	0	Нормальное функционирование

Таблица 3

Результаты работы алгоритма для показаний плотнoмера позиции 2

Время	$y_{\text{лаб}}(i)$, г/см ³	ρ , г/см ³	$\delta(i)$, г/см ³	$\delta_{\text{отн}}(i)$, %	S	Состояние
1:00	2,00	1,88	0,12	6 %	1	Нормальное функционирование
2:00	1,75	1,80	-0,05	-3 %	0	Нормальное функционирование
3:00	1,67	1,75	-0,08	-5 %	1	Нормальное функционирование
4:00	1,86	1,72	0,14	8 %	2	Нормальное функционирование
5:00	1,78	1,72	0,06	4 %	3	Систематическая ошибка
6:00	1,95	1,74	0,21	11 %	3	Систематическая ошибка

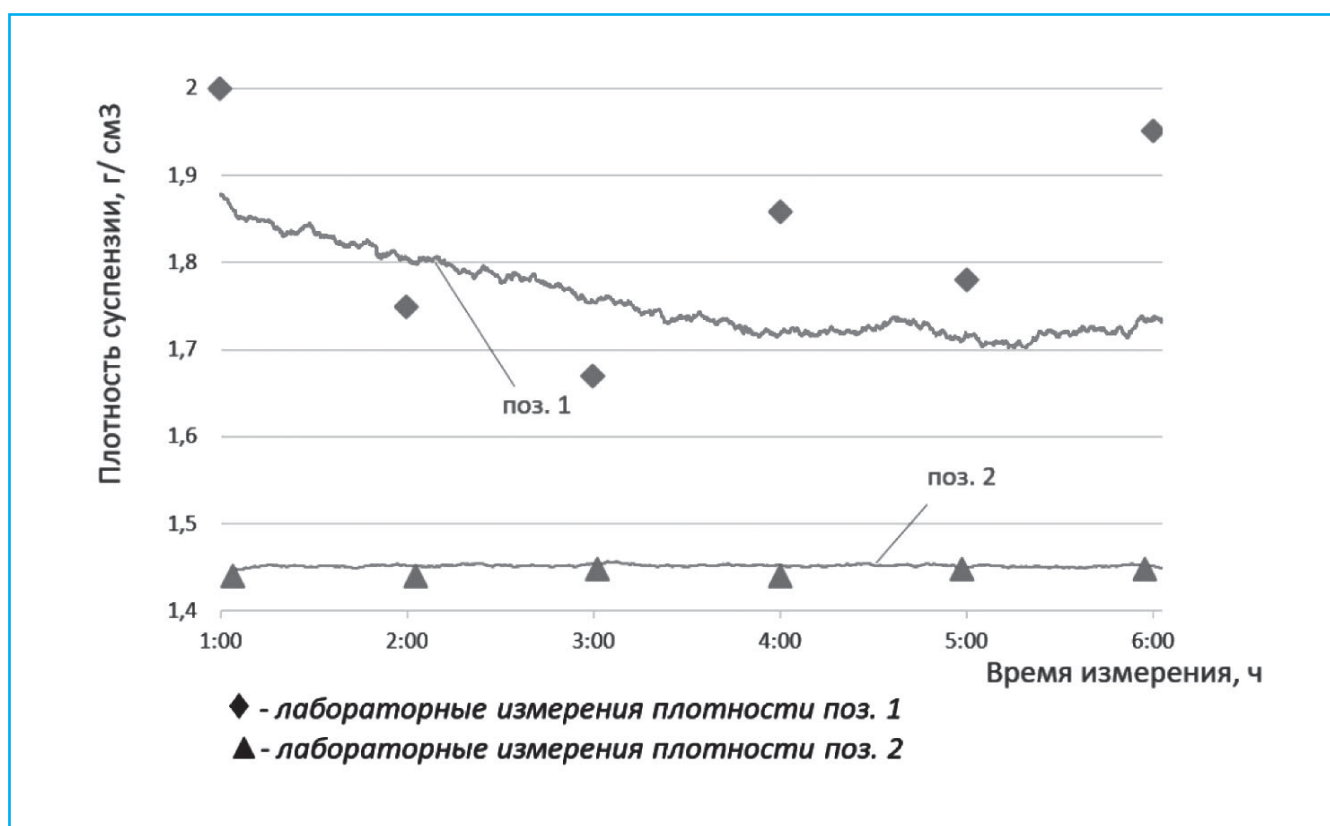


Рис. 3. Лабораторные измерения и показания плотнoмеров позиций 1 и 2

Признаком «зашламовки» при запуске агрегата является комплексный показатель, учитывающий все перечисленные параметры и временные интервалы, отведенные устройству на разгон привода

$$(P_{\text{напора}} < P_{\text{рабочее}}) \& (f_{\text{привода}} < f_{\text{заданная}}) \& (I_{\text{привода}} > I_{\text{номинальная}}) \& (t_{\text{пуска}} > t_{\text{разгона}}),$$

где P – давление в рабочем трубопроводе;

f – частота вращения привода;

I – сила тока;

t – время;

$\&$ – оператор конъюнкции.

Номинальные и рабочие значения параметров определяются совместно с технологическим персоналом на этапе пусконаладочных испытаний и начальной эксплуатации. Таким образом, не доводя до аварийной ситуации, можно сделать предупреждение о необходимости обслуживания насоса.

Заключение

Учитывая степень автоматизации любого современного производства, встроенные алгоритмы косвенного оценивания состояния технологического оборудования и контрольно-измерительных приборов должны являться неотъемлемой частью современной АСУ ТП, расширяя ее функциональные возможности за счет реализации новых управляющих функций. К таким встраиваемым подсистемам можно отнести подсистемы идентификации, прогнозирования, подстройки, а также подсистемы, связанные с применением методов подобиия систем управления [14, 15]. Такие встроенные подсистемы позволяют осуществлять оперативный контроль показателей эффективности управления, оперативно управлять подобием систем, имеющим встроенные физические модели, непрерывно корректировать настройки локальных контуров регулирования. Это позволяет повысить эффективность управления и планирования производства на этапе его эксплуатации, а также выявить «слабые места» на этапе пусконаладочных испытаний.

Список литературы

1. Романовский С.П., Ахмаров В.А. [и др.]. Практические аспекты внедрения элементов цифровых машин в рамках концепции «Индустрия 4.0.» // *Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2019. Труды XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Министерство образования и науки РФ. Сибирский государственный индустриальный ун-т.* Под общ. ред.: С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2019. С. 118–121.

2. *ГОСТ Р 27.002-2009. Надежность в технике. Термины и определения.* М.: Стандартинформ, 2011. 28 с.
3. Новиков Д.А., Ивушкин А.А., Бурков В.Н., Мышляев Л.П., Сазыкин Г.П. Проблемы и перспективы создания систем автоматизации управления промышленными комплексами // *Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов.* 2017, № 3. С. 271–273.
4. Мышляев Л.П., Макаров Г.В., Ляховец М.В., Венгер К.Г., Леонтьев И.А., Мелкозеров М.Ю. Развитие автоматизированной системы управления технологическими процессами обогатительной фабрики // *Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов.* 2018, № 4. С. 316–323.
5. Грачев В.В., Шипунов М.В., Ивушкин К.А., Мышляев Л.П., Циряпкина А.В., Линков А.А., Макаров Г.В. Создание системы автоматизации управления углеобогатительной фабрикой «Калтанская-Энергетическая» // *Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. Труды X Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием).* Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2015. С. 191–195.
6. Циряпкина А.В., Грачев В.В., Мышляев Л.П., Прокофьев С.В., Шипунов М.В. Модернизация верхнего уровня системы автоматизации управления технологическим комплексом обогатительной фабрики «Антоновская» // *Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов.* 2018, № 4. С. 323–326.
7. *ГОСТ Р 8.820-2013. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метрологическое обеспечение. Основные положения.* М.: Стандартинформ, 2015. 11 с.
8. Евтушенко В.Ф., Макаров Г.В., Буркова Е.В. О контроле нестационарности свойств объекта управления и его внешних воздействий // *Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации.* 2015, № 4 (29). С. 71–83.
9. Мышляев Л.П., Венгер К.Г., Ивушкин К.А., Макаров В.Н. О развитии систем автоматизации управления // *Системы автоматизации в образовании, науке и производстве Труды XI Всероссийской научно-практической конференции. Сибирский государственный индустриальный университет.* Под редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2017. С. 7–11.
10. Саламатин А.С., Макаров Г.В., Ляховец М.В., Мышляев Л.П., Раскин М.В. Типовые решения по автоматизации технологических объектов на примере углеобогатительных фабрик // *Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов.* 2018, № 4. С. 330–333.
11. Женюи Ф. *Языки программирования: учебное пособие.* Перевод с англ. В.П. Кузнецова, под ред. В.М. Курочкина. М.: Мир, 1972. 406 с.
12. Авдеев В.П., Дьячко А.Г., Мышляев Л.П., Тараборина Е.Н. *Автоматизированные системы с*

многовариантной структурой: учебное пособие. Новокузнецк: Сибирский металлургический институт. 1990. 88 с.

13. Циряпкина А.В., Мышляев Л.П., Ивушкин К.А. Автоматизация тяжелосредних установок углеобогащения как объектов с рециклом // *Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта*. 2015, № 1 (2). С. 243–250.
14. Ляховец М.В., Венгер К.Г., Мышляев Л.П., Шипунов М.В., Грачев В.В., Мелкозеров М.Ю. Модернизация автоматизированной системы управления технологическими процессами обогатительной фабрики в условиях технического перевооружения // *Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. Труды XI Всероссийской научно-практической конференции. Сибирский государственный индустриальный университет*. Под редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2017. С. 151–156.
15. Евтушенко В.Ф., Бурков В.Н., Мышляев Л.П., Макаров Г.В. Методы оценивания подобия систем управления // *Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов*. 2017, № 3. С. 278–281.
16. Evtushenko V.F., Burkov V.N., Myshlyaev L.P., Makarov G.V. Specific aspects of evaluation of control systems similarity // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017. Vol. 84, pp. 12–28. Available at: <http://iopscience.iop.org>
3. Novikov D.A., Ivushkin A.A., Burkov V.N., Myshlyaev L.P., Sazykin G.P. Problemy i perspektivy sozdaniya sistem avtomatizatsii upravleniya promyshlennymi kompleksami [Problems and prospects of creation of the control automation systems for the industrial complexes]. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispolzovaniya mineralnykh resursov* [Science-intensive technologies for the development and use of mineral resources]. 2017, no. 3, pp. 271–273.
4. Myshlyaev L.P., Makarov G.V., Lyakhovets M.V., Venger K.G., Leontev I.A., Melkozerov M.Yu. Razvitiye avtomatizirovannoy sistemy upravleniya tekhnologicheskimi protsessami obogatitelnoy fabрики [Development of the automated control system of technological processes at the processing plant]. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispolzovaniya mineralnykh resursov* [Science-intensive technologies for the development and use of mineral resources]. 2018, no. 4, pp. 316–323.
5. Grachev V.V., Shipunov M.V., Ivushkin K.A., Myshlyaev L.P., Tsiryapkina A.V., Linkov A.A., Makarov G.V. Sozдание sistemy avtomatizatsii upravleniya ugleobogatitelnoy fabrikoy «Kaltanskaya-Energeticheskaya». *Sistemy avtomatizatsii v obrazovanii, nauke i proizvodstve. Trudy X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem)* [Creation of a control automation system for a coal processing plant «Kaltanskaya-Energeticheskaya». Automation systems in education, science and production. Proceedings of the X All-Russian Scientific and Practical Conference (with international participation)]. Novokuznetsk: Izdatelskiy tsentr SibGIU [Novokuznetsk: Publishing Center of the Siberian State Industrial University]. 2015, pp. 191–195.
6. Tsiryapkina A.V., Grachev V.V., Myshlyaev L.P., Prokofev S.V., Shipunov M.V. Modernizatsiya verkhnego urovnya sistemy avtomatizatsii upravleniya tekhnologicheskimi kompleksom obogatitelnoy fabрики «Antonovskaya» [Modernization of the top level of the automation system for managing the technological complex of the Antonovskaya concentrator]. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispolzovaniya mineralnykh resursov* [Science-intensive technologies for the development and use of mineral resources]. 2018, no. 4, pp. 323–326.
7. GOST R 8.820-2013. Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmereniy (GSI). Metrologicheskoe obespechenie. Osnovnye polozheniya [State system for ensuring the uniformity of measurements (GSI). Metrological support. Key Points]. M.: Standartinform [Moscow: Publishing house «Standartinform»]. 2015. 11 p.
8. Yevtushenko V.F., Makarov G.V., Burkova Ye.V. O kontrole nestatsionarnosti svoystv obekta upravleniya i ego vneshnikh vozdeystviy [About the non-stationarity control of the control object properties and its external influences]. *Doklady Akademii nauk vysshey shkoly Rossiyskoy Federatsii* [Reports of the Academy of Sciences

References

1. Romanovskiy S.P., Akhmarov V.A. [et al.]. Prakticheskie aspekty vnedreniya elementov tsifrovyykh mashin v ramkakh kontseptsii «Industriya 4.0». *Sistemy avtomatizatsii v obrazovanii, nauke i proizvodstve. AS'2019. Trudy XII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem). Ministerstvo obrazovaniya i nauki RF. Sibirskiy gosudarstvennyy industrialnyy un-t. Pod obshch. red.: S.M. Kulakova, L.P. Myshlyaeva* [Practical aspects of introduction of elements of digital machines within the framework of «Industry 4.0» concept. Automation systems in education, science and industry. AS'2019. Proceedings of the XII All-Russian Scientific and Practical Conference (with international participation). Ministry of Education and Science of the Russian Federation. Siberian State Industrial University Under the total. Ed.: S.M. Kulakova, L.P. Myshlyaeva]. Novokuznetsk: Izdatelskiy tsentr SibGIU [Novokuznetsk: Publishing Center of the Siberian State Industrial University]. 2019, pp. 118–121.
2. GOST R 27.002-2009. Nadezhnost v tekhnike. Terminy i opredeleniya [Reliability in technology. Terms and Definitions]. M.: Standartinform [Moscow: Publishing house «Standartinform»]. 2011. 28 p.

- of the Higher School of the Russian Federation]. 2015, no. 4 (29), pp. 71–83.
9. Myshlyaev L.P., Venger K.G., Ivushkin K.A., Makarov V.N. O razvitii sistem avtomatizatsii upravleniya. *Sistemy avtomatizatsii v obrazovanii, nauke i proizvodstve Trudy XI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sibirskiy gosudarstvennyy industrialnyy universitet*. Pod redaktsiey S.M. Kulakova, L.P. Myshlyaeva [On the development of control automation systems. Automation systems in education, science and production. Proceedings of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference. Siberian State Industrial University. Edited by S.M. Kulakova, L.P. Myshlyaeva]. Novokuznetsk: Izdatelskiy tsentr SibGIU [Novokuznetsk: Publishing Center of the Siberian State Industrial University]. 2017, pp. 7–11.
 10. Salamatina A.S., Makarov G.V., Lyakhovets M.V., Myshlyaev L.P., Raskin M.V. Tipovye resheniya po avtomatizatsii tekhnologicheskikh obektov na primere ugleobogatitelnykh fabrik [Typical solutions for automation of the technological objects on the example of the coal concentrating factories]. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispolzovaniya mineralnykh resursov* [Science-intensive technologies for the development and use of mineral resources]. 2018, no. 4, pp. 330–333.
 11. Zhenyui F. *Yazyki programmirovaniya: uchebnoe posobie*. Perevod s angl. V.P. Kuznetsova, pod red. V.M. Kurochkina [Programming languages: a tutorial. Translation from English V.P. Kuznetsova, under the editorship of V.M. Kurochkina]. M.: Mir [Moscow: Publishing house «Peace»]. 1972. 406 p.
 12. Avdeev V.P., Dyachko A.G., Myshlyaev L.P., Tarabolina Ye.N. *Avtomatizirovannye sistemy s mnogovariantnoy strukturoy: uchebnoe posobie* [Automated systems with the multivariate structure: a textbook]. Novokuznetsk: Sibirskiy metallurgicheskii institut [Novokuznetsk: Publishing House Siberian Metallurgical Institute]. 1990. 88 p.
 13. Tsiryapkina A.V., Myshlyaev L.P., Ivushkin K.A. Avtomatizatsiya tyazhelosrednykh ustanovok ugleobogashcheniya kak obektov s retsiklom [Automation of heavy-duty equipment of coal preparation plants as objects with recycle]. *Sovremennye innovatsionnye tekhnologii podgotovki inzhenernykh kadrov dlya gornoy promyshlennosti i transporta* [Modern innovative technologies of engineering personnel training for mining and transport industry]. 2015, no. 1 (2), pp. 243–250.
 14. Lyakhovets M.V., Venger K.G., Myshlyaev L.P., Shipunov M.V., Grachev V.V., Melkozerov M.Yu. Modernizatsiya avtomatizirovannoy sistemy upravleniya tekhnologicheskimi protsessami obogatitelnoy fabрики v usloviyakh tekhnicheskogo perevooruzheniya. *Sistemy avtomatizatsii v obrazovanii, nauke i proizvodstve. Trudy XI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sibirskiy gosudarstvennyy industrialnyy universitet*. Pod redaktsiey S.M. Kulakova, L.P. Myshlyaeva [Modernization of the automated process control system of an enrichment plant under conditions of technical re-equipment. Automation systems in education, science and production. Proceedings of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference. Siberian State Industrial University. Edited by S.M. Kulakova, L.P. Myshlyaeva]. Novokuznetsk: Izdatelskiy tsentr SibGIU [Novokuznetsk: Publishing Center of the Siberian State Industrial University]. 2017, pp. 151–156.
 15. Yevtushenko V.F., Burkov V.N., Myshlyaev L.P., Makarov G.V. Metody otsenivaniya podobiya sistem upravleniya [Methods for evaluating control system resemblance]. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispolzovaniya mineralnykh resursov* [Science-intensive technologies for the development and use of mineral resources]. 2017, no. 3, pp. 278–281.
 16. Evtushenko V.F., Burkov V.N., Myshlyaev L.P., Makarov G.V. Specific aspects of evaluation of control systems similarity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017. Vol. 84, pp. 12–28. Available at: <http://iopscience.iop.org>

Информация об авторах

Ляховец Михаил Васильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автоматизированные информационные системы»

Макаров Георгий Валентинович, старший преподаватель

Саламатин Александр Сергеевич, аспирант

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

654007, Российская Федерация, г. Новокузнецк, ул. Кирова, д. 42

Шипунов Михаил Владимирович, заместитель директора
Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр систем управления»

654007, Российская Федерация, г. Новокузнецк, проспект Строителей (Центральный р-н), д. 55А

Information about the authors

Lyakhovets Mikhail Vasilevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

Head of the Department of Automated Information Systems

Makarov Georgiy Valentinovich, Senior Lecturer

Salamatina Aleksandr Sergeevich, Postgraduate Student

Ministry of Education and Science of the Russian Federation
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State Industrial University»

654007, Russian Federation, Novokuznetsk, Kirova str., 42

Shipunov Mikhail Vladimirovich, Deputy Director

Limited Liability Company «Research Center for Management Systems»

654007, Russian Federation, Novokuznetsk, Prospekt Stroiteley (Central District), 55A

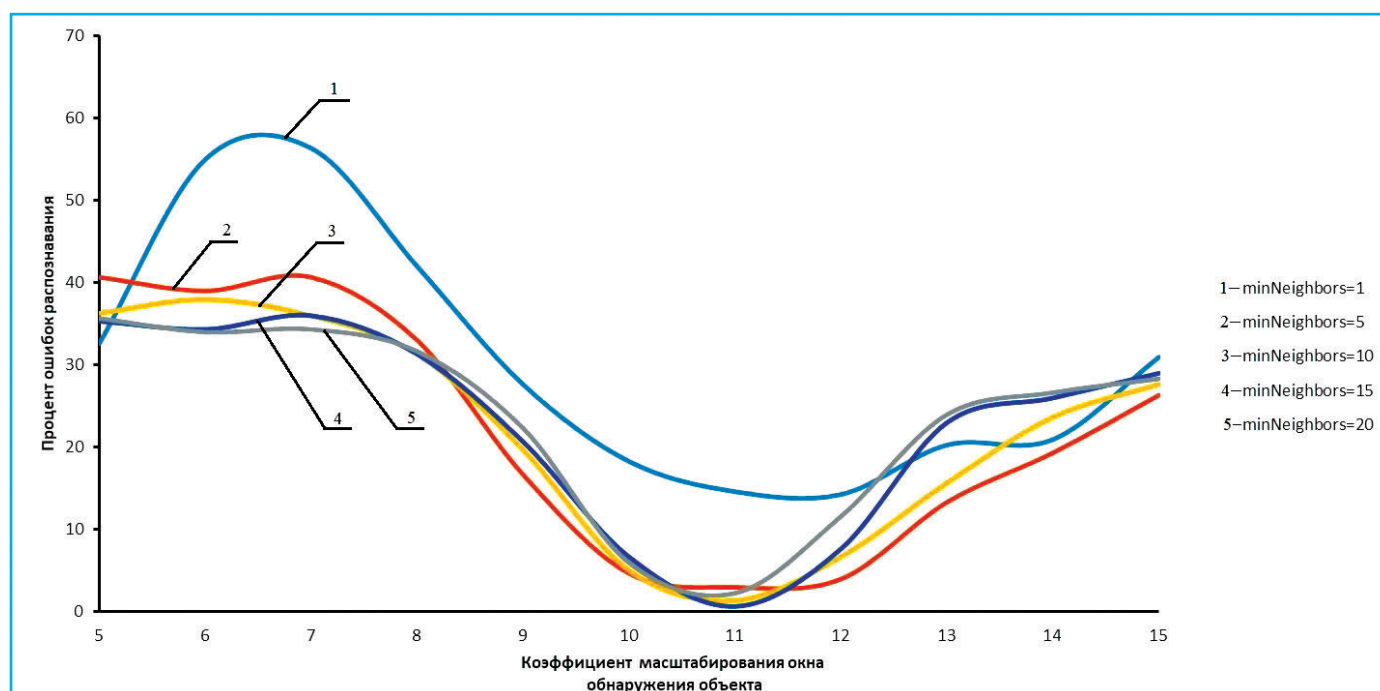


Рис. 4. Статистика ошибок распознавания объектов контроля

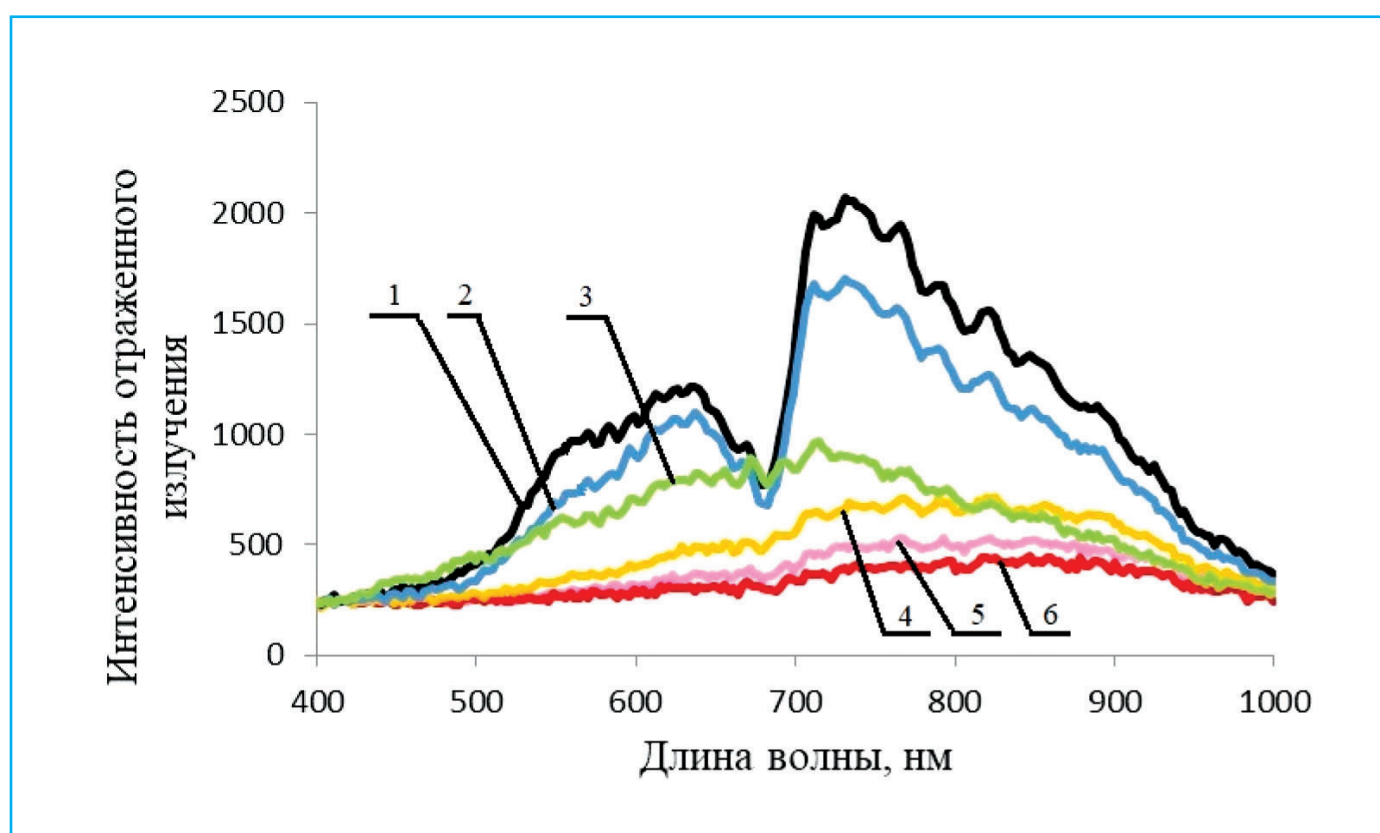


Рис. 5. Спектры отражения растительной ткани яблока сорта Лигол

Иллюстративный материал к статье П.В. Балабанова, В.А. Юдаева
«Система технического зрения для контроля качества плодоовощной продукции»

СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЖУРНАЛЕ «ПРОМЫШЛЕННЫЕ АСУ И КОНТРОЛЛЕРЫ»

АРМ – автоматизированное рабочее место	ПЛК – программируемый логический контроллер
АСКУЭ – автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов	ППЗУ – программируемое ПЗУ
АСУ – автоматизированная система управления	ПП – печатная плата
АСУП – АСУ производством	ППП – пакеты прикладных программ
АСУТП – АСУ технологическими процессами	ПО – программное обеспечение
АЦП – аналого-цифровой преобразователь	ПТК – программно-технический комплекс
БД – база данных	ПЭВМ – персональная ЭВМ
БЗ – база знаний	РВ – реальное время
ВТ – вычислительная техника	РМВ – реальный масштаб времени
ВУ – вычислительное устройство	РСУ – распределенная система управления
ВЦ – вычислительный центр	СА – система автоматизации
ДП – диспетчерский пункт	САПР – система автоматизированного проектирования
ИАСУ – интегрированная АСУ	САР – система автоматического регулирования
ИУ – исполнительное устройство	САУ – система автоматического управления
ИВС – информационно-вычислительная система	СВТ – средства вычислительной техники
ИВЦ – информационно-вычислительный центр	СМО – система массового обслуживания
ИМ – исполнительный механизм	СРВ – система реального времени
ИТ – информационные технологии	СУБД – система управления БД
КП – контролируемый пункт	ТИ – телеизмерение
КТС – комплекс технических средств	ТЗ – техническое задание
ЛВС – локальная вычислительная сеть	ТМ – телемеханика
НЛР – нечеткий логический регулятор	ТОУ – технологические ОУ
ОЗУ – оперативное запоминающее устройство	ТС – телесигнализация
ОС – операционная система	ТУ – телеуправление
ОС РВ – ОС реального времени	ТП – технологический процесс
ОУ – объекты управления	ТЭК – технико-экономический комплекс
ПАЗ – противоаварийная защита	ТЭП – технико-экономические показатели
ПЗУ – постоянное запоминающее устройство	УСО – устройство связи с объектом
ПИ регулятор – пропорционально-интегральный регулятор	УВК – управляющий вычислительный комплекс
ПИД регулятор – пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор	ЦАП – цифроаналоговый преобразователь
ПК – персональный компьютер	ЦДП – центральный ДП
	ЧМИ – человеко-машинный интерфейс
	ЭС – экспертная система
	ISO – Международная организация по стандартизации