



**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ И
МОДЕЛИРОВАНИИ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ
(ИТУММС 2020)**

II НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



**INFORMATION TECHNOLOGY IN THE MANAGEMENT AND
MODELLING OF MECHATRONIC SYSTEMS
(ITUMMS 2020)**

II SCIENTIFIC-PRACTICAL INTERNATIONAL CONFERENCE



Тамбов

**◆ Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ» ◆
2020**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Управление образования и науки Тамбовской области
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»
АО «НПО «Андроидная техника»

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ И
МОДЕЛИРОВАНИИ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ
(ИТУММС 2020)**

**II НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**INFORMATION TECHNOLOGY IN THE MANAGEMENT AND
MODELLING OF MECHATRONIC SYSTEMS
(ITUMMS 2020)**

**II SCIENTIFIC-PRACTICAL
INTERNATIONAL CONFERENCE**

Тамбов, 14 – 16 октября 2020 г.

Научное электронное издание



Тамбов

◆ Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ» ◆

2020

УДК 004:621

ББК з-966

И74

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, доцент А. Г. Дивин (общая редакция);

д-р техн. наук, профессор Ю. Ю. Громов;

д-р техн. наук, профессор П. В. Балабанов;

д-р техн. наук, доцент А. П. Савенков;

д-р техн. наук, профессор С. В. Пономарев

И74 Информационные технологии в управлении и моделировании мехатронных систем (ИТУММС 2020) [Электронный ресурс] : материалы II научно-практической международной конференции / под общ. ред. А. Г. Дивина ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 9,1 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана. – 100 шт.
ISBN 978-5-8265-2267-7

Опубликованы материалы секционных докладов II научно-практической международной конференции, посвященной вопросам: виртуальное моделирование и прототипирование мехатронных систем, IT-технологии в управлении робототехническими системами, системы технического зрения, метрологическое обеспечение мехатронных систем, управление качеством в мехатронных системах. Целью конференции являлся обмен опытом ведущих российских и международных специалистов по современным достижениям и тенденциям развития мехатроники и робототехники в России и мире.

Материалы конференции могут быть полезны преподавателям вузов и средних учебных заведений, научным работникам, руководителям и специалистам предприятий, а также аспирантам, магистрантам и студентам.

УДК 004:621

ББК з-966

Материалы предоставлены в электронном варианте, организаторы конференции и редакция ответственности за содержание предоставленных авторами материалов не несет.

ISBN 978-5-8265-2267-7

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2020

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ***Председатель (сопредседатели) программного комитета***

Краснянский Михаил Николаевич – председатель, ректор ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, профессор РАН.

Новиков Дмитрий Александрович – член-корреспондент РАН, директор ФГБУН «Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН», д-р техн. наук, профессор (сопредседатель).

Заместитель председателя программного комитета:

Громов Юрий Юрьевич – д-р техн наук, профессор, директор института автоматики и информационных технологий ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Состав программного комитета:

Jaroslav Nosek – prof. Ing. Технический университет г. Либерец, Institute of Mechatronics and Computer Engineering, Чехия.

Любомир Ванков Димитров – профессор, заместитель ректора Технического Университета – София (ТУ-София), София, Болгария.

Васин Сергей Михайлович – проректор по НИД ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет.

Дудоров Евгений Александрович – канд техн. наук, исполнительный директор АО «НПО «Андроидная техника».

Завражнов Анатолий Иванович – академик РАН, главный научный сотрудник, профессор кафедры технологических процессов и техносферной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет».

Ищук Игорь Николаевич – заведующий кафедрой Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина».

Ряжских Виктор Иванович – декан факультета «Машиностроение и аэрокосмическая техника» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет».

Савин Леонид Алексеевич – ведущий научный сотрудник проблемно-научно-исследовательской лаборатории «Моделирование гидромеханических систем», профессор кафедры мехатроники, механики и робототехники Орловского государственного университета им. И. С. Тургенева.

Храмов Александр Евгеньевич – д-р физ.-мат. наук, профессор, университет Иннополис, заведующий лабораторией когнитивных робототехнических систем.

Чугунов Михаил Владимирович – заведующий кафедрой конструкторско-технологической информатики, национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва.

Юрков Николай Кондратьевич – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и производство радиоаппаратуры» ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет.

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ***Председатель (сопредседатели) организационного комитета***

Муромцев Дмитрий Юрьевич, – председатель, проректор по научно-инновационной деятельности, д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Дивин Александр Георгиевич – д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Мехатроника и технологические измерения» ФГБОУ ВО «ТГТУ» (сопредседатель).

Заместитель председателя организационного комитета

Мищенко Сергей Владимирович – д-р техн. наук, профессор, почетный ректор ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Состав организационного комитета

Балабанов Павел Владимирович – д-р техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Злобин Эдуард Викторович – канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Завражин Дмитрий Олегович – канд. техн. наук, начальник отдела научно-технических программ ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Иванова Ольга Геннадьевна – канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Мокрозуб Владимир Григорьевич – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Пономарев Сергей Васильевич – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Савенков Александр Петрович – д-р техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Родионов Юрий Викторович – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Шишкина Галина Викторовна – канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Секции

Секция 1. Системы технического зрения и сенсоры в мехатронике. Модератор – д-р техн. наук, доцент А. Г. Дивин (14.00 – 18.00).

Секция 2. IT-технологии в мехатронике и самообучающиеся адаптивные интеллектуальные системы в биоморфной и антропоморфной робототехнике. Модератор – д-р техн. наук, профессор Ю. Ю. Громов (10.00 – 13.00).

Секция 3. Виртуальное моделирование и прототипирование мехатронных систем. Модератор – д-р техн. наук, доцент П. В. Балабанов (14.00 – 18.00).

Секция 4. Метрологическое обеспечение и надежность мехатронных систем. Модератор – канд. техн. наук, доцент А. С. Егоров (10.00 – 13.00).

Секция 5. Управление качеством в IT и мехатронных системах. Модератор – д-р техн. наук, профессор С. В. Пономарев (14.00 – 16.00).

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Системы технического зрения и сенсоры в мехатронике	8
<i>Юдаев В. А., Балабанов П. В., Егоров А. С.</i> Применение методов гиперспектрального анализа для обнаружения дефектов яблок	8
<i>Цуканова Е. М.</i> Расчет степени стрессорности водно-температурного режима периода вегетации как метод оценки риска зимних повреждений плодовых растений	12
<i>Рязанов И. В., Балабанов П. В.</i> Система технического зрения для теплового контроля пластин хемосорбента	15
<i>Дон-Юни Нсено-Пемби.</i> Computer vision system, for apple control	20
<i>Лысов Д. А., Гулак А. М.</i> Алгоритмы и модели детектирования в системах распознавания лиц	25
<i>Сергеевичев Ю. В., Никулин А. А., Генералова А. А.</i> Интеграция микроконтроллера управления рулевым механизмом трактора в систему параллельного вождения ...	32
<i>Хабибуллин Р. Р., Бычков Д. С., Генералова А. А.</i> Реализация спутниковой навигации для системы параллельного вождения	39
<i>Аль-Раммахи Али Абидалкарим Хабиб, Сари Фарах Аббас, Уланов А. О., Прокофьев О. В.</i> Снижение чувствительности алгоритма нечеткой кластеризации при обработке больших данных	45
<i>Сари Фарах Аббас, Аль-Раммахи Али Абидалкарим Хабиб, Уланов А. О., Прокофьев О. В.</i> Модификация Grab-сегментации изображения на основе принципа колонии муравьев	51
<i>Дивин А. Г., Балабанов П. В., Бурлина А. С., Кощеев Н. А., Шуняев П. В.</i> Современные робототехнические технологии сортировки яблок	58
<i>Блинов К. С., Егоров А. С.</i> Построение системы управления коллаборативным роботом-манипулятором с применением интеллектуального распознавания объектов на основе нейронных сетей	61
Секция 2. IT-технологии в мехатронике и самообучающиеся адаптивные интеллектуальные системы в биоморфной и антропоморфной робототехнике ...	66
<i>Сари Ф. А., Аль-Раммахи А. А. Уланов А. О., Прокофьев О. В.</i> Обнаружение опухоли головного мозга с использованием различных методов сегментации изображения	66

<i>Лакомов Д. В., Аль Маамари Г.</i> Анализ методов биометрической аутентификации личности	72
<i>Рытов М. Ю., Голембиовский М. М.</i> Организация киберполигона как основополагающая часть формирования компетенций обучающегося по направлению «информационная безопасность»	80
<i>Есимова Н., Мещерякова Е. Н., Асмолова Е. А., Кувшинова О. А.</i> Методы теории обнаружения сигналов применительно к психофизическому шкалированию	84
<i>Ищук И. Н., Зенкин А. А., Лихачев М. А., Тельных Б. К., Уваров А. И.</i> Распознавание объектов воздушного мониторинга по теплофизическим параметрам материалов с применением нейронных сетей	89
<i>Горлов А. П., Егоров П. В., Трохин М. Н., Лысова К. М.</i> Разработка методики построения модели нарушителя для ГИС	96
<i>Лысов Д. А., Иванова М. И., Трохин М. Н., Егоров П. В.</i> Разработка методики прогнозирования возможного ущерба от нарушения свойств безопасности персональных данных на коммерческом предприятии	102
Секция 3. Виртуальное моделирование и прототипирование мехатронных систем	107
<i>Гулак М. Л.</i> Некоторые подходы к моделированию состояния информационной безопасности	107
<i>Музылева И. В., Языкова Л. Н., Кондратьев С. Е.</i> Внедрение 3D-моделирования и дополненной реальности в образовательный процесс для изучения характеристик и движения промышленных роботов	112
<i>Рытов М. Ю., Луценко И. В.</i> Методы моделирования средств физической защиты объекта	118
<i>Чугунов М. В., Полунина И. Н.</i> Траектория проектирования мехатронных систем в интегрированной среде	122
<i>Альвардат Мохаммад Ясин, Балабанов П. В.</i> Simulation of the Industrial Packaging Line Using PLC	127
<i>Санников С. А., Рачкова С. А., Вшивков Ф. И.</i> Функциональная модель проектирования гальванических линий	132
<i>Роганов В. Р., Михеев М. Ю., Роганова Э. В., Гринцова О. В., Лавендел Ю. О.</i> Задача разработки оптико-программно-аппаратного комплекса «Трехмерный медицинский атлас»	136
<i>Фетисов А. С., Корнаев А. В., Савин Л. А.</i> Применение магнитореологических жидкостей в опорах скольжения с активным управлением	140

Секция 4. Метрологическое обеспечение и надежность мехатронных систем	147
<i>Плотников А. В., Григорьев А. С.</i> Применение методов метрологического обеспечения к оценке качества результатов учета электрической энергии при функционировании мехатронных систем	147
<i>Плотников А. В., Григорьев А. С.</i> Применение индуктивных датчиков положения в схемах сервоприводов мехатронных систем на основе реализации технологий процедуры «METROLOGICAL CONFIRMATION»	155
<i>Филин А. А., Чайко А. А., Лысов Д. А.</i> Разработка методики обеспечения безопасности автоматизированных систем управления технологическим процессом в мехатронике	162
Секция 5. Управление качеством в IT и мехатронных системах	167
<i>Сумин В. И., Смоленцева Т. Е.</i> Оптимизация структуры автоматизированной информационной справочной системы поддержки принятия решений	167
<i>Смоленцева Т. Е., Натаров П. А.</i> Анализ процесса сопровождения системы управления ресурсами SAP с привлечением подрядной организации на примере взаимодействия АО «ОЭК» с ООО «АНСИСТЕМС»	171
<i>Воякина Ю. Н., Пономарев С. В.</i> Применение FMEA-методологии для улучшения процессов управления охраной труда в системе менеджмента качества высшего учебного заведения	175
<i>Горлов А. П., Лысов Д. А., Иванова М. И.</i> Разработка методики оценки защищенности коммерческой тайны на объекте	179
<i>Порошина Н. А., Пономарев С. В.</i> Применение FMEA-методологии для улучшения контроля и управления качеством процесса шлифования втулок с применением роботизированной системы на ПАО «Электроприбор»	184
<i>Смоленцева Т. Е., Свищёв А. В.</i> Анализ систем оптимального планирования грузоперевозок	188
<i>Саид Султан Саид Аль-Бусаиди, Воякина Ю. Н., Пономарев С. В.</i> Поддержка процесса принятия решения в испытательной лаборатории	193

Секция 1

СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ И СЕНСОРЫ В МЕХАТРОНИКЕ

УДК 535-92

Юдаев В. А.¹, Балабанов П. В.², Егоров А. С.³

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

¹ (Тел. +7(999)770-76-01, e-mail: pt-arta@yandex.ru),

² (Тел. +7(953)123-41-16, e-mail: pav-balabanov@yandex.ru),

³ (Тел. +7(910)652-21-00, e-mail: egorov.andrey@list.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ЯБЛОК

Аннотация. Рассмотрен способ обнаружения дефектов яблока на конвейере с использованием гиперспектральной камеры. Проведено исследование для установления зависимостей между значениями спектрограммы на определенных длинах волн с целью классификации ткани яблока. Сделано сравнение результатов исследования с лабораторными данными по различным типам ткани яблока.

Ключевые слова: гиперспектральный метод, техническое зрение, автоматизация сортировки яблок.

В случае контроля качества фруктов, особенно в условиях их транспортировки на конвейере, необходимо правильно и быстро обнаруживать дефектные области. Одним из способов распознавания таких зон является гиперспектральный метод распознавания [1]. В мировом научном сообществе активно работают над разработкой методов распознавания веществ и материалов с помощью спектральных индексов [2, 3] – это представленные в виде алгебраических выражений (а зачастую и в виде простых рациональных дробей) комбинации коэффициентов отражения изучаемого объекта в двух и более диапазонах, которые отражают относительные значения целевых характеристик исследуемого объекта.

Целью данной работы является установление зависимостей различных длин волн для распознавания дефектных зон яблок.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- определить оптимальную длину волны для обнаружения яблока на конвейере;
- осуществить сбор необходимых данных;
- сравнить полученные результаты с лабораторными исследованиями дефектных областей, сделать выводы.

Для данного исследования необходимо получить спектрограммы (зависимости интенсивности отражения R от длины волны излучения) для участков поверхности яблок, поврежденных гнилью, плодовой гнилью, паршой, а также неповрежденных участков яблока и области конвейера (для регионов интереса ROI). Сенсор камеры Specim FX10, применяемой для получения спектрограмм, включает 1024 чувствительных элемента, располо-

женных в линию. Фокус камеры настроен таким образом, что весь набор чувствительных элементов по ширине соответствует ширине конвейера. Каждая спектрограмма показывала среднюю интенсивность отражения от отрезка области измерения шириной 2 мм. Поэтому только часть спектрограмм содержит нужную нам информацию, поскольку соответствует региону интереса (ROI). Для определения информативных спектрограмм, соответствующих ROI, проанализированы зависимости $R(x)$ на длине волны 750 нм. Зависимости $R(x)$ имеют приблизительно постоянные значения, соответствующие глобальному минимуму для области конвейера, локальные минимумы в области дефекта и глобальный максимум в неповрежденной области яблока (рис. 1). Для сбора информации были использованы только спектрограммы, взятые для точек из областей с указанными характерными особенностями. Локальные минимумы на графике $R(x)$ не могут однозначно указывать на наличие дефекта, поскольку аналогичным образом проявляет себя область яблока, содержащая плодоножку.

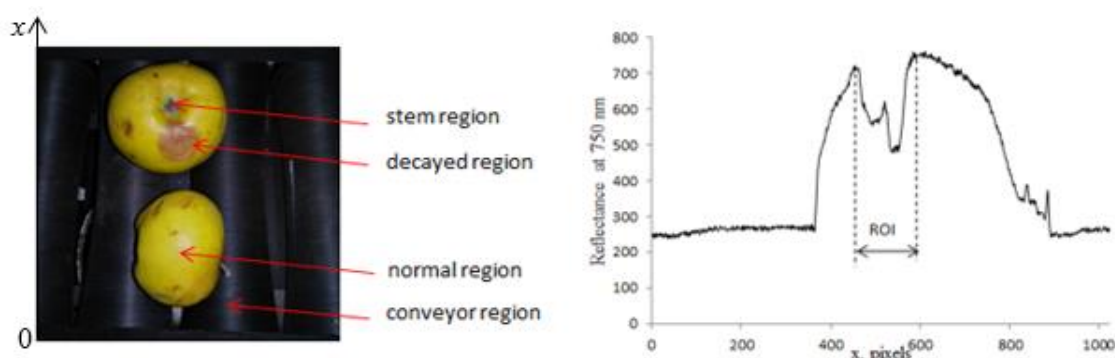


Рис. 1. Область интереса (ROI) на яблоке и спектры отражения при 750 нм

В соответствии с данной постановкой задачи было разработано программное обеспечение для записи спектрограмм (рис. 2). Для разработки программы применялся язык Python – высокоуровневый язык программирования общего назначения, обладающий простым синтаксисом.

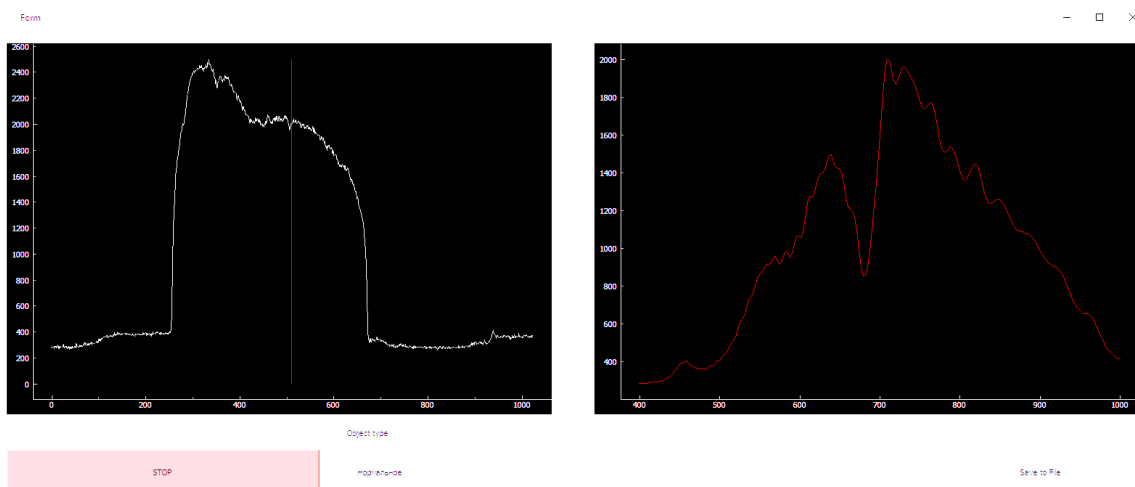


Рис. 2. Область интереса (ROI) на яблоке и спектры отражения при 750 нм

В данном исследовании было отснято 16 167 образцов ткани сорта яблока «Орловское», из них 7232 – здоровая ткань, 4144 – гнилая область, 1357 – ткань с механическим повреждением, 3434 – заболевание «парша». Полученные результаты были использованы для получения индекса ARI – антоциановый отражательный индекс (1), показатель содержания антоцианов (красно-фиолетовых растительных пигментов), накопление которых является признаком угнетения растений и замедления их роста [4, 5].

$$ARI = 0,5 + \left(\frac{1}{\rho_{550}} - \frac{1}{\rho_{700}} \right) \rho_{750}, \quad (1)$$

где ρ_{550} – отражение на длине волны 550 нм; ρ_{700} и ρ_{750} – на длине 700 нм и 750 нм соответственно.

На рисунке 3 отражены расчетные значения ARI, на рис. 4 показано сравнение полученных медианных значений ARI с данными, полученными из лаборатории.

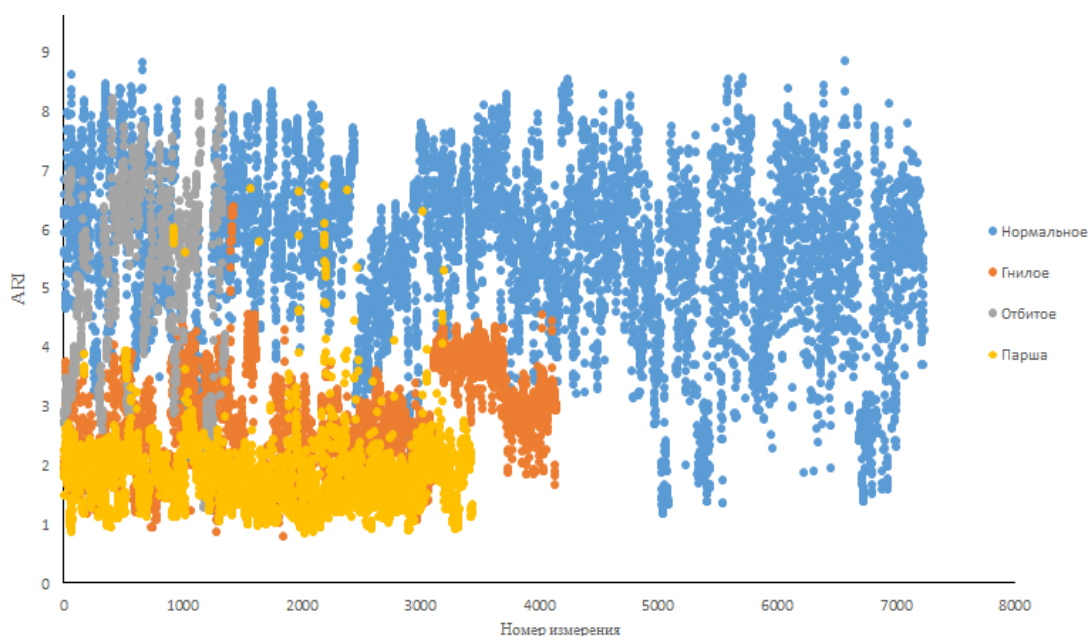


Рис. 3. Расчетные значения ARI для различных областей яблока сорта «Орловское полосатое»

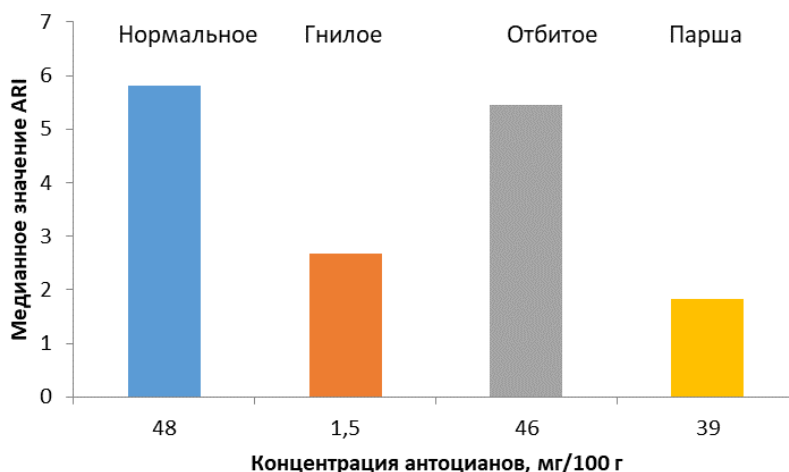


Рис. 4. Зависимость концентрации антоцианов в яблоке в зависимости от ARI

Следует отметить основные результаты проведенного исследования:

- значения вегетационных индексов ARI, вычисленные для здоровой ткани яблока и ткани, пораженной плодовой гнилью или паршой, отличаются более чем на 50%;
- концентрация антоцианов в пораженной гнилью ткани яблока существенно ниже, чем в неповрежденной; для парши такое заключение по результатам экспериментов сделать нельзя, вероятно это объясняется тем, что для анализа на антоцианы использовались плоды, с объемом, пораженной паршой ткани, не более 1% от общего объема плода.

В результате выполнения исследования было установлено, что для обнаружения дефектов вида «гниль» и «парша» рекомендуется использовать отраженное от поверхности яблока излучение на длинах волн 550, 700, 750 нм.

Список использованных источников

1. Li J. B., Luo W., Wang Z., Fan S. Early detection of decay on apples using hyperspectral reflectance imaging combining both principal component analysis and improved watershed segmentation method // *Postharvest Biology and Technology*. – 2019. – № 149. – P. 235 – 246.
2. Huang W.Q., Li J.B., Wang Q.Y., Chen L.P. Development of a multispectral imaging system for online detection of bruises on apples // *Food Eng.* – 2015. – № 145. – P. 62 – 71.
3. Baranowski P., Mazurek W., Wozniak J., Wozniak J., Majewska U. Detection of early bruises in apples using Hyperspectral data and thermal imaging // *Food Eng.* – 2012. – № 110(3). – P. 345 – 355.
4. Merzlyak M.N., Solovchenko A. E., Gitelson A. A. Reflectance spectral features and non-destructive estimation of chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content in apple fruit // *Postharvest Biology and Technology*. – 2003. – № 27(2). – P. 197 – 211.
5. Merzlyak M.N., Solovchenko A. E., Gitelson A. A. Reflectance spectral features and non-destructive estimation of chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content in apple fruit // *Postharvest Biology and Technology*. – 2003. – № 27(2). – P. 197 – 211.

Yudaev V. A.¹, Balabanov P. V.², Egorov A. S.³

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

¹ (Tel. +7(999)770-76-01, e-mail: pt-art@ yandex.ru),

² (Tel. +7(953)123-41-16, e-mail: pav-balabanov@yandex.ru),

³ (Tel. +7(910)652-21-00, e-mail: egorov.andrey@list.ru)

APPLICATION OF METHODS OF HYPERSPECTRAL ANALYSIS FOR DETECTING APPLE DEFECTS

Abstract. The article discusses a method for detecting an apple on a conveyor using a hyperspectral camera. A study was carried out to establish the relationships between the values of the spectrogram at certain wavelengths in order to classify apple tissue. Comparison of the research results with laboratory data for various types of apple tissue is made.

Keywords: hyperspectral method, technical vision, apple sorting automation.

УДК 634.11:631.81

Цуканова Е. М.

ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Мичуринск, Россия

(E-mail: Elenam31@yandex.ru)

РАСЧЕТ СТЕПЕНИ СТРЕССОРНОСТИ ВОДНО-ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПЕРИОДА ВЕГЕТАЦИИ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКА ЗИМНИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ

Аннотация. Рассмотрена возможность оценки риска зимних повреждений плодовых растений (на примере яблони) методом расчета степени стрессорности водно-температурного режима периода вегетации. Приведены формулы расчета и градационные критерии.

Ключевые слова: мониторинг, стресс, водно-температурный режим, плодовые растения, повреждение.

Климат является одним из основных лимитирующих факторов при определении пригодности территорий для возделывания той или иной плодовой культуры, причем к наиболее значимым климатическим показателям для сельскохозяйственного производства следует отнести водно-термический режим территории, а, учитывая его существенную дестабилизацию, показатель дисперсии суточных температур воздуха является одним из определяющих для разработки метода расчета степени стрессорности водно-температурного режима искомого периода [2, 3, 4].

Известно, что физиологическое состояние многолетних растений складывается из баланса положительных и отрицательных воздействий, причем каждый из периодов накладывает на физиологические процессы, происходящие в растениях, свой отпечаток [1, 3]. В частности, установлено, что степень риска зимних повреждений плодовых растений зависит от двух основных факторов: степени стрессорности водно-температурного режима всего периода вегетации (от начала вегетации – апрель – до вхождения в состояние покоя – ноябрь) и величины интегрального показателя физиологического состояния растений (средневегетационный показатель фотосинтетической активности хлорофиллсодержащих тканей – F_v/F_m) в период подготовки и вхождения в состояние покоя [2, 4].

Мониторинг водно-температурного режима территории, физиологического состояния и фенотипических проявлений негативной реакции растений (на примере яблони) позволили установить критические значения параметров температурного и водного режима апреля – ноября, а также их наиболее опасные сочетания, ослабляющие сопротивляемость растения и определяющие риск повреждений в зимний период:

- резкое понижение температуры воздуха (до отрицательных значений) в третьей декаде апреля – мае;
- низкие среднесуточные температуры воздуха (не выше 13...18 °С) в мае – июне;
- переувлажнение: количество осадков в июне, июле, августе (превышение среднемноголетней нормы не менее, чем на 30%);
- засуха: количество осадков в июне, июле, августе (ниже среднемноголетней нормы не менее чем на 30%);
- высокие температуры воздуха (более чем на 10°С превышающие среднемноголетние значения) на фоне оптимальной (не ниже 60%) влажности воздуха в сентябре;

- резкое понижение температуры в октябре–ноябре (перепад до 20...25 °С не более чем за 48 ч) или длительное понижение температуры воздуха (не менее –10 °С) при отсутствии снежного покрова.

Для удобства анализа степени стрессорности погодных условий нами были разработаны «коэффициенты стрессорности» (К), основываясь на степени напряженности совокупности повреждающих факторов каждого периода в годовом цикле растений. Месяцы годичного цикла, включенные в каждый из коэффициентов, распределены относительно фенофаз развития плодовых растений:

- коэффициент 1 – стрессорности сентября–ноября (соответствует периоду подготовки и входа растений в состояние покоя);
- коэффициент 2 – стрессорности декабря–февраля (соответствует периоду глубокого и вынужденного покоя);
- коэффициент 3 стрессорности марта–апреля (соответствует периоду выхода из вынужденного покоя и начала вегетации);
- коэффициент 4 – стрессорности мая–июня (соответствует периоду цветения, завязывания плодов и закладки урожая будущего года);
- коэффициент 5 – стрессорности июля–августа (соответствует периоду полного формирования урожая текущего года и накопления запасных веществ для формирования и сохранения урожая будущего года, а также для сопротивления стрессорам зимнего периода).

Каждый из коэффициентов рассчитывается по разработанным формулам. Так, например, степень стрессорности погодных условий поздне-осеннего периода ($K_{по}$) рассчитывается следующим образом:

$$(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7) / Y = K_{по},$$

где X_1 – количество дней в октябре–ноябре со среднесуточной температурой < –10 °С; X_2 – количество дней в октябре–ноябре со среднесуточной температурой > +10 °С; X_3 – сумма значений минимумов (абсолютная величина) /100; X_4 – сумма значений максимумов (абсолютная величина) /100; X_5 – среднесуммарная величина суточного перепада температур; X_6 – количество дней с величиной суточного перепада температур воздуха более 10 °С; X_7 – усредненная величина суммы осадков за октябрь и ноябрь; Y – количество показателей.

Аналогичным способом рассчитываем коэффициенты стрессорности весеннего ($K_{в}$) и летнего ($K_{л}$) периодов с учетом разработанных критериальных показателей. На основании вышеизложенного была разработана обобщенная формула расчета степени стрессорности для развития растений яблони водно-температурного режима периода вегетации ($K_{пв}$) и указаны градационные критерии степени стрессорности года и риска зимних повреждений:

$$K_{пв} = \sum(K_{в} + K_{л} + K_{по})/N.$$

Градационные критерии:

- *менее 10 отн. ед.* – слабая степень стрессорности, благоприятный водно-температурный режим, низкая вероятность зимних повреждений;
- *от 10 до 15 отн. ед.* – средняя степень стрессорности;
- *более 15 отн. ед.* – высокая степень стрессорности водно-температурного режима, значительное ослабление растений, высокая степень риска зимних повреждений

По нашему мнению, использование вышеуказанных коэффициентов стрессорности водно-температурного режима территории позволяет не только своевременно оценить риск в каждый из периодов вегетации, но и, зная предстоящие риски, попытаться соответствующими агротехническими методами и приемами снизить негативные проявления воздействия стрессоров.

Список использованных источников

1. Ткачев, Е. Н. Методы мониторинга результатов воздействия абиотических стрессоров в насаждениях яблони / Е. Н. Ткачев, Е. М. Цуканова // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 2. – С. 17 – 21. DOI: 10.244110235-2451-2019-10205.
2. Цуканова, Е. М. Система диагностики состояния плодовых растений. Экспресс-диагностика функционального состояния растений и оценка эффективности применения технологий / Е. М. Цуканова // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 300 с.
3. Jumrani, K. Impact of elevated temperatures on specific leaf weight, stomatal density, photosynthesis and chlorophyll fluorescence in soybean Photosynth Res, CrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar / K. Jumrani, V. S. Bhatia, G. P. Pandey. – 2017. – 131(3). – P. 333 – 350.
4. Tsukanova, E. Altered climate dynamics in the East-European forest-steppe incites fruit-plants injury / E. Tsukanova, E. Tkachev. – 2019. IOP.: Earth Environ. Sci. 226 012034.

Tsukanova E. M.

FSBSci “I. V. Michurin Federal Scientific Center”, Michurinsk, Russia

CALCULATION OF THE DEGREE OF STRESS IN THE WATER-TEMPERATURE REGIME OF THE GROWING SEASON AS A METHOD FOR ASSESSING THE RISK OF WINTER DAMAGE TO FRUIT PLANTS

Abstract. The article considers the possibility of assessing the risk of winter damage to fruit plants (on the example of an apple tree) by calculating the degree of stress in the water-temperature regime of the growing season. Calculation formulas and gradation criteria are given.

Keywords: monitoring, stress, water-temperature regime, fruit plants, damage

References

1. Tkachev, E. N. Methods of monitoring the results of the impact of abiotic stressors in apple plantations / E. N. Tkachev, E. M. Tsukanova // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2019. – V. 33. – No. – 2. – P. 17 – 21. DOI: 10.24411 / 0235-2451-2019-10205.
2. Tsukanova, E. System for diagnosing the state of fruit plants. Express diagnostics of the functional state of plants and evaluation of the effectiveness of technology / E. Tsukanova. (LAP LAMBERT Academic Publishing). 2011.
3. Jumrani, K. Impact of elevated temperatures on specific leaf weight, stomatal density, photosynthesis and chlorophyll fluorescence in soybean Photosynth / K. Jumrani, V. S. Bhatia, G. P. Pandey. – 2017. Res, 131 (3). – P. 333 – 350 CrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar.
4. Tsukanova, E. Altered climate dynamics in the East-European forest-steppe incites fruit-plants injury / E. Tsukanova, E. Tkachev. – 2019. IOP.: Earth Environ. Sci. 226 012034.

УДК 681.2.083

Рязанов И. В.¹, Балабанов П. В.¹

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

¹ (Тел. 8(953)7046875, e-mail: senior.ryazanov2012@yandex.ru),² (Тел. 8(953)1234116, e-mail: pav-balabanov@yandex.ru)

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ ПЛАСТИН ХЕМОСОРБЕНТА

Аннотация. Предложена система технического зрения для теплового контроля пластины хемосорбента, основанного на зависимости мощности тепловыделений в фильтрующе-поглощающих элементах от кинетики поглощения диоксида углерода и выделения кислорода. Проведены эксперименты, где хемосорбент в форме пластины обдували газовой смесью и регистрировали его температуру с помощью тепловизора. По экспериментальным данным, а также при помощи разработанной математической модели найдены корреляционные зависимости между температурой поверхности пластины и ресурса защитных свойств хемосорбента.

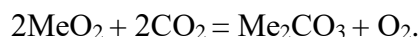
Ключевые слова: фильтрующе-поглощающие элементы, система технического зрения, ресурс защитных свойств, диоксид углерода, метод контроля.

Для очистки воздуха от вредных примесей требуются коллективные и индивидуальные средства защиты. Очистка осуществляется в герметичных объектах – бункерах, подводных лодках, летных кабинах и т.д.

Для восстановления состава атмосферы, пригодной для жизнедеятельности человека, в составе средств защиты используются вещества, способные поглощать диоксид углерода и пары воды, а также выделять кислород. К их числу относятся надпероксиды щелочных и щелочноземельных металлов, сформованные в виде фильтрующе-поглощающих элементов (ФПЭ) – гранул, таблеток, блоков и пластин.

При длительной эксплуатации средств защиты необходима своевременная замена ФПЭ при исчерпании их ресурса защитных свойств (РЗС). Однако в силу сложности оценки остаточной величины РЗС ФПЭ в процессе эксплуатации, время замены регламентируют из расчета нагрузки по выделению кислорода и поглощению диоксида углерода, или замену осуществляют при достижении заданных концентраций CO_2 в защищаемом объеме. Однако поскольку изменениям концентраций в защищаемом объеме присуща инерционность, существенная зависимость от физиологического состояния человека, видов деятельности, то существуют риски несвоевременного принятия решений о замене ФПЭ. Поэтому существует проблема принятия неверных решений при замене ФПЭ. Для ее решения необходим оперативный метод контроля их РЗС.

Известно [1, 2], что процесс регенерации воздуха (поглощения диоксида углерода и обогащения кислородом) в замкнутом объеме с использованием надпероксидов щелочных и щелочноземельных металлов является экзотермическим и протекает по следующему механизму:



где Me – обозначение металлов (Na, K, Li).

Для контроля процессов сорбции часто используют тепловые методы.

Известен метод [3], заключающийся в определении изменения температуры поверхности сорбента при прохождении через него паровоздушной смеси с поглощаемым компонентом и регистрации изменения температуры выходящего очищенного от загрязняющих веществ паровоздушного потока. Известен также метод автоматизированного неразрушающего контроля свойств ФПЭ [4], который включает в себя измерение температуры, контроль теплового эффекта процесса сорбции при поглощении углеродными сорбентами газо-воздушной смеси с эталонными веществами в динамических условиях.

Целью работы является проверка возможности использования тепловых методов для контроля ресурса защитных свойств пластин хемосорбента, работающих в условиях конвективного обдува очищаемым воздухом. Под РЗС мы понимаем величину, определяемую как отношение текущего содержания химически связанного кислорода в ФПЭ к начальному содержанию, определенному на момент начала процесса регенерации воздуха.

Для реализации метода разработана система технического зрения (рис. 1), состоящая из объекта контроля 1 – пластины ФПЭ, прибора, регистрирующего температуру ФПЭ; 2 – тепловизора Flir A 320, закрепленного на штативе 3 и персонального компьютера 4 для обработки данных.

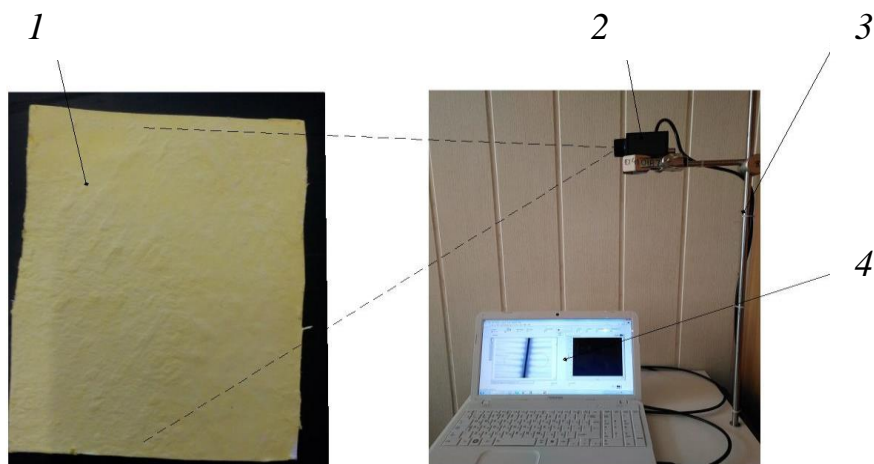


Рис. 1. Схема системы технического зрения

Проведены эксперименты, в которых ФПЭ на основе надпероксида калия в форме пластины размерами 100×100×2 мм помещали в герметичную камеру, где поддерживалась заданная концентрация диоксида углерода, влажность, температура. В результате химической реакции поглощения диоксида углерода и паров воды из очищаемого воздуха пластина нагревалась и с помощью тепловизора регистрировали среднюю по ее

поверхности температуру. Кроме этого, через заданные промежутки времени отбирали пробу на содержание φ массовой доли химически связанного кислорода в ФПЭ [5]. Это позволяло вычислить РЗС по формуле

$$\text{РЗС} = \varphi/\varphi_0,$$

где φ_0 – начальная массовая доля химически связанного кислорода в единице объема ФПЭ.

Пример полученных графиков зависимости РЗС от времени и температуры при концентрациях CO_2 1 и 4%, относительной влажности 82% и температуре 21,8 °С представлен на рис. 2.

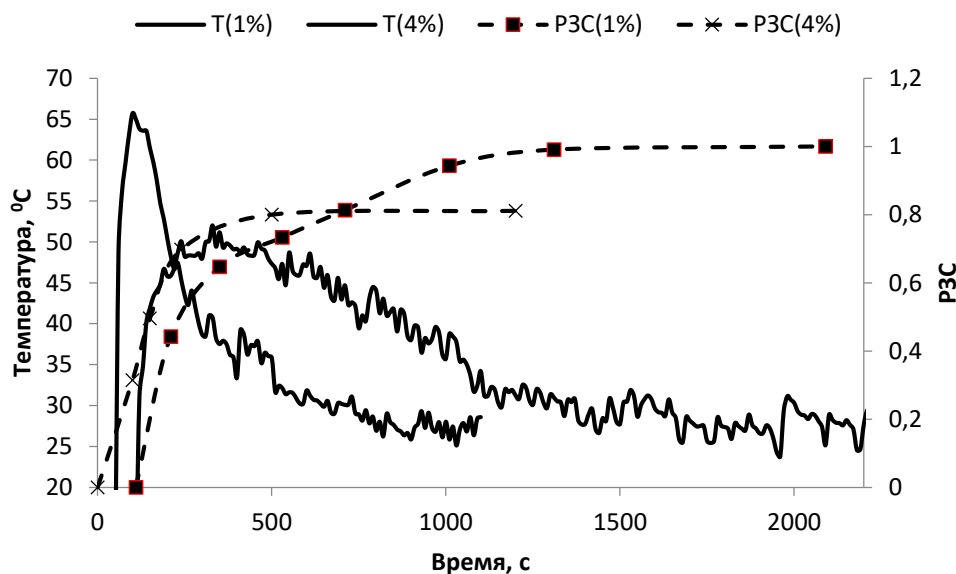


Рис. 2. Экспериментальные зависимости температуры и РЗС от времени при относительной влажности 82% и температуре 21,8 °С

В результате анализа экспериментальных кривых, представленных на рис. 2, получили корреляционные зависимости между РЗС и безразмерной температурой $x = T/T_{\max}$ (T_{\max} – максимальная температура на поверхности пластины за весь период измерения), имеющие вид:

– для концентрации CO_2 – 4%

$$\text{РЗС} = -0,7211x^3 + 0,2111x^2 - 0,1934x + 0,8978;$$

– для концентрации CO_2 – 1%

$$\text{РЗС} = 4,3399x^3 - 10,822x^2 + 7,9498x - 0,8205.$$

Полученные зависимости могут быть использованы для экспрессного определения РЗС по измеренной температуре поверхности ФПЭ в форме пластины. Недостатком исследуемого способа определения РЗС является необходимость учета условий теплообмена на поверхности ФПЭ, поскольку температура поверхности пластины существенно зависит от параметров окружающей среды и описывается уравнением теп-

лопереноса в неограниченной пластине с внутренними источниками тепла при граничных условиях третьего рода [6]

$$\Theta = \frac{T(x, \tau) - T_0}{T_c - T_0} = 1 - \frac{Po}{Pd} \left[1 - \frac{\cos \sqrt{Pd} \frac{x}{R}}{\cos \sqrt{Pd} - \frac{1}{Bi} \sqrt{Pd} \cos \sqrt{Pd}} \right] \times \exp(-PdFo) - \sum_{n=1}^{\infty} \left(1 - \frac{Po}{Pd - \mu_n^2} \right) A_n \cos \mu_n \frac{x}{R} \exp(-\mu_n^2 Fo),$$

где $T(x, \tau)$, T_0 , T_c – температура пластины, начальная температура, температура среды, соответственно; x , τ – пространственная координата и время, соответственно; R – половина толщины пластины; $Po = \frac{wR^2}{\lambda(T_c - T_0)}$; λ – теплопроводность пластины; Bi – число Био, характеризующее условия теплообмена на поверхности пластины; $Fo = a\tau / R^2$; a – температуропроводность пластины; μ_n – корни уравнения $\text{ctg} \mu_n = \mu_n / Bi$; A_n – характеристические амплитуды; $Pd = \frac{k}{a} R^2$ – критерий Предводителя.

На рисунке 3 показаны расчетные и экспериментальные зависимости во времени температуры на поверхности пластины. Погрешности расчета температуры по математической модели существенно зависят от числа Bi , мощности источников тепла w .

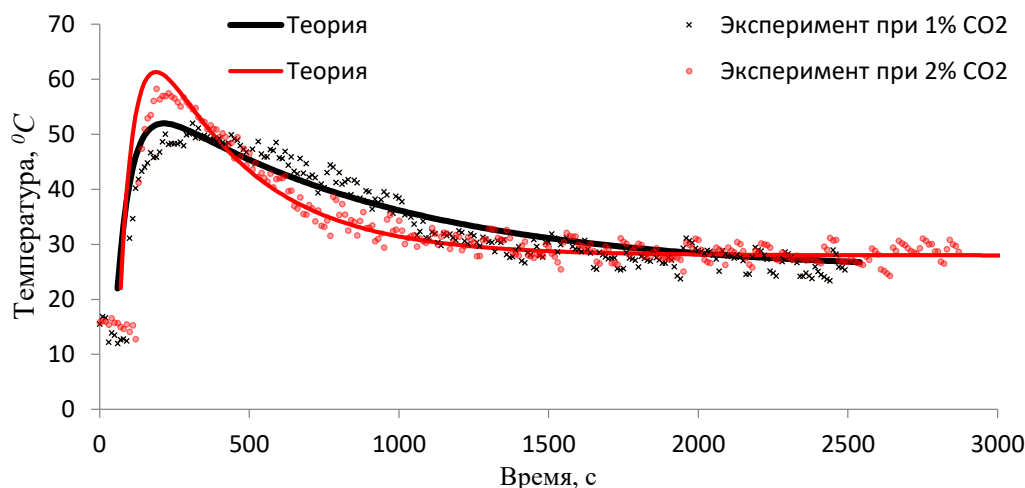


Рис. 3. Экспериментальные и теоретические кривые зависимости температуры от времени

Поэтому для определения РЗС ФПЭ в форме пластины, работающей в условиях естественной или принудительной конвекции, требуется учет условий теплообмена на поверхности пластины, что ограничивает возможности существующих тепловых методов контроля.

Список использованных источников

1. Фритц, Д. Количественный анализ / Д. Фритц, Т. Шенк. – М. : Мир, 1978. – 457 с.
2. Брунере, В. Я. Определение кислорода в перекисных соединениях / В. Я. Брунере, А. Н. Докучаева. – Изв. Латв. ССР. – 1990. – Сер, хим. № 6. – С. 693. – 457 с.
3. Пат. 2650426 РФ, МПКG01N 25/48. Установка для неразрушающего контроля поглощающих сорбентов / Б. В. Серебренников, С. В. Солошин и др. – 2018.
4. Пат. 2419783 РФ, МПКG01N 25/48. Способ автоматизированного неразрушающего контроля теплофизических свойств фильтрующе-поглощающих систем / С. Н. Кандрашов, С. В. Солошин, Н. А. Дубовицкий и др. – 2011.
5. Балабанов, П. В. Метод и установка для лабораторных испытаний ресурса защитных свойств пластины хемосорбента / П. В. Балабанов, И. В. Рязанов. – Севастополь : ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 2020. – С. 1013 – 1018.
6. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – М. : Изд.-во «Высшая школа», 1967. – С. 327 – 333.

Ryazanov I. V.¹, P. V. Balabanov²

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

¹(Тел. 8(953)7046875, e-mail: senior.ryazanov2012@yandex.ru),

²(Тел. 8(953)1234116, e-mail: pav-balabanov@yandex.ru)

**VISION SYSTEM FOR A THERMAL
CONTROL PLATE CHEMICAL ADSORBENT**

Abstract. A technical vision system is proposed for thermal monitoring of a chemisorbent plate based on the dependence of the power of heat release in filter-absorbing elements on the kinetics of carbon dioxide absorption and oxygen release. Experiments were carried out where a chemisorbent in the form of a plate was blown with a gas-air mixture and its temperature was recorded using a thermal imager. According to experimental data, as well as using the developed mathematical model, correlations between the surface temperature of the plate and the resource of the protective properties of the chemisorbent are found.

Keywords: filtering and absorbing elements, the system of technical vision, a resource to the protective properties of carbon dioxide, the method of control.

COMPUTER VISION SYSTEM, FOR APPLE CONTROL

Project summary. The design of a robotic system for rejecting defective apples transported on a roller conveyor is presented. To detect defects in the surface of apples, the analysis of their spectrograms, obtained in the range of 400...1000 nm, is used. The possibility of classifying different regions of interest (intact and damaged rot, scab, fruit-bearing surfaces of apples as well as conveyors) by the Principal Component Analysis method has been investigated. In selecting the optimal spectral domain for cluster analysis, spectrograms obtained in different spectral ranges were used, including Vis-NIR (400-1000 nm), NIR (780-1000 nm), and Vis (400-780 nm). The main component method showed that to successfully classify the area of the conveyor that is intact, rotten and damaged by the fruit-bearing tissues of the apples, it is necessary to use spectrograms in the 400 range. 1000 nm.

Keyword: computer vision, robotic system, sorting out, hyperspectral control, Principal component analysis methods.

Computer Vision systems are actively implemented in various areas of human activity. In agriculture, they are used for automated quality control of fruits and vegetables, which is explained by the ability to quickly detect defects, particularly rot, at the early stages of its occurrence [1]. The basis of computer vision systems is algorithms of image processing of control objects. The efficiency of the algorithms is determined by the percentage of errors at detection of defects and by the speed. The well-known algorithms are based on machine learning methods [2, 3], e.g., reference vectors (SVM), nearest neighbors (KNN) and others.

We offer a robotic system of apple sorting, which allows detecting defects of apple surface (rotten, scabby, damage from agricultural pests) and rejecting them (figure 1).

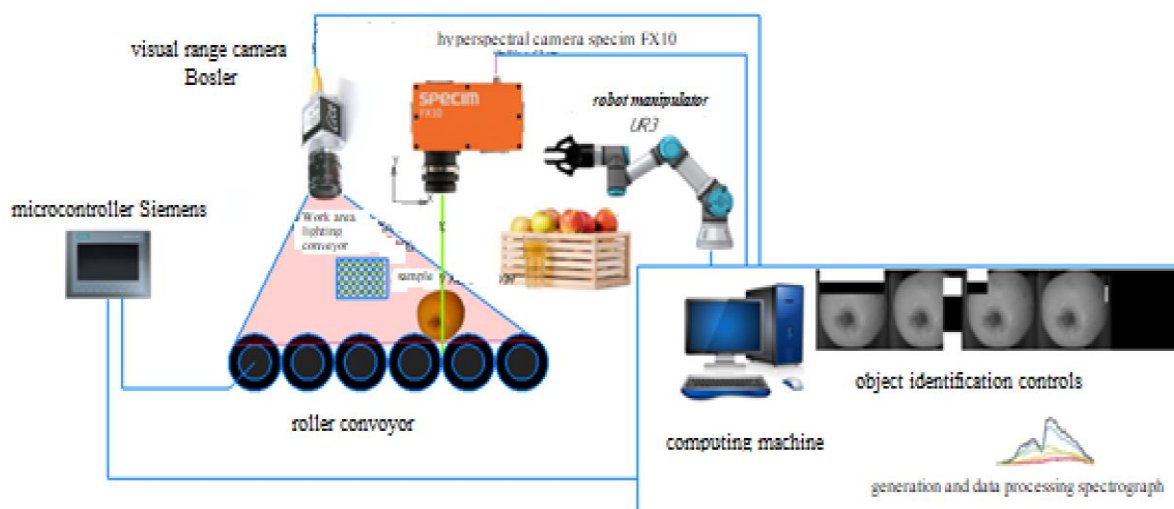


Fig. 1. Automatic fruit control system

With the help of a microcontroller Siemens SIMATIC S7-1200 controlled roller conveyor carrying apples in the sorting out zone. In the sorting out zone installed two cameras: visible range Basler and hyperspectral Specim FX10. The developed software determines the coordinates of the apple, the surface of which contains defects in the form of rot, scabies and other phytosanitary diseases. The defective apple is rejected by the manipulator. micro-computing of hyperspectral camera allows determining the type of an apple surface defect. The algorithms implementing the first group of methods provide for processing of images obtained in the visible, near infrared, and IR spectral regions. The range of 400-1000 Nm is doting used to detect rotten apples or citrus fruit [6]. Within this range, the most contrasting images obtained at given wavelengths (467, 575, 625, 684, 750, 813, 962 nm [7]) are selected. However, for different types of defects, and even for defects of the same type, different authors give different wavelength ranges on which it is rational to detect them. In our opinion, the choice of specific wavelengths is due to different approaches to image processing, different physical and chemical properties of control objects and defects. In addition, as the fruit matures its color changes, and therefore the intensity of reflected light. This is largely due to the fact that the monomeric form of chlorophyll is directly involved in photosynthesis, the amount of which in fruits in the process of their development decreases by the end of vegetation [8]. That is why the methods of the second group, which provide for the use of vegetation indices [9] in spectrogram processing, have been developed. Index images are often used to work with spectral information [10]. Knowing the relationship between the spectral characteristics and the state of the fruit plant tissue, it is possible to use their hyperspectral images to identify their variety, as well as to control defects, the degree of maturation, fading, and so on. The advantage of vegetative indices can be considered a wide range of tasks to be solved and Principal Component Analysis Method (PCA) was applied to written into Matrice X, Dimension of i rows determined by the number of spectrogram samples and j columns determined by spectral range and resolution (actually the wavelengths on which the measurements are made). The purpose of the PCA was to test the classification of available spectrogram samples. The essence of PCA method is to introduce new variables t_α ($\alpha = 1...A$), called main components [12]. They represent a linear combination of the initial variables X_j and are defined by the expression $t_\alpha = p_{\alpha 1}X_1 + \dots + p_{\alpha j}X_j$. By means of the introduced variables, matrix X is represented by the product of two matrices T and P ($X=T \cdot P^t$), called scores and loadings, respectively [13]. In the scores chart, each sample is represented in coordinates (t_i, t_j). Most often $i = 1, j = 2$, denoted by PC1 and PC2, respectively. Proximity of points in the graphs means that there is a mutual correlation. Thus, the projections on the PC1, PC2 axis of spectrogram samples with similar features will form clusters. The presence of clusters on the graphs in coordinates PC1, PC2 will allow to conclude about the possibility of classification of spectrogram samples. The load diagram is used to determine key wavelengths at which specific features of spectrograms are observed (e.g. local extrema). In this graph, each variable x_j is displayed as a point in coordinates (p_i, p_j). The Matlab2016 package and the pca function [loadings, scores] = pca(X) were used to cal-

calculate the count and load matrices. In this research, the Principal Component Analysis method was used to determine the possibility of classifying defects based on spectrograms obtained for different regions of interest. In total, 12500 spectrogram samples were obtained, including 1800 samples of conveyor spectrograms, 1700 normal tissue spectrogram samples and 2000 rotten tissue spectrogram samples. Each of the samples was manually labelled to allow for classification. Figure 2 shows scattering diagrams of projections of spectrogram samples of three classes (conveyor, normal and rotten apple tissue) on the PC1, PC2 axis (first and second main components), respectively. In order to determine the optimal spectral area for cluster analysis we used spectrograms obtained in PC1, PC2 axis (first and second main components). Different spectral ranges, including visible-underlying (Vis-NIR) 400-1000 nm, near-infrared (NIR) 780-1000 nm, visible (Vis) 400-780 nm.

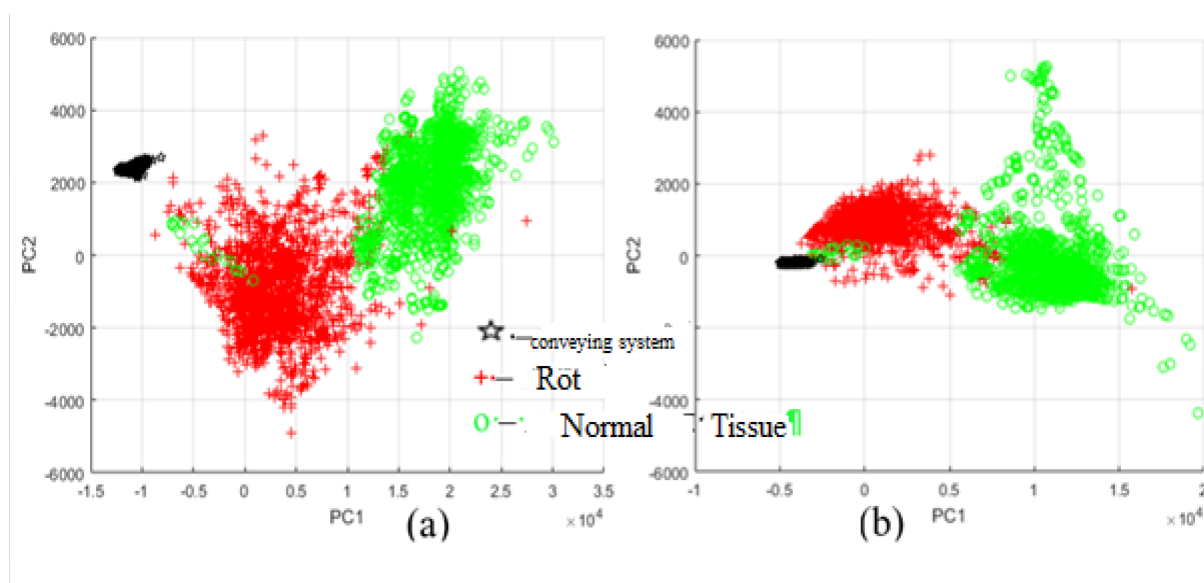


Fig. 2. Principal component analysis method in Vis-NIR (a) and Vis (b) ranges

As it can be seen from figure 2a, spectrogram samples corresponding to the conveyor class in the Vis-NIR region are well separated from other spectrogram samples. The points, coordinates of which are projections of normal tissue and rotten tissue spectrogram samples, also form well distinguishable clusters. Figure 2 also shows individual points of normal tissue class lying in the region of rotten tissue class and vice versa. This is due to mistakes made in labeling the specimens. The area of an apple containing a stalk and sepals is not defective. Analysis of the results of PCA application showed that in the visible range corresponding to green-orange color (500...630 nm), the samples of spectrograms corresponding to the class of stem form a separate cluster, which differs from the normal tissue and rot (figure 3). Therefore, the Vis-NIR and Vis-G spectral regions were selected for further analysis.

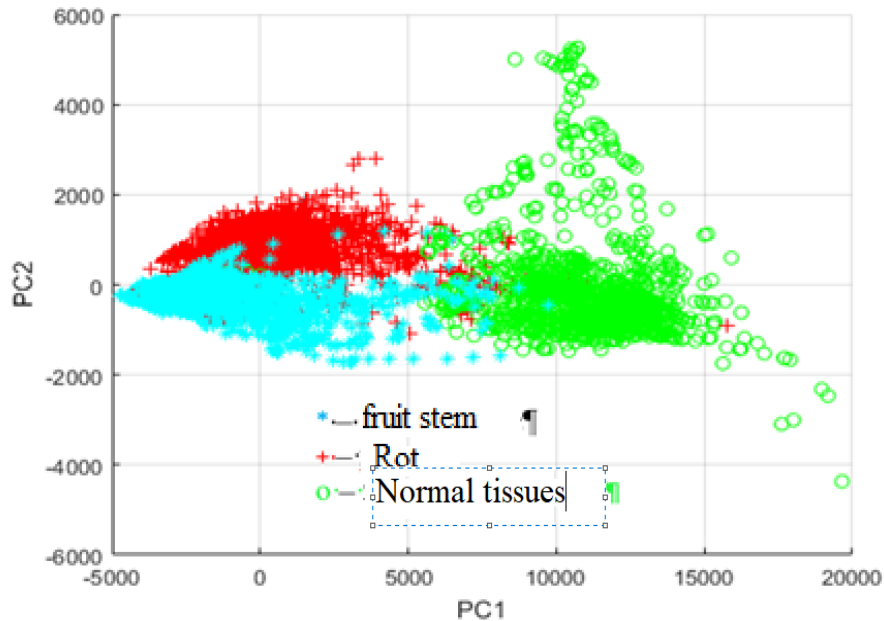


Fig. 3 Principal component analysis to Classify 3 Clusters in the Vis-G Range

However, the use of all 224 images in the Vis-NIR spectral domain may not be appropriate. Several key wavelengths influencing the classification results can be found. Figure 4 shows the load-to-wavelength mapping for PC4. The local extremes on the graph correspond to the wavelengths that add more weight to the resulting spectrogram. Thus, the most informative images of the region of interest were obtained at wavelengths of 566 nm, 639 nm, 679 nm, 709 nm, 962 nm.

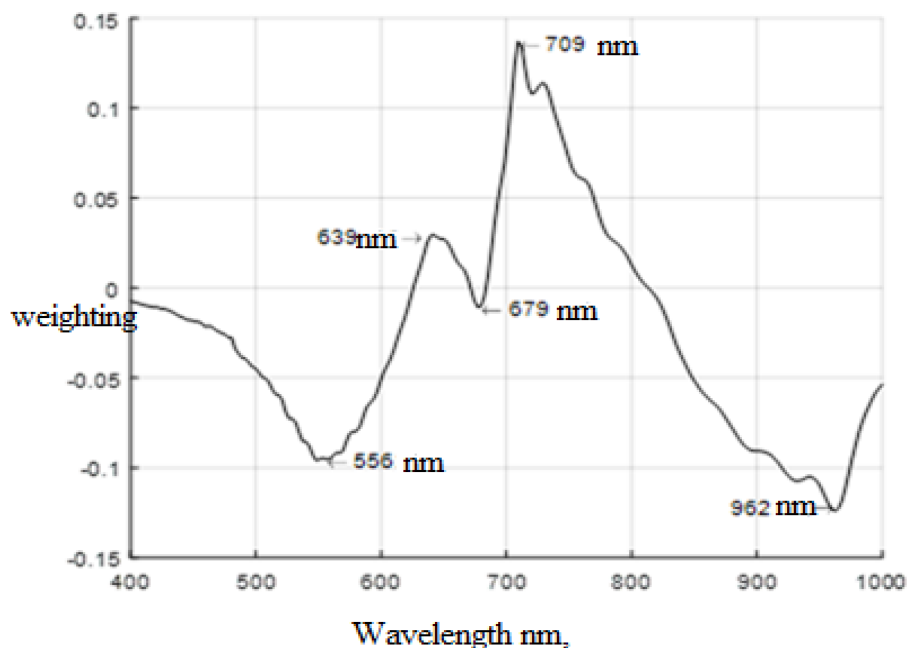


Fig. 4. Load curve derived from the fourth main Principal component analysis (PC4) of the Vis-NIR spectral domain

The reflection intensity at the specified wavelengths can be used to classify defects. However, the defects of the apple tissue caused by scab could not be classified by the PCA method. The points whose coordinates are projections of samples of spectrograms of tissues containing the specified defects do not form a separate cluster but are located in the peduncle region. In order to exclude the capstems from defect detection zones, it is possible to use a combined defect search where, in addition to the use of spectrogram analysis, the visual search for the capstems is carried out using convergent neural networks.

Reading list

1. Buslov E. Yu., Zon B. A., Kornienko A. V. Optical method of sorting table marke according gluten content // Journal of optical technology. – 2010. – No. 77(6). – P. 391 – 393.
2. Bhargava A., Bansal A. Automatic Detection and Grading of Multiple Fruits by Machine Learning // Food Analytical Methods. – 2019. – No. 13(3). – P. 751 – 761.
3. Liakos K. G., Busato P., Moshou D. Machine Learning in Agriculture: A Review // SENSORS. – 2018. – No. 18(8). – P. 138 – 146.
4. Li J. B., Luo W., Wang Z., Fan S. Early detection of y on apples using hyperspectral reflectance g principal combining analysis and improved watershed segmentation method// Postharvest Biology and Technology. – 2019. – 149. – P. 235 – 246.
5. Merzlyak M. N., Solovchenko A. E., Gitelson A. A. Reflectance spectral features and non-destructive estimation of chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content in apple fruit // Postharvest Biology and Technology. – 2003. – No. 27(2). – P. 197 – 211.
6. Huang W. Q., Li J. B., Wang Q. Y., Chen L. P. Development of a multispectral g system for online detection of bruises imaginon apples // Food Eng. – 2015. – 145. – P. 62 – 71.
7. Baranowski P., Mazurek W., Wozniak J., Wozniak J., Majewska U. Detection of early bruises in apples using Hyperspectral data and thermal imaging // Food Eng. – 2012. – No. 110(3). – P. 345 – 355.
8. Tuccio L., Agati G., Grassini G. Non-destructive fluorescence for sensing applications in precision viticulture // International Conference on Biophotonics (Biophotonics). – 2015. – P. 79 – 82.
9. Mousaei Sanjerehei M. Assessment of spectral vegetation indices for estimating vegetation cover in arid and semiarid shrublands // Range Management and Agroforestry. – 2014. – No. 35(1). – P. 91 – 100.
10. Cohen W. B., Maersperger T. K., Gower S. T., Turner D. P. An improved strategy for regression of biophysical variables and Landsat ETM+ data // Remote Sensing of Environment. – 2003. – No. 84(4). P. 561-571.
11. Crippen R. E. Calculating the vegetation index faster // Remote Sensing of Environment. – 1990. – 34. – P. 71 73.
12. Roweis S. EM Algorithms for PCA and SPCA // In Proceedings of the 1997 Conference on Advances in Neural Information Processing Systems. – 1998. – 10. – P. 626 – 632.
13. Jolliffe I. T. Principal Component Analysis. – 2nd ed., Springer. 2002.

УДК 004.93

Лысов Д. А.¹, Гулак А. М.²

Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия

¹ (Тел. +7(910)3305433, e-mail: lysovdmitriia@gmail.com),² (Тел. +7(950)6972020, e-mail: Alexey.Gulak@yandex.ru)

АЛГОРИТМЫ И МОДЕЛИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Аннотация. Обозначены базовые алгоритмы классификации признаков изображения лица в постановке задачи детектирования, рассмотрены некоторые методы выделения и моделирования информативных признаков цифровых изображений, таких, как метод гибкого сравнения на графах, скрытые Марковские модели, активные модели формы, показаны основные сложности, связанные с разработкой систем распознавания лиц. Кратко описаны некоторые способы предварительной обработки изображений перед вычислением признаков, а также постобработка, позволяющей снизить влияние факторов пространственного положения лица.

Ключевые слова: распознавание лиц, выделение информативных признаков, классификация признаков изображений, проблемы распознавания лиц.

В последнее время исследование и практическое применение распознавания лиц вызывает все больший интерес как со стороны коммерческих структур различной направленности, так и со стороны государства.

Под распознаванием лиц чаще всего понимают набор различных задач, например, определение и выделение лица на фотографии или в видеопотоке, определение возраста и пола, поиск и обнаружение нужного человека среди большого количества изображений, проверка и обоснование того, что на двух фотографиях изображен один и тот же человек. Все эти задачи можно свести к задачам идентификации и верификации. Задача идентификации решается поиском ближайшего вектора признаков, а верификация реализуется введением порога расстояний между векторами признаков.

Почти все современное программное обеспечение на основе биометрии лица использует машинное обучение. Алгоритму распознавания лиц обучаются на больших наборах данных с размеченными изображениями лиц. Объем, качество и природа этих наборов существенно влияют на качество машинного обучения и точность решения стоящей перед системой распознавания лиц задачи.

Разработано и внедряется большое количество систем распознавания лиц, поэтому перед потенциальным покупателем или пользователем стоит непростая задача выбора одного из вариантов системы путем сравнения имеющихся аналогов по различным критериям. Один из таких критериев – применяемый способ определения (детектирования) лиц на изображениях. Под детектированием лиц на изображении понимают локализацию тех областей изображения, на которых предположительно содержатся лица людей.

В качестве границ областей изображения, содержащих лица, чаще всего подразумевается минимальный описывающий прямоугольник. Наиболее простым для верного

определения и распознавания является фронтальное положение лица с небольшими поворотом, наклоном или отклонением головы.

Методы вычисления признаков изображения – один из важнейших аспектов распознавания визуальных образов. Под признаками можно понимать произвольные атрибуты (дескрипторы) изображения, полученные в результате обработки исходных данных, которыми служат значения пикселей. В простейшем случае такими дескрипторами изображения можно принять значения яркости или цвета пикселей, составляющих изображение.

Существует много различных примеров классификации признаков изображения по типу, но обычно выделяют три основные категории: яркостные, текстурные и геометрические. Яркостные признаки базируются на перепадах яркости в пикселях. Геометрические признаки описывают фрагменты фигур и контуров, присутствующих на изображении, а также некоторые их характеристики. Являются признаками более высокого уровня по отношению к яркостным признакам. Текстурные признаки описываются с помощью повторяющихся базовых элементов текстур и могут вычисляться с помощью яркостных признаков.

Человеческое лицо – сложный для описания объект и поэтому может быть описано с использованием сразу всех типов признаков.

Рассмотрим некоторые модели, методы и подходы, используемые для детектирования лиц.

1. Метод гибкого сравнения на графах (Elastic graph matching).

Суть метода сводится к гибкому сопоставлению графов, описывающих изображения лиц. Лица представляются в виде графов со взвешенными вершинами и ребрами. При детектировании и распознавании один из графов (эталонный) остается неизменным, в то время как другой деформируется с целью наилучшей подгонки к первому. В подобных системах распознавания графы могут представлять собой как прямоугольную регулярную решетку (рис. 1, а), так и структуру, образованную характерными (антропометрическими) точками лица (рис 1, б).

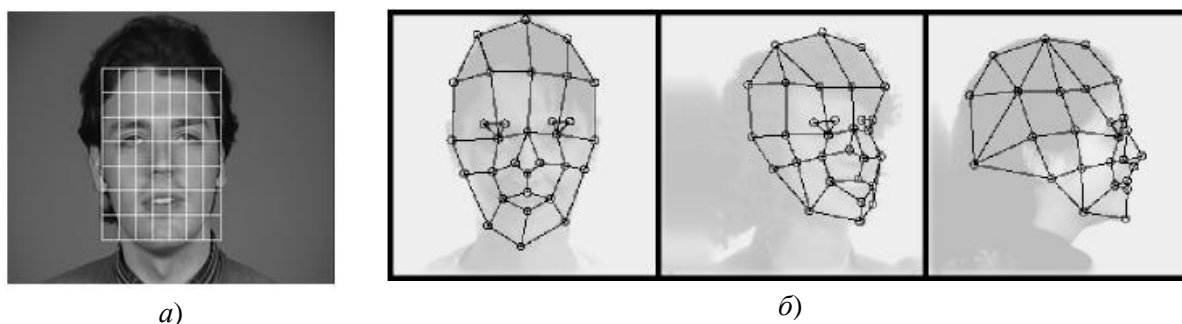


Рис. 1. Структуры графа для распознавания лиц

В вершинах графа вычисляются значения признаков, чаще всего используют комплексные значения фильтров Габора или их упорядоченных наборов, которые вычисляются в некоторой локальной области вершины графа.

Ребра графа взвешиваются расстояниями между смежными вершинами. Различие (расстояние, дискриминационная характеристика) между двумя графами вычисляется при помощи некоторой ценовой функции деформации, учитывающей как различие между значениями признаков, вычисленными в вершинах, так и степень деформации ребер графа.

Деформация графа происходит путем смещения каждой из его вершин на некоторое расстояние в определенных направлениях относительно ее исходного местоположения и выбора такой ее позиции, при которой разница между значениями признаков (откликов фильтров Габора) в вершине деформируемого графа и соответствующей ей вершине эталонного графа будет минимальной. Данная операция выполняется поочередно для всех вершин графа до тех пор, пока не будет достигнуто наименьшее суммарное различие между признаками деформируемого и эталонного графов. Значение ценовой функции деформации при таком положении деформируемого графа и будет являться мерой различия между входным изображением лица и эталонным графом. Данная «релаксационная» процедура деформации должна выполняться для всех эталонных лиц, заложенных в базу данных системы. Результат распознавания системы – эталон с наилучшим значением ценовой функции деформации (рис. 2).

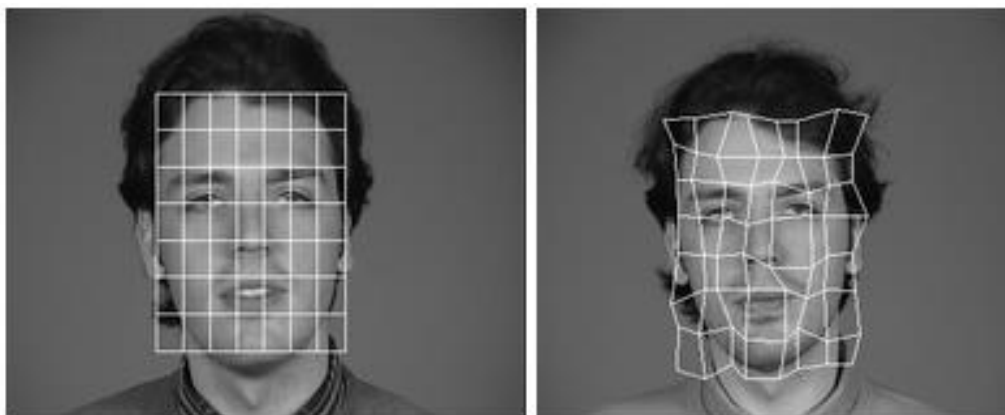


Рис. 2. Пример деформации графа в виде регулярной решетки

Функция подобия с одним джетом в фиксированной позиции и другим с переменной позицией является достаточно гладкой, для того чтобы получить быструю и надежную сходимость при поиске с применением простейших методов таких, как диффузия или градиентный спуск. Более совершенные функции подобия привлекают информацию о фазе. Для различных ракурсов соответствующие ключевые точки отмечаются вручную на тренировочном наборе. Кроме того, чтобы для одного и того же лица представить различные вариации его изображения в одном и том же графе, для каждой точки используются несколько джетов, каждый из которых может соответствовать различным локальным характеристикам данной точки, например, открытому и закрытому глазу.

Процесс распознавания неизвестного лица состоит в сравнении графа изображения лица G^I со всеми остальными графами из набора B при помощи функции подобия

$$S_B(G^I, B) = \frac{1}{N} \sum_n \max_m S_\Phi(J_n^I, J_n^{Bm}) - \frac{\lambda}{E} \sum_e \frac{(\Delta x_e^I - \Delta e_e^B)^2}{(\Delta x_e^B)^2}.$$

Левая сумма характеризует подобие джетов J , вычисленное с применением фазочувствительной функции, правая – топографическое соответствие, которое пропорционально квадрату разности расстояний между соответствующими вершинами сравниваемых изображений, N – количество вершин, E – количество граней, λ – коэффициент относительной важности топографической информации.

В качестве недостатков такого подхода к моделированию лица указываются высокая вычислительная сложность процедуры распознавания, низкая технологичность при запоминании новых эталонов, линейная зависимость времени работы от размера базы данных лиц.

2. Скрытые Марковские модели

Одним из статистических методов распознавания лиц являются скрытые Марковские модели (СММ) с дискретным временем. СММ используют статистические свойства сигналов и учитывают непосредственно их пространственные характеристики. Элементами модели являются: множество скрытых состояний, множество наблюдаемых состояний, матрица переходных вероятностей, начальная вероятность состояний. Каждому соответствует своя Марковская модель. При распознавании объекта проверяются сгенерированные для заданной базы объектов Марковские модели и ищется максимальная из наблюдаемых вероятностей того, что последовательность наблюдений для данного объекта сгенерирована соответствующей моделью.

Широкого коммерческого применения СММ для распознавания лиц не получили из-за имеющихся существенных недостатков:

- необходимо подбирать параметры модели для каждой базы данных;
- СММ не обладает различающей способностью, то есть алгоритм обучения только максимизирует отклик каждого изображения на свою модель, но не минимизирует отклик на другие модели.

Марковские модели – это мощный инструмент моделирования, имеющий в своем распоряжении открытые пространственно-временные характеристики сигналов. Поэтому они широко используются для распознавания речи, а в последнее время и для изображений (в частности, изображений лиц). Каждая модель $\lambda = \langle A, B, \pi \rangle$, представляет собой набор N состояний $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, между которыми возможны переходы. В каждый момент времени система находится в конкретном состоянии. В более часто применяемых Марковских моделях первого порядка полагается, что следующее состояние зависит только от текущего состояния. При переходе в каждое положение генери-

руется наблюдаемый символ, который соответствует физическому сигналу получаемого на выходе из моделируемой системы. Набор символов для каждого состояния $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$, количество символов M . Выход, генерируемый моделью, может быть так же непрерывным. Существуют, кроме того, модели, в которых набор символов для всех состояний одинаков. Символ в состоянии $q_t = S_j$ в момент времени t генерируется с вероятностью $b_{jk} = P(v_k | q_t = S_j)$. Набор всех таких вероятностей составляет матрицу $B = \{b_{jk}\}$.

Входом скрытой Марковской модели служат квадратные участки изображений (рис. 3).

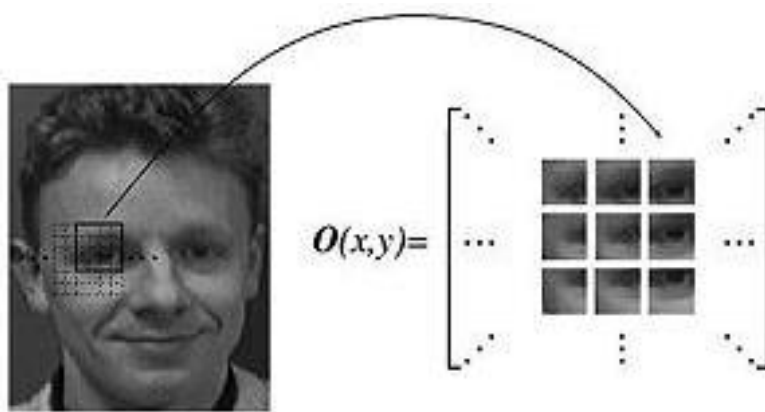


Рис. 3. Извлечение участков-образцов наблюдения

Для скрытой Марковской модели весомое значение имеет первичная инициализация модели. В качестве первичной инициализации всех моделей применяются все изображения из тренировочного комплекта. Вслед за тем модель всякого класса настраивается на собственные изображения.

Процесс работы математического алгоритма анализа изображения с внедрением Марковских моделей можно представить в виде кортежа: $A = \langle \lambda, N, S, V, M, q_t, T, b_{jk}, P \rangle$, где λ – модель процесса распознавания лица, N – набор состояний, S – состояние системы, V – набор символов для каждого состояния, M – количество символов, q_t – символ состояния, T – число наблюдений в последовательности, b_{jk} – вероятность генерации символа состояния, P – вероятность генерации последовательности состояний.

3. Активные модели формы

Суть Активных моделей формы (Active Shape Models, ASM) заключается в учете статистических связей между расположением антропометрических точек. На имеющейся выборке изображений лиц, снятых в анфас, эксперт размечает расположение антропометрических точек. На каждом изображении точки пронумерованы в одинаковом порядке.

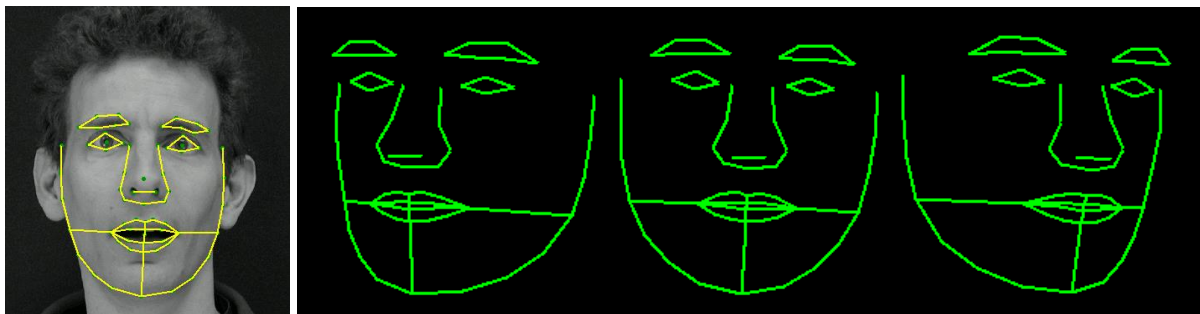


Рис. 4. Пример представления формы лица с использованием 68 точек

Для того чтобы привести координаты на всех изображениях к единой системе, обычно выполняется так называемый обобщенный прокрустов анализ, в результате которого все точки приводятся к одному масштабу и центрируются. Далее для всего набора образов вычисляется средняя форма и матрица ковариации. На основе матрицы ковариации вычисляются собственные вектора, которые затем сортируются в порядке убывания соответствующих им собственных значений. Модель ASM определяется матрицей Φ и вектором средней формы \bar{s} . В этом случае любая форма может быть описана с помощью модели с соответствующими параметрами:

$$b_i = \Phi^T \bar{s}_i = \Phi^T (s_i - \bar{s}).$$

Локализации ASM модели на новом, не входящем в обучающую выборку изображении, осуществляется в процессе решения оптимизационной задачи.

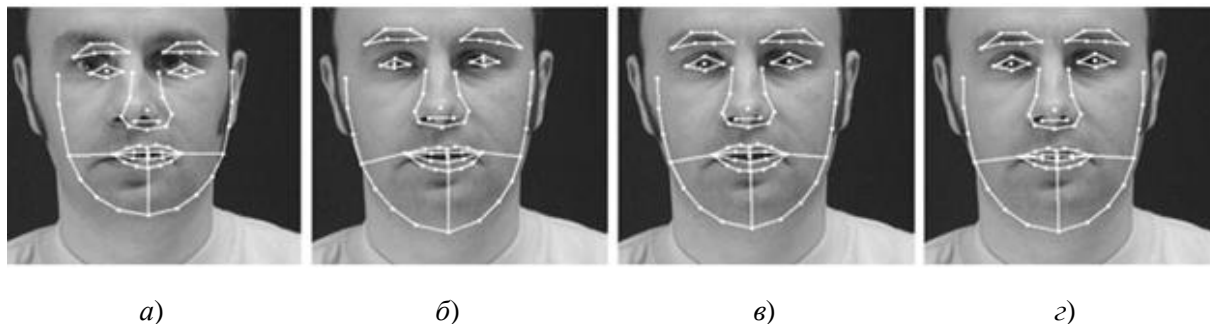


Рис. 5. Иллюстрация процесса локализации модели ASM на конкретном изображении: а – начальное положение; б – после 5 итераций; в – после 10 итераций; г – модель сошлась

К недостаткам идентификации человека посредством методики распознавания лица можно отнести то, что такая система не обеспечивает полной надежности идентификации. Основной трудностью данной технологии является зависимость качества результата распознавания человека по изображению лица от ракурса, положения, освещенности и т.д. [3].

Ошибкой первого рода, возникающей в процессе распознавания лиц, называется такая ситуация, когда объект заданного класса не распознается (пропускается) систе-

мой. Ошибка второго рода, в данном контексте, происходит, когда объект заданного класса принимается за объект другого класса.

В силу вышеперечисленного, использование и внедрение технологий распознавания лиц в различных коммерческих системах и комплексах городского видеонаблюдения является перспективным направлением, а актуализация и совершенствование математического аппарата данной технологии – актуальной задачей.

Список использованных источников

1. Анализ существующих подходов к распознаванию лиц // Компания Синезис. – URL : <https://habr.com/ru/company/synesis/blog/238129/> (дата обращения: 11.09.2020).
2. Лысов, Д. А. Особенности применения алгоритмов распознавания лиц в современном мире. Метод гибкого сравнения на графах / Д. А. Лысов, А. М. Гулак // Международный научно-практический электронный журнал «Моя профессиональная карьера». – Вып. 9. – Т. 2. (февраль, 2020). – С. 124 – 130. ISSN 2658-7998.
3. Лысов Д. А., Гулак А. М. Проблемы применения методик распознавания лиц в системах контроля и управления доступом / Д. А. Лысов, А. М. Гулак // Международный научно-практический электронный журнал «Моя профессиональная карьера». – Вып. 5. – Т. 3. (октябрь, 2019). – С. 111 – 117. ISSN 2658-7998.

Lysov D. A.¹, Gulak A. M.²

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

¹ (Tel. +(910)3305433, e-mail: lysovdmitriia@gmail.com),

² (Tel. +7(950)6972020, e-mail: Alexey.Gulak@yandex.ru)

DETECTION ALGORITHMS AND MODELS IN FACE RECOGNITION SYSTEMS

Abstract. The article describes the basic algorithms for features classifying in face images. The problems of detection are set, some methods for identifying and modeling of informative features in digital images such as the flexible comparison method on graphs, hidden Markov models, and active models are considered. The main difficulties by the development of face recognition systems are revealed. Some methods of images preprocessing before features calculating as well as post-processing that reduces the influence of face attitude are briefly described.

Keywords: face recognition, identification of informative features, classification of features of images, problems of face recognition.

УДК 629.069

Сергеевичев Ю. В., Никулин А. А., Генералова А. А.
 Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
 (Тел. 8(927)3788058, e-mail: generalova_aa@mail.ru)

ИНТЕГРАЦИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА УПРАВЛЕНИЯ РУЛЕВЫМ МЕХАНИЗМОМ ТРАКТОРА В СИСТЕМУ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ

Аннотация. Предложен путь интеграции микроконтроллера Arduino Uno в одноплатный компьютер RaspberryPi 3 для обеспечения управления рулевым механизмом автотракторной техники. Глобальной целью работы является разработка модуля подруливающего устройства для систем параллельного вождения. Arduino Uno осуществляет управление системой подруливания, формирует управляющие сигналы, организует прием и передачу сигналов и контроль работы периферийных подсистем. К Arduino Uno подключены: инерциальная навигация, датчик спутниковой навигации с антенной, и релейный модуль (из 4-х реле). Предлагается протокол обмена данными для микроконтроллера Arduino Uno. Протокол работает по процедуре обмена «запрос-ответ». Ведущий (master) – главный или клиент. Представлен формат кадра, алгоритм контрольной суммы, описание процедуры обмена.

Ключевые слова: подруливающая система, управление, микроконтроллер, шина, передача данных, протокол обмена.

Данная статья является продолжением работ [1 – 5], где авторами предложена математическая модель движения управляемого транспортного средства, позволяющая определять траекторию движения в двумерных координатах и углы ориентации управляемого транспортного средства. Работа была основана на движении машины Дубинса. Также были рассмотрены конструкция подруливающего устройства автотракторной техники и обеспечение спутниковой навигацией наземных объектов.

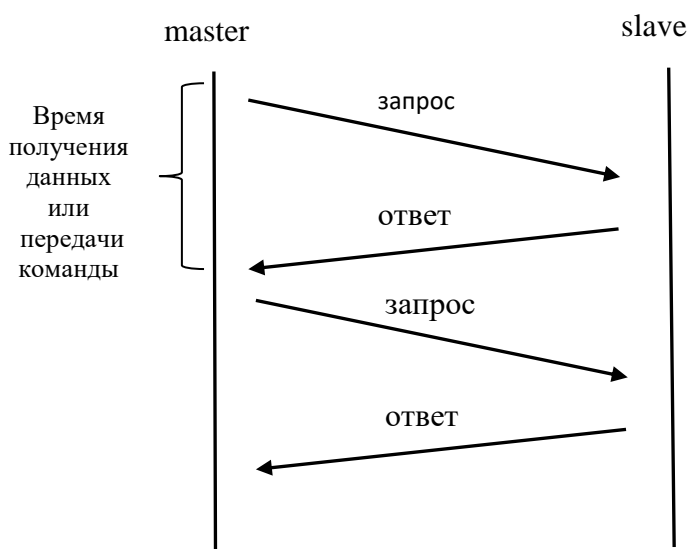


Рис. 1. Схема передачи master-slave

Прикладное программное обеспечение контроллера управляет технологическим процессом в режиме реального времени, в связи с чем оно оперирует актуальными данными, полученными из датчиков и исполнительных устройств, а также из сети в результате коммуникационных запросов на подчиненные устройства. В качестве реализующего протокола разработан специальный протокол обмена. Протокол работает по простейшей процедуре обмена «запрос-ответ». Ведущий (master) – главный или клиент. Master – это устройство, которое направляет запросы, а также получает ответы на них, поступающие от ведомых устройств со статусом slave. В ответ на запрос, полученный от главного устройства, slave формирует ответ и отправляет его инициатору.

Ведущее устройство может направлять команды как одному подчиненному slave, так и нескольким подчиненным одновременно, используя шину (RS485 или CAN).

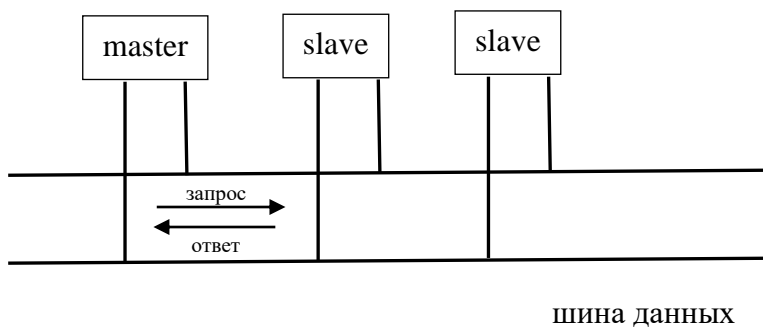


Рис. 2. Передача запросов по шине данных

В режиме Master работает одноплатный компьютер. В данной работе в качестве одноплатного компьютера был взят RaspberryPi 3 (рис. 3).



Рис. 3. Плата RaspberryPi 3

В качестве микроконтроллера в данном проекте выбрана плата Arduino Uno (рис. 4) на контроллере Atmega328P.



Рис. 4. Плата Arduino Uno

Физически данные передаются через USB. Программно на одноплатном компьютере создан виртуальный последовательный порт (COM-порт). Для этого на него было установлено специальное ПО. На микроконтроллере имеется один аппаратный последовательный порт. Сигнал последовательного порта из физического формата TTL преобразуется в USB с помощью микросхемы 16U2. В дальнейшем физический уровень USB может быть при необходимости заменен на родной для автомобильной и тракторной промышленности интерфейс CAN.

Пакет запроса

№	Назначение	Размер (байт)
1	Адрес подчиненного устройства	1
2	Команда протокола	1
3	Передаваемые в микроконтроллер данные	Размер зависит от команды
4	Контрольная сумма	2

Пакет ответа

№	Назначение	Размер (байт)
1	Адрес подчиненного устройства	1
2	Команда протокола	1
3	Передаваемые в одноплатный компьютер данные	Размер зависит от команды
4	Контрольная сумма	2

Поле адреса подчиненного устройства в данный момент фактически не используется, так как топология связи один-к-одному. Поле введено на перспективу, когда на шине будет несколько подчиненных устройств.

Контрольная сумма протокола рассчитывается следующим образом:

```

unsigned short ErrorControlCRC (
    unsigned char * Buffer,
    unsigned int Size
)
{
    unsigned intFlag,i,j;
    unsigned short COD;
    COD=0xFFFF;
    for (i=0;i<Size;i++)
    {
        COD^=Buffer[i];
        for (j=0;j<8;j++)
        {
            Flag=COD&01;
            COD=(COD>>1)&0177777;
            if (Flag) COD^=0xA001;
        }
    }
    return (COD);
}

```

Arduino Uno осуществляет управление системой подруливания, формирует управляющие сигналы, организует прием и передачу сигналов и контроль работы периферийных подсистем. К Arduino Uno подключены: инерциальная навигация, датчик спутниковой навигации с антенной, и релейный модуль (из 4-х реле). Сам двигатель и реле питаются от аккумулятора. Arduino Uno только управляет реле (рис. 5).



Рис. 5. Подключение устройств подруливающего устройства

К RaspberryPi 3 кроме Arduino Uno подключен сенсорный LCD-дисплей по HDMI и блок питания, от которого питается RaspberryPi 3, также подключена камера по интерфейсу CSI.

Протокол обмена данными контроллера подруливающего устройства с блоком управления организован в виде master–slave (ведущий–ведомый). Ведущее устройство (блок управления, далее именуемый master) отправляет команду ведомому устройству (контроллеру, далее именуемому slave) команду – байт данных, slave в свою очередь обрабатывает команду и если она имеется в списке команд, которые он может обработать, выполняет соответствующие действия.

На данный момент контроллер обрабатывает 3 команды.

Запрос на получение текущих данных с подключенных к контроллеру устройств (гироскопа, акселерометра, магнитометра, датчика спутниковой связи). В качестве такого запроса выступает следующий байт: 0×57 .

Команда иницирующая переключение ряда реле в положение, позволяющее электродвигателю подруливающего устройства вращаться в направлении, совпадающем с направлением движения часовой стрелки. В качестве такой команды выступает следующий байт: 0×52 .

Команда иницирующая переключение ряда реле в положение, позволяющее электродвигателю подруливающего устройства вращаться в направлении, противоположном направлению движения часовой стрелки. В качестве такой команды выступает следующий байт: $0 \times 4C$.

Так как процесс инициации переключений реле не включают в себя дальнейшую отправку на устройство master какой-либо информации, далее будет рассмотрен процесс и структура получения master данных с устройств, подключенных к slave.

По получении запроса на получение данных, slave опрашивает устройства на получение текущих показателей, кроме датчика gps-сигнала, который опрашивается раз в секунду в соответствии с заданными параметрами обмена данными с датчиком gps-сигнала. Данные gps датчика таким образом уже хранятся готовые к кодированию и отправке, при этом данные хранятся в виде двух целых чисел типа long, так как точности типа float не достаточно для уверенного позиционирования на местности. В итоге структура сообщения, содержащего все данные, такова:

- 8 байт – долгота (два целых числа, первое из которых содержит градусы и минуты, второе содержит дробную часть минуты).

- 8 байт – широта (два целых числа, первое из которых содержит градусы и минуты, второе содержит дробную часть минуты).

- 4 байта – высота (над уровнем моря).

- 4 байта – скорость вращения вокруг оси X.

- 4 байта – скорость вращения вокруг оси Y.

- 4 байта – скорость вращения вокруг оси Z.

- 4 байта – ускорение вдоль оси X.

- 4 байта – ускорение вдоль оси Y.

- 4 байта – ускорение вдоль оси Z.

4 байта – контрольная сумма (т.к. задача определения конкретного местоположения ошибок в принятом сообщении и их исправления отсутствует, можно ограничиться просто суммой всех чисел отправленных ранее).

На стороне master прием сообщения проходит 3 этапа контроля валидности полученных данных:

- проверка на соответствующую длину принятого сообщения, которая составляет 48 байт.
- проверка на соответствие контрольной сумме.
- проверка на границы полученных данных (на случай ошибки обмена данными между slave и устройствами, подключенными к slave).

Статья подготовлена при финансовой поддержке конкурса «Ректорские гранты», договор № 2/РГ от 08.04.2020.

Список использованных источников

1. Сергеевичев, Ю. В. Конструкция подруливающего устройства / Ю. В. Сергеевичев, А. А. Никулин, А. А. Генералова // Инновационное развитие современной науки : сборник научных трудов по материалам XXV Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 10 июля 2020 г.). [Электронный ресурс]. – Анапа : Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2020. – С. 17 – 21.
2. Хабибуллин, Р. Р. Навигация автотракторной техники / Р. Р. Хабибуллин, Д. С. Бычков, А. А. Генералова // Инновационное развитие современной науки : сборник научных трудов по материалам XXV Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 10 июля 2020 г.). [Электронный ресурс]. – Анапа : Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2020. – С. 21 – 24.
3. Никулин, А. А. Модульный подход к проектированию наземного беспилотного транспортного средства / А. А. Никулин, Д. С. Бычков, А. А. Генералова // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : сборник статей IV Международной научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГАУ, 2019. – С. 69 – 72.
4. Никулин, А. А. Определение комбинаций движения наземного беспилотного транспортного средства / А. А. Никулин, Д. С. Бычков, А. А. Генералова // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : сборник статей IV Международной научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГАУ, 2019. – С. 72 – 78.
5. Nikulin A. A., Bychkov D. S. and Generalova A. A. Development of Mathematical Model of Ground Unmanned Vehicle Movement // Journal of Engineering and Applied Sciences, 15: 2020. – P. 618 – 625.

Sergeevichev Yu. V., Nikulin A. A., Generalova A. A.
Penza State University, Penza, Russia
(Tel. 8(927)3788058, e-mail: generalova_aa@mail.ru)

INTEGRATION OF THE TRACTOR STEERING MICROCONTROLLER INTO THE PARALLEL DRIVING SYSTEM

Abstract. This article suggests a way to integrate the Arduino Uno microcontroller into the Raspberry Pi 3 single-Board computer to provide steering control for automotive equipment. The global goal of the work is to develop a thruster module for parallel driving systems. Arduino Uno con-

trols the steering system, generates control signals, organizes the reception and transmission of signals, and controls the operation of peripheral subsystems. Connected to the Arduino Uno: inertial navigation, satellite navigation sensor with antenna, and relay module (4 relays). A data exchange Protocol for the Arduino Uno microcontroller is proposed. The Protocol uses the request-response exchange procedure. Master – the master or client. The frame format, checksum algorithm, and description of the exchange procedure are presented.

Keywords: steering system, control, microcontroller, bus, data transmission, exchange protocol.

References

1. Sergeevichev Yu. V., Nikulin A. A. and Generalova A. A. (2020), “Bow thruster design” Innovative development of modern science. Collection of scientific papers on the materials of the XXV International scientific and practical conference, Anapa, July 10, 2020 [“Konstrukciya podrulivayushchego ustrojstva”, Innovacionnoe razvitie sovremennoj nauki. Sbornik nauchnyh trudov po materialam XXV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Anapa, Iyul' 10, 2020], Anapa, P. 17 – 21. [Electronic resource]. (in Russian).
2. Khabibullin R. R., Bychkov D. S. and Generalova A. A. (2020), “Navigation of automotive vehicles” Innovative development of modern science. Collection of scientific papers on the materials of the XXV International scientific and practical conference, Anapa, July 10, 2020 [“Navigaciya avtotraktornoj tekhniki”, Innovacionnoe razvitie sovremennoj nauki. Sbornik nauchnyh trudov po materialam XXV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Anapa, Iyul' 10, 2020], Anapa, P. 21 – 24. [Electronic resource]. (in Russian).
3. Nikulin A. A., Bychkov D. S. and Generalova A. A. (2019), “A modular approach to the design of an autonomous vehicle” Operation of automotive and agricultural machinery: experience, problems, innovations, prospects collection of articles of the IV International scientific and practical conference, Penza, October 15–16, 2019 [“Modul'nyj podhod k proektirovaniyu nazemnogo bespilnogo transportnogo sredstva”, Ekspluatatsiya avtotraktornoj i sel'skohozyajstvennoj tekhniki: opyt, problemy, innovacii, perspektivy Sbornik statej IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Penza, Oktyabr' 15–16, 2019], Penza, P. 69 – 72. (in Russian).
4. Nikulin A. A., Bychkov D. S. and Generalova A. A. (2019), “Determining combinations of ground-based unmanned vehicle movements” Operation of automotive and agricultural machinery: experience, problems, innovations, prospects collection of articles of the IV International scientific and practical conference, Penza, October 15–16, 2019 [“Opredelenie kombinacij dvizheniya nazemnogo bespilnogo transportnogo sredstva”, Ekspluatatsiya avtotraktornoj sel'skohozyajstvennoj tekhniki: opyt, problemy, innovacii, perspektivy Sbornik statej IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Penza, Oktyabr' 15-16, 2019], Penza, P. 72 – 78. (in Russian).
5. Nikulin A. A., Bychkov D. S. and Generalova A. A. Development of Mathematical Model of Ground Unmanned Vehicle Movement // Journal of Engineering and Applied Sciences, 15: 2020. – P. 618 – 625.

УДК 629.069

Хабибуллин Р. Р., Бычков Д. С., Генералова А. А.
Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
(Тел. 8(927)3788058, e-mail: generalova_aa@mail.ru)

РЕАЛИЗАЦИЯ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ

Аннотация. В данной статье предлагается реализация спутниковой навигации для системы параллельного вождения автотракторной техники. Интерфейс обмена данными большинства портативных GPS приемников реализован в соответствии с NMEA спецификацией. В статье приведена краткая информация о действующих системах глобального позиционирования и преимуществах использования нескольких таких систем одновременно. Такую функцию обеспечивают навигационные модули компании u-blox, которые поддерживают работу с навигационными системами GPS, GLONASS, GALILEO и BEIDOU одновременно и обеспечивают при этом точность определения координат до нескольких сантиметров в режиме RTK ((Real-Time Kinematic — кинематика в реальном времени).

Ключевые слова: спутниковый сигнал, навигация, приемник, GPS-модуль NEO-6M, стандарт NMEA.

Данная статья является продолжением работ [1 – 5], в которых авторы рассматривают математическую модель движения автотракторного средства, управление которой основано на движении машины Дубинса.

Целью данной работы является разработка нового метода навигации, ориентированного на использование в условиях обработки сельскохозяйственных полей. Конечной целью данного цикла исследований является создание метода локализации повышенной точности для системы автономной навигации.

Основным этапом работы являлся процесс подключения GPS-приемника к микроконтроллеру, на примере модуля u-blox GY-NEO6MV2. Приемник представляет из себя небольшую плату, на которой расположены модуль NEO-6M-0-001, стабилизатор напряжения 3.3В, EEPROM память, аккумулятор и светодиод. Модуль продается вместе с активной антенной квадратной формы. Как и все GPS-приемники, для передачи данных модуль использует широко распространенный интерфейс UART, что облегчает его сопряжение с микроконтроллером.

Связь с GPS-приемниками осуществляется по протоколу NMEA 0183, это текстовый стандарт связи, использующийся в морском (навигационном) оборудовании. Протокол NMEA 0183 включает в себя множество различных сообщений и команд, в данной работе рассматривалось несколько основных сообщений, связанных с глобальной системой позиционирования.



Рис.1. Приемник спутникового сигнала

Для того чтобы увидеть сообщения, которые выдает GPS модуль, в данной работе подключили его к компьютеру через USB-UART преобразователь на чипе PL2303. Для подключения использовал только один вывод на GPS модуле, выход передатчика TX. В качестве терминальной программы использовался Terminal v1.9b by Bray. По умолчанию модуль настроен на скорость 9600 бит/сек, в программе необходимо установить следующие настройки: 8 бит данных, без проверки четности, один стоповый бит, управление потоком, был отключен.

В зависимости от количества видимых спутников, данный модуль выдает от 6 до 8 сообщений, которые обновляются каждую секунду (стандартное время для большинства приемников). При достаточном количестве спутников и устойчивом сигнале на модуле начинает мигать светодиод. Информация о координатах местоположения, времени и скорости в разных сообщениях могут дублироваться. Рассмотрим назначение полей каждого сообщения.

RMC – минимальная рекомендуемая навигационная информация, содержит информацию о времени, дате, координатах местоположения, скорости и направлении курса.

VTG – текущее направление курса и скорость относительно Земли.

GGA – зафиксированные данные глобальной системы позиционирования, содержит информацию о времени, координатах местоположения, высоте, статусе определения координат, количестве использованных спутников.

GSA – уровень точности определения координат и активные спутники, содержит информацию о режиме работы, спутниках, снижении точности в различных плоскостях.

GSV – информация о видимых спутниках, содержит число видимых спутников, их идентификаторы, высоту, азимут, уровень сигнала.

GLL – географическая позиция – широта/долгота, содержит информацию о времени, координатах местоположения.

На открытой местности процесс поиска спутников и определения координат (холодный старт) занимает по времени чуть больше минуты. Горячий старт (после непродолжительного отключения питания) занимает несколько секунд. В квартире на подоконнике поиск может занимать до 10 минут, внутри помещения модуль почти не видит спутников. Раньше всех появляется информация о времени и количестве спутников, позже появляется остальные параметры: координаты, скорость, высота, одновременно с этим меняется значение статуса, появляется символ A, сигнализируя о достоверности данных. К устройству можно подключать GPS-приемники других моделей, так как все они работают по стандарту NMEA.

GPS-движок u-blox NEO-6M на этих модулях имеет высокую чувствительность для применения внутри помещений. Кроме того, имеется одна перезаряжаемая аккумуляторная батарея, совместимая с MS621FE, для резервного копирования и EEPROM для хранения настроек конфигурации. Модуль хорошо работает со входом постоянного тока в диапазоне от 3,3 до 5 В (благодаря встроенному регулятору напряжения).

Модуль NEO-6M включает в себя один настраиваемый интерфейс UART для последовательной связи, но скорость передачи по умолчанию UART (TTL) здесь составляет 9600. Поскольку сигнал GPS имеет правую круговую поляризацию (RHCP), стиль антенны GPS будет отличаться от обычных штыревых антенн, используемых для сигналов с линейной поляризацией. Самый популярный тип антенны — это патч-антенна. Пластинчатые антенны плоские, как правило, имеют керамический и металлический корпус, и установлены на металлической основе. Они часто упаковываются в корпус.

Для быстрого тестирования с помощью компьютера с Windows в работе установили последовательную связь с GPS-модулем с помощью модуля преобразователя PL2303 USB-to-Serial Converter. Затем загрузили и установили средство отладки и настройки Windows PC «u-center». После успешной установки запустили настройку программного обеспечения (и оборудования), чтобы передать данные позиционирования, собранные GPS-модулем NEO-6M, в программное обеспечение u-center, чтобы оно могло четко отображать данные / информацию GPS на экране (рис. 2 и 3).

Когда работает модуль GPS, зеленый индикатор на модуле GPS будет мигать (красный — для индикации включения), а цифры, касающиеся времени, широты, долготы и т. д. будут отображаться на экране u-center. В конечном итоге вы должны сравнить цифры, показанные программным обеспечением, с данными, собранными другим надежным GPS-устройством, чтобы убедиться, что GPS-модуль NEO-6M работает достаточно точно. В данной работе GPS-модуль NEO-6M указал даже окно приемника.

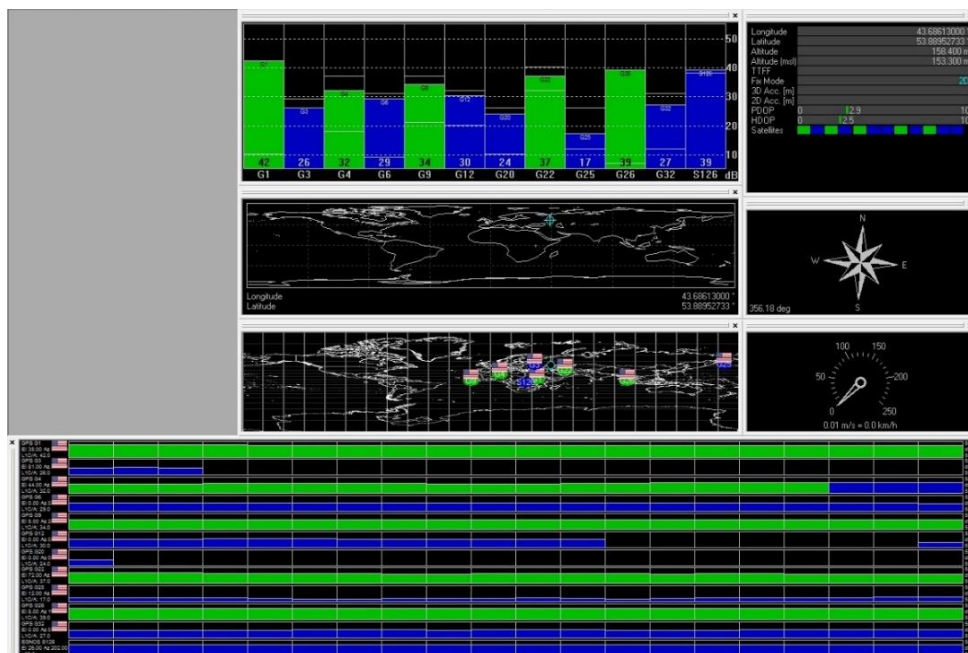


Рис. 2. Координаты местоположения

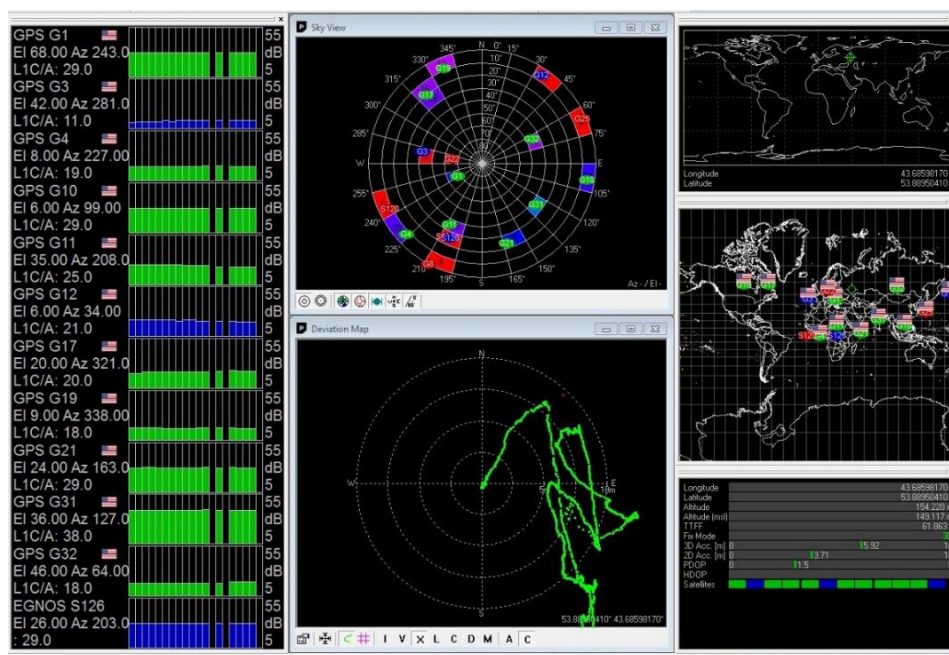


Рис. 3. Расположение спутников

Проверка работоспособности разработанной системы навигации с подруливающим устройством производилась на автомобиле ВАЗ-1118 на ходу. Автомобиль двигался на специальной площадке, дороги общего пользования не использовались. Успешно проведены тесты по приему спутникового сигнала и фиксации траектории. Также выявлены недочеты в обработке спутниковых сигналов. Основная проблема заключается в недостаточной точности используемого оборудования по приему и обра-

ботке спутникового сигнала. Испытания показали необходимость перехода на более дорогие и точные спутниковые приемники. В целом, полигонные испытания показали слаженность и безотказность работы.

Статья подготовлена при финансовой поддержке конкурса «Ректорские гранты», договор № 2/РГ от 08.04.2020.

Список использованных источников

1. Сергеевичев, Ю. В. Конструкция подруливающего устройства / Ю. В. Сергеевичев, А. А. Никулин, А. А. Генералова // Инновационное развитие современной науки : сборник научных трудов по материалам XXV Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 10 июля 2020 г.). [Электронный ресурс]. – Анапа : Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2020. – С. 17 – 21.

2. Хабибуллин, Р. Р. Навигация автотракторной техники / Р. Р. Хабибуллин, Д. С. Бычков, А. А. Генералова // Инновационное развитие современной науки : сборник научных трудов по материалам XXV Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 10 июля 2020 г.). [Электронный ресурс]. – Анапа : Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2020. – С. 21 – 24.

3. Никулин, А. А. Модульный подход к проектированию наземного беспилотного транспортного средства / А. А. Никулин, Д. С. Бычков, А. А. Генералова // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : сборник статей IV Международной научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГАУ, 2019. – С. 69 – 72.

4. Никулин, А. А. Определение комбинаций движения наземного беспилотного транспортного средства / А. А. Никулин, Д. С. Бычков, А. А. Генералова // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : сборник статей IV Международной научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГАУ, 2019. – С. 72 – 78.

5. Nikulin A. A., Bychkov D. S. and Generalova A. A. Development of Mathematical Model of Ground Unmanned Vehicle Movement // Journal of Engineering and Applied Sciences, 15. – 2020. – P. 618 – 625.

Khabibullin R. R., Bychkov D. S., Generalova A. A.
Penza State University, Penza, Russia
(Tel. 8(927)3788058, e-mail: generalova_aa@mail.ru)

IMPLEMENTATION OF SATELLITE NAVIGATION FOR PARALLEL DRIVING SYSTEMS

Abstract. This article offers the implementation of satellite navigation for the parallel driving system of automotive equipment. The data exchange interface of most portable GPS receivers is implemented in accordance with the NMEA specification. The article provides brief information about existing global positioning systems and the advantages of using several such systems simultaneously. This function is provided by u-blox navigation modules, which support working with GPS,

GLONASS, GALILEO and BEIDOU navigation systems simultaneously and provide accuracy of determining coordinates up to several centimeters in RTK mode (real-Time Kinematic – real-Time kinematics).

Keywords: satellite signal, navigation, receiver, NEO-6M GPS module, NMEA standard.

References

1. Sergeevichev Yu. V., Nikulin A. A. and Generalova A. A. “Bow thruster design” Innovative development of modern science. Collection of scientific papers on the materials of the XXV International scientific and practical conference, Anapa, July 10, 2020 [“Konstrukciya podruivayushchego ustrojstva”, Innovacionnoe razvitie sovremennoj nauki. Sbornik nauchnyh trudov po materialam XXV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Anapa, Iyul' 10, 2020]. – Anapa, 2020. – P. 17 – 21. [Electronic resource]. (in Russian).

2. Khabibullin R. R., Bychkov D. S. and Generalova A. A. “Navigation of automotive vehicles” Innovative development of modern science. Collection of scientific papers on the materials of the XXV International scientific and practical conference, Anapa, July 10, 2020 [“Navigaciya avtotraktornoj tekhniki”, Innovacionnoe razvitie sovremennoj nauki. Sbornik nauchnyh trudov po materialam XXV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Anapa, Iyul' 10, 2020]. – Anapa, 2020. – P. 21 – 24. [Electronic resource]. (in Russian).

3. Nikulin A. A., Bychkov D. S. and Generalova A. A. “A modular approach to the design of an autonomous vehicle” Operation of automotive and agricultural machinery: experience, problems, innovations, prospects collection of articles of the IV International scientific and practical conference, Penza, October 15-16, 2019 [“Modul'nyj podhod k proektirovaniyu nazemnogo bespilotnogo transportnogo sredstva”, Ekspluatatsiya avtotraktornoj i sel'skohozyajstvennoj tekhniki: opyt, problemy, innovacii, perspektivy Sbornik statej IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Penza, Oktyabr' 15-16, 2019]. – Penza, 2019. – P. 69 – 72. (in Russian).

4. Nikulin A. A., Bychkov D. S. and Generalova A. A. “Determining combinations of ground-based unmanned vehicle movements” Operation of automotive and agricultural machinery: experience, problems, innovations, prospects collection of articles of the IV International scientific and practical conference, Penza, October 15-16, 2019 [“Opredelenie kombinacij dvizheniya nazemnogo bespilotnogo transportnogo sredstva”, Ekspluatatsiya avtotraktornoj i sel'skohozyajstvennoj tekhniki: opyt, problemy, innovacii, perspektivy Sbornik statej IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Penza, Oktyabr' 15-16, 2019]. – Penza, 2019. – P. 72 – 78. (in Russian).

5. Nikulin A. A., Bychkov D. S. and Generalova A. A. Development of Mathematical Model of Ground Unmanned Vehicle Movement // Journal of Engineering and Applied Sciences, 15: 2020. – P. 618 – 625.

УДК 334.025

Аль-Раммахи Али Абидалкарим Хабиб¹, Сари Фарах Аббас²,
Уланов А. О.³, Прокофьев О. В.⁴

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия;
Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

¹ (Тел. (9004)979588, e-mail: alia.aramahi@uokufa.edu.iq),

² (Тел. (9004)979580, e-mail: mscitfarah@gmail.com),

³ (Тел. +79806772440, e-mail: aoulanov94@gmail.com),

⁴ (Тел. (8412)496009, e-mail: ius1961@gmail.com)

СНИЖЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ АЛГОРИТМА НЕЧЕТКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Аннотация. Алгоритм нечетких с-средних чувствителен к начальному значению, и разные начальные значения имеют тенденцию давать разные результаты кластеризации. Таким образом, эффект кластерного анализа не может удовлетворить желаемым требованиям. В этой статье мы определим, что традиционный алгоритм кластеризации использует обратную величину квадрата векторной нормы между элементами для описания их сходства. Также мы воспроизводим функцию принадлежности экспоненциальной формы. Полученный алгоритм уменьшает экстремум и оптимизирует структуру пространства кластеризации. На двумерной плоскости двумерное случайное число используется для проверки полученного алгоритма. Эксперименты показали, что одни и те же результаты кластеризации всегда получаются из разных начальных точек. Кроме того, при той же точности кластеризации количество итераций, требуемых улучшенным алгоритмом, меньше, чем у традиционного алгоритма, и алгоритм сходится с большей скоростью, и это полезно для обработки данных.

Ключевые слова: нечеткое с-среднее, двумерное случайное число, большие данные, метод множителя Лагранжа.

I. Введение. Нечеткое с-среднее означает, что кластеризация выполняет классификацию на основе сопоставления заданных элементов. Это важная ветвь неконтролируемой классификации для статистического распознавания [1, 2] и имеет широкий спектр приложений в электроэнергетике, таких как качество электроэнергии [3] и диагностика отказов силового оборудования [4, 5]. Основанный на целевой функции, алгоритм нечеткой кластеризации использует задачу математической оптимизации с ограничениями для представления задачи кластеризации. Затем он определяет нечеткую кластеризацию и классификацию набора данных, решая задачу оптимизации [6, 7]. Однако итеративное решение задачи оптимизации по сути является так называемым альпинистским методом локального поиска. Более того, легко попасть в локальные экстремальные точки из-за чувствительности к начальному значению. Для разных начальных точек итерации одного и того же набора данных будут получены разные результаты кластеризации, что серьезно влияет на эффект кластеризации.

Для выбора наилучших начальных центров кластеризации использовались разные методы [8, 9]. Другие сочетают нечеткие с-средние с интеллектуальными алгоритмами, такими как искусственная нейронная сеть [10, 11] или алгоритм роя [12 – 14]. Эти методы повышают вероятность получения оптимального решения. В этой статье мы анали-

зируем возможную причину неправильной классификации выборки традиционных алгоритмов кластеризации. Кроме того, мы предложили новый метод расчета членства для нечетких c -средних.

II. Оригинальный алгоритм нечетких c -средних и анализ его дефектов.

Образцы классифицируются согласно схожести между образцами. Сходство обычно измеряется нормой между векторами. Математический процесс алгоритма показан ниже.

Зададим типовые данные для классификации как $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$, где N – общее количество выборок в X . Каждая выборка в X – это p -мерный вектор с p функциями или атрибутами, $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}\}$ X содержит всего C классов. Центр j -th класса – это $V_j = \{v_{j1}, v_{j2}, \dots, v_{jp}\}$. Принадлежность i -го элемента X к j -му классу является u_{ij} , нечеткое c -средство делит набор данных путем решения невыпуклой функции $J(U, V)$ с ограничениями [1, 3, 5].

$$\left\{ \begin{array}{l} \min J(U, V) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^c u_{ij}^m \|x_i - v_j\|^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^c u_{ij}^m d_{ij}^2; \\ u_{ij} \in [0, 1] \quad \forall i, \forall j; \\ \sum_{j=1}^c u_{ij} = 1 \quad \forall i; \\ 0 < \sum_{i=1}^N u_{ij} < N \quad \forall j, \end{array} \right. \quad (1)$$

где m – нечеткий коэффициент, который используется для определения веса результатов кластеризации весового индекса, а эмпирический диапазон значений равен $1,5 \leq m \leq 2,5$. В этой статье m установлено равным 2.

Решим экстремумы целевой функции J с помощью метода множителей Лагранжа:

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left(\frac{d_{ij}}{d_{ik}} \right)^{\frac{2}{m-1}}}; \quad (2)$$

$$v_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m}. \quad (3)$$

Решим U и V , повторяя (3) и (4), пока не будет достигнута желаемая точность. При выборе начального значения он может выполнять итерацию по назначению U или по назначению V .

$$P_{ij} = \left(\frac{1}{d_{ij}} \right)^{\frac{2}{m-1}}; \quad (4)$$

$$u_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{k=1}^c P_{ik}} = \frac{\left(\frac{1}{d_{ij}}\right)^{\frac{2}{m-1}}}{\sum_{k=1}^c \left(\frac{1}{d_{ik}}\right)^{\frac{2}{m-1}}}. \quad (5)$$

Из формулы (4) видно, что традиционный алгоритм кластеризации использует обратное расстояние между выборкой и центром кластера для описания их сходства, а затем вычисляет степень принадлежности. Численная устойчивость обратного $\frac{1}{d_{ij}^2}$ относительно низкая. Когда d_{ij} относительно мала по мере приближения образца к центру кластера, функция подобия p_{ij} быстро возрастает; и когда выборка немного удаляется от центра кластера, членство быстро снижается.

На рисунке 1 показаны три центра кластеров: 0,3, 0,6 и 0,9. Синяя линия, красная линия и зеленая линия представляют функцию подобия трех классов в интервале (0, 1,2), соответственно. Кривая функции очень резкая в центре кластера. Наклон функции равен $-\frac{1}{d_{ij}^2}$ и значение быстро меняется.

Как видно из рис. 2, образец имеет несколько точек локального максимума для каждого класса. Кроме того, функция принадлежности не удовлетворяет требованию о том, что чем меньше расстояние, тем больше членство. Степень принадлежности не меняется монотонно с расстоянием. Для второго класса с центром кластеризации 0,6, когда $i < 0,3$ или $i > 0,9$, степень принадлежности увеличивается с расстоянием. Для первого класса с центром кластеризации – 0,3, а третья категория центра кластеризации – 0,9, есть и локальные экстремумы.

Таким образом, метод принадлежности к традиционному алгоритму кластеризации привел к появлению ряда локальных крайних точек. Функция принадлежности не изменяется монотонно с расстоянием, что усложняет разделение пространства кластеризации. Эти дефекты могут привести к плохим результатам кластеризации или даже к неправильным результатам классификации.

III. Воссоздание функции членства.

На основе приведенного выше анализа в данной статье разрабатываются новые функции подобия и функции принадлежности. Функция меры подобия:

Функция принадлежности:

$$p_{ij} = e^{-kd_{ij}^2} = e^{-k(x_i - v_j)^2}. \quad (6)$$

Функция принадлежности:

$$\mu_{ij} = \frac{p_{ij}}{\sum_{k=1}^c p_{ik}} = \frac{e^{-k(x_i - v_j)^2}}{\sum_{k=1}^c e^{-k(x_i - v_j)^2}}. \quad (7)$$

В функции (6) p_{ij} представляет собой подобие между образцом x_i и центром кластера v_j ; μ_{ij} представляет степень принадлежности выборки x_i центру кластера v_j и функция (6) соответствует (4) обычного алгоритма, а (7) соответствует (5).

Функции (6) и (7) показаны на рис. 1 и 2.

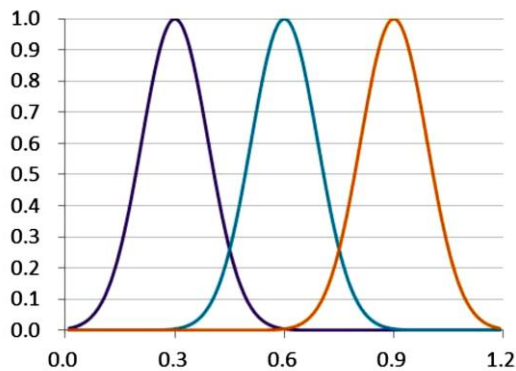


Рис. 1. Функция подобия P , определенная формулой (6)

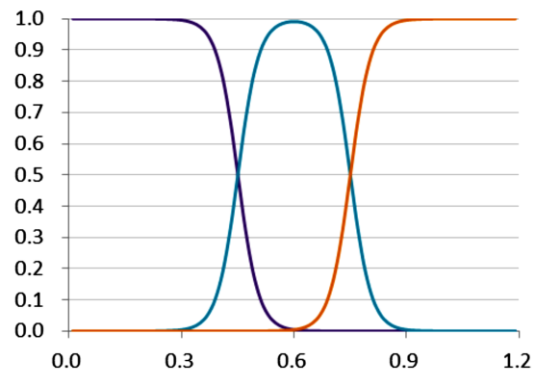


Рис. 2. Функция μ_{ij} принадлежности, определяемая формулой (7)

Эти дефекты могут привести к тому, что реконструированная функция принадлежности исключает локальный экстремум. Функция закаления монотонна с расстоянием в пространстве кластера. Достигнут плавный переход между классами.

Усовершенствованный алгоритм кластеризации выглядит следующим образом:

1. Инициализируйте итерационный процесс. Начальным значением может быть либо исходная матрица принадлежности $U(0)$, либо начальный центр кластеризации $V(0)$;
2. Поочередно ищите U и V . Получите матрицу принадлежности $U(L+1)$ в соответствии с центром кластера $V(L)$ (L – время итерации); Или получите $U(L)$ согласно $V(L+1)$.

$$\bullet U_{ij}(L+1) = \frac{P_{ij}}{\sum_{f=1}^c P_{fj}} \quad i=1, 2, \dots, N; \quad j=1, 2, \dots, N;$$

$$p_{ij} = e^{-kd_{ij}^2} = e^{-k(x_i - v_j)^2};$$

$$\bullet Z_i(L+1) = \frac{\sum_{j=1}^N [\mu_{ij}(L+1)]^m X_j}{\sum_{j=1}^N [\mu_{ij}(L+1)]^m} \dots, \dots \quad i=1, 2, \dots, c.$$

3. Вернитесь к шагу (2), повторите с желаемой точностью. Точность сходимости определяется как

$$\max_{i,j} \{ |\mu_{ij}(L+1) - \mu_{ij}(L)| \} \leq \varepsilon.$$

Заключение. Традиционный алгоритм кластеризации использует норму между векторами выборок для измерения расстояния между выборками. Кроме того, он измеряет сходство с величиной, обратной квадрату расстояния, тем самым вычисляя принадлежность. В этом исследовании мы определили, что определенная таким образом функция принадлежности имеет много локальных крайних точек, а пространство кластеризации является сложным. Мы представили недавно разработанный расчет – метод экспоненциальной формы. Функция принадлежности имеет только одну крайнюю точку, ко-

торая оптимизирует пространство кластеризации и снижает чувствительность алгоритма кластеризации к начальному значению. Достоверность алгоритма была проверена с помощью созданной точки данных двумерного распределения Гаусса. Усовершенствованный алгоритм по-прежнему принадлежит локальному поиску, так называемому методу альпиниста. Таким образом, возможность локальной сходимости алгоритма все же существует. Тем не менее, расчеты показывают, что устранение локальных экстремумов функции принадлежности снижает чувствительность алгоритма к начальному значению.

Список использованных источников

1. Анджана Госаин. Анализ производительности различных алгоритмов нечеткой кластеризации: обзор / Анджана Госаин, Соника Дахия // Процедуры информатики. – V. 79. – 2016. – P. 100 – 111.
2. Джейн, А. К. Кластеризация данных: обзор / А. К. Джейн, М. Н. Мурти, П. Дж. Флинн // АСМ. – V. 31. – 1999. – P. 264 – 323.
3. Лэй Хаосиа. Диагностика неисправностей трансформатора на основе оптимизированной кластеризации FCM с помощью гибридных GA и PSO / Лэй Хаосиа, Лю Нянь, Цуй Дунцзюнь // Защита и управление энергосистемой. – V. 39. – 2011. – P. 52 – 56.
4. Чжан Юйхан. Диагностика неисправности трансформатора на основе GRNN и FCM / Чжан Юйхан, Лань Шэн // Аппарат высокого напряжения. – V. 52. – 2016. – P. 116 – 120.
5. Го, Хехонг. Выявление переходных нарушений качества электроэнергии на основе FCM / Го Хехонг, Чжао Циншэн, Хан Юйхуань // DRPT.2015 Международная конференция по дерегулированию электроэнергетики. – 2015. – P. 2342 – 2346.
6. Данн, Дж. К. Нечеткий родственник процесса ISODATA, его использование в обнаружении компактных хорошо разделенных кластеров / Дж. К. Данн // Журнал кибернетики. – V. 13. – 1973. – P. 32 – 57.
7. Руспин, Е. Н. Новый подход к кластеризации / Е. Н. Руспини // Информация и контроль. – V. 15. – 1969. – P. 22 – 32.
8. Ши, Ю. Л. Улучшенный алгоритм FCM на основе начального центра Метод оптимизации / Ши Ю. Л., Д. З. Нана // Журнал интеллектуальных и нечетких систем. – V. 32. – 2017. – P. 3487 – 3494.
9. Канди, С. Горджи, Тегеран, М. Амани, Рахмати, М. Новый метод получения правильных начальных кластеров для выполнения алгоритма FCM для кластеризации цветных изображений // Журнал Текстильного института. – V. 100. – 2009. – P. 237 – 244.
10. Арумуга, Деви С. Сегментация цветных изображений с использованием нейронных сетей с прямой связью с FCM / Деви С. Арумуга, V. Синивасагам // Международный журнал автоматизации и вычислений. – V. 13. – 2016. – P. 491 – 500.
11. Чжан Сяоцянь. Классификатор нейронных сетей FCM с использованием пространственной кластеризации приложений на основе плотности с шумом / Чжан Сяоцянь, Ян Бо, Ван Линь // Распознавание образов и искусственный интеллект. – V. 29. – 2016. – P. 185 – 192.
12. Пэн, Канг. Гидрохимические характеристики движения и эволюции подземных вод на месторождении Синьли золотого рудника Саншандао с использованием методов FCM и PCA / Пэн Канг, Ли Сибин, Ван Зевей. – V. 15. – 1973. – P. 7873 – 7888.
13. Аскарри, С. Обобщенные возможные нечеткие C – средние с новыми индексами достоверности кластера для кластеризации зашумленных данных / С. Аскарри, Н. Монтазерин, М. Х. Фазель Заранди // Прикладные мягкие вычисления. – V. 53. – 2017. – P. 262 – 283.
14. Миин-Шен Ян. Робастный алгоритм нечеткой кластеризации с-средних с неизвестным количеством кластеров. Распознавание образов / Миин-Шен Ян, Йессика Наталиани. – V. 71. – 2017. – P. 45 – 59.

Al-Rammahi Ali Abidalkarim¹, Sari Farah Abbas Obaid²

Ulanov A. O.³, Prokofiev O. V.⁴

Tambov State Technical University, Tambov, Russia;

Penza State Technological University, Penza, Russia

¹ (Tel. (9004)979588, e-mail: alia.alramahi@uokufa.edu.iq),

² (Tel. (9004)979580, e-mail: mscitfarah@gmail.com),

³ (Tel. +79806772440, e-mail: aoulanov94@gmail.com),

⁴ (Tel. (8412)496009, e-mail: ius1961@gmail.com)

REDUCING THE SENSITIVITY OF THE FUZZY CLUSTERIZATION ALGORITHM FOR BIG DATA PROCESSING

Abstract. The fuzzy c-means algorithm is sensitive to the initial value, and different initial values tend to produce different clustering results. Thus, the effect of clustering analysis cannot meet the desired requirements. In this paper, we determine that the traditional clustering algorithm uses the reciprocal of the squared vector norm between the elements to describe the similarity between the elements. In addition, we reconstruct the membership function of the exponential form. The reconstructed algorithm reduces the extremum of the clustering space and optimizes the clustering space structure. On the two-dimensional plane, the two-dimensional randomnumber is used to test the reconstructed algorithm. The experiments proved that the same clustering results are always obtained from the different starting points. Furthermore, at the same clustering accuracy, the number of iterations required by the improved algorithm is less than that of the traditional algorithm, the algorithm converges at a faster rate, and this is good for beneficial data processing.

Keywords: fuzzy c-mean, two-dimensional randomnumber, big data, Lagrangian multiplier method.

УДК 004.931

Сари Фарах Аббас¹, Аль-Раммахи Али Абидалкарим Хабиб²
Уланов А. О.³, Прокофьев О. В.⁴

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия;
Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

¹ (Тел. (9004)979588, e-mail: alia.alramahi@uokufa.edu.iq),

² (Тел. (9004)979580, e-mail: mscitfarah@gmail.com),

³ (Тел. +79806772440, e-mail: aoulanov94@gmail.com),

⁴ (Тел. (8412)496009, e-mail: ius1961@gmail.com)

МОДИФИКАЦИЯ GRAB-СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА КОЛОНИИ МУРАВЬЕВ

Аннотация. Алгоритм Grab-изображения – один из самых популярных методов в области сегментации изображений. Он использует информацию о текстуре, информацию о границах изображения и обеспечивает хорошие результаты сегментации при небольшом взаимодействии с пользователем. Но у этого алгоритма есть два существенных недостатка. Во-первых, если фон сложный или фон с объектом очень похожи, сегментация будет не очень хорошая. С другой стороны, относительно низкая скорость и сложный итерационный процесс алгоритма сильно ограничивают его применение. В этой статье, чтобы развить эти аспекты, мы предложили модификацию алгоритма. Этот алгоритм представляет собой комбинацию алгоритма Grab [1]. После эксперимента модифицированный алгоритм применяется к более сложной ситуации.

Ключевые слова: алгоритм Grab, колония муравьев, цветное изображение.

I. Введение. Сегментация изображений – важный шаг в обработке изображений, а также важная область компьютерного зрения. Сегментация изображения – это процесс извлечения значимых характеристик или областей изображения. Эти характеристики могут быть исходными характеристиками изображения, такими как значение серого пикселя, цвет, особенности отражения и текстуры и т.д.

Это также может быть пространственный спектр, например, особенности гистограммы. Цель сегментации изображения состоит в том, чтобы разделить изображение на ряд непересекающихся областей, что может сделать области согласованными, а свойства соседних областей будут иметь очевидное различие. Сегментация изображений – одна из важнейших проблем в исследованиях компьютерного зрения, которое стало горячей точкой в области [2, 3]. Grab – это разновидность полуавтоматического алгоритма сегментации, модель переднего плана и фона изображения, которая является градацией гистограммы; в графике заменены гауссовой смесью модели (GCM) RGB.

А пока Grab используется для изучения параметров и интерактивной итерации для улучшения точности сегментации. Хотя результат сегментации модификации Grab и упрощает взаимодействие с пользователем, время ее итерации слишком велико. Также есть некоторые недостатки, такие как низкая скорость сегментации, низкая эффективность итераций и плохая сегментация при сложном фоне. Для решения проблемы

низкой эффективности в данной статье предлагается алгоритм Grab-модификации. Экспериментальный результат показывает, что модифицированный алгоритм имеет лучшую производительность в точности сегментации.

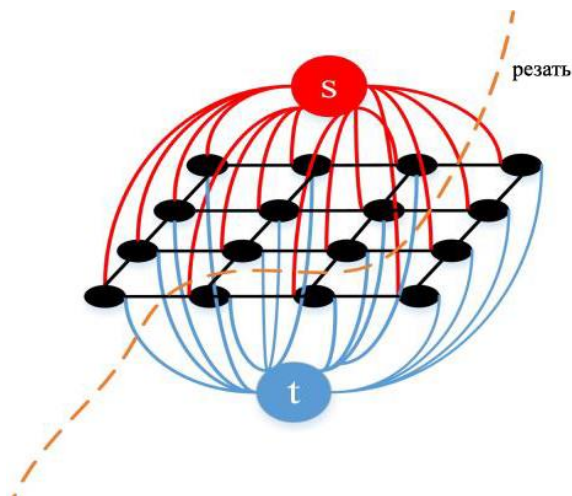


Рис. 1. $s - t$ сеть

II. Модификация Grab-алгоритма

A. АЛГОРИТМ

Алгоритм определяет, принадлежит ли каждый пиксель фону или переднему плану, чтобы обеспечить минимизацию ошибки. На основе алгоритма минимального отсечения / максимального расхода, пиксели изображения строятся как $s - t$ карта, как показано на рис. 1. s и t – соответственно вершины переднего и заднего плана. Вначале s и t относятся ко всем пикселям (называемым краем). Когда сегментация будет завершена, это будет передний план, который связан с s , остальные будут фоном.

Соответственно, единственное, что нужно сделать, это определить вес всех ребер, если используется алгоритм минимального отсечения / максимального расхода. Но проблема не так проста, помимо предоставления начального окна, Grab моделирует пиксели переднего и заднего плана с помощью GCM отдельно.

Алгоритм представлен на рис. 2. Сначала пользователь выбирает интересующий прямоугольник. Затем изображение маски, которое имеет тот же размер, что и исходное изображение, инициализируется для записи результата сегментации, в то же время изображение маски установлено как 0 (фон) или 1 (возможно, передний план), затем n ссылок.

Количество пикселей, называемое граничным элементом энергии, вычисляется, и модели GCM переднего плана и фона строятся в соответствии с интересующим прямоугольником. Алгоритм кластеризации (k – среднее) используется для установки номера k компонента GCM всех пикселей перед продолжением. Следовательно, параметр $GCM\theta$ и t -звенья также могут быть вычислены. Примечательно, что во время минимизации региональной энергии (t -звенья), k и θ должны повторяться, чтобы обеспечить минимизацию.

Так что сеть настроена, и изображение сегментировано по минимальному сечению / максимальному потоку. И последнее, но не менее важное: результат должен быть оценен и определен, следует ли перестраивать модель GCM.

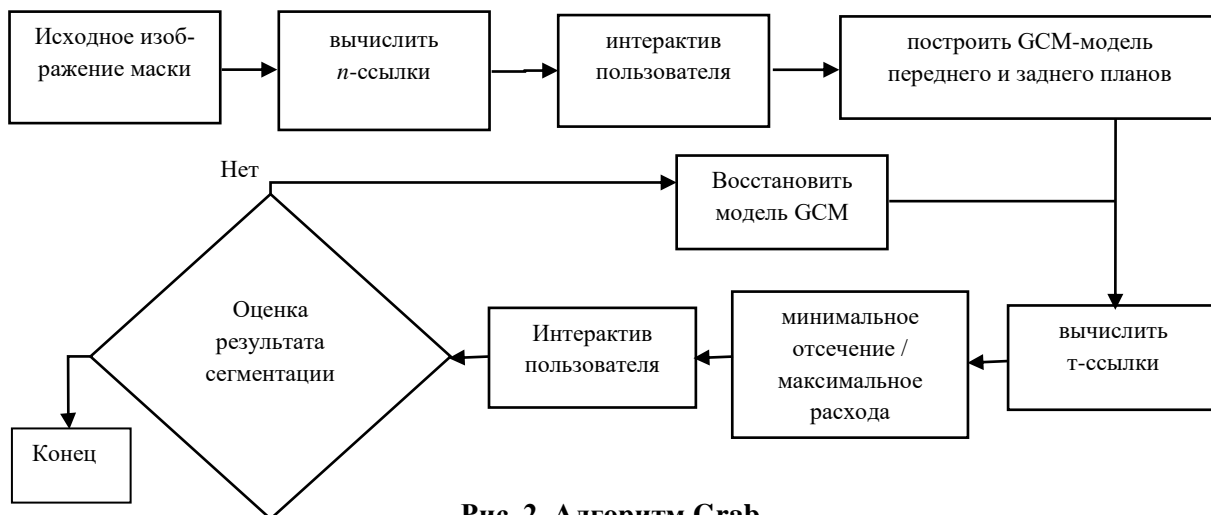


Рис. 2. Алгоритм Grab



Рис. 3. Grab

На рисунках 3 и 4 слева – исходное изображение, а справа – результат вырезки (номер компонента GCMK = 5). Из двух изображений видно, что дефект захвата – это когда объект похож на фон, есть некоторый шум фрагментов изображения после сегментации. Иногда этот дефект терпимый (шум без влияния на наблюдение за объектами), но на рис. 5 результат показывает только нижнюю часть. Результат утратил важные черты и вряд ли может быть признан человеком. Поэтому важно улучшить алгоритм сегментации.



Рис. 4. Grab

Б. ОБНАРУЖЕНИЕ КРАЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОЛОНИИ МУРАВЬЕВ

В этом предложенном методе количество муравьев перемещается по двумерному изображению, переходя от одного пикселя к другому, чтобы построить ферменную матрицу, которая определяет информацию о краях для каждого местоположения пикселя в изображении для извлечения краев изображения. Движение муравьев направлено локальным изменением значений интенсивности изображения [4]. Процесс обнаружения края изображения [5, 6] состоит из следующих этапов: во-первых, это процесс инициализации. После этого матрица феноменов строится, когда он работает для N итераций. Итерационный процесс состоит из процесса построения и процесса обновления. Последний – это процесс принятия решения, по которому определяется край.

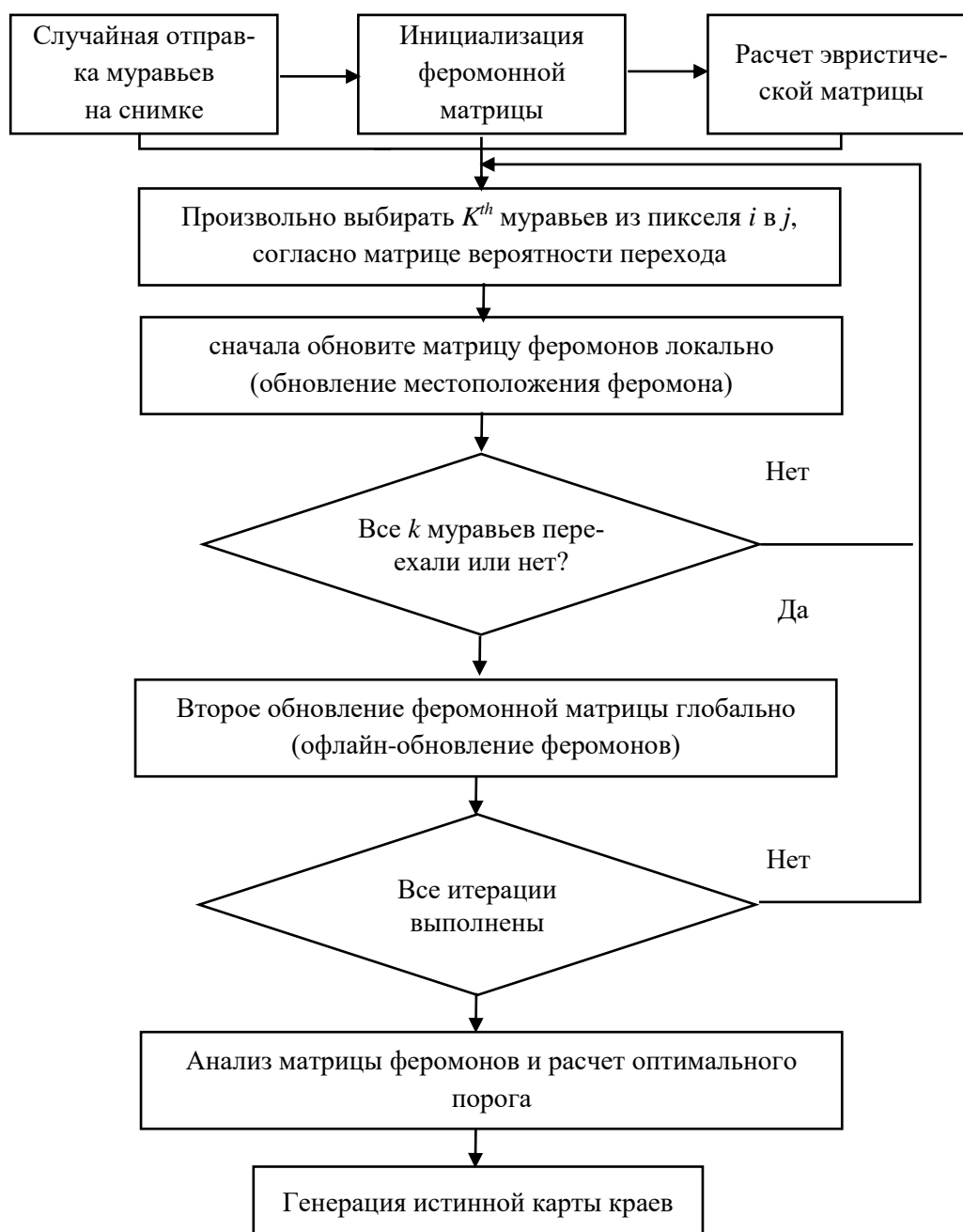


Рис. 5. Предлагаемый метод обнаружения краев изображения на основе принципа колонии муравьев

На рисунке 6 показана идентификация краев с использованием алгоритма муравьиной колонии.

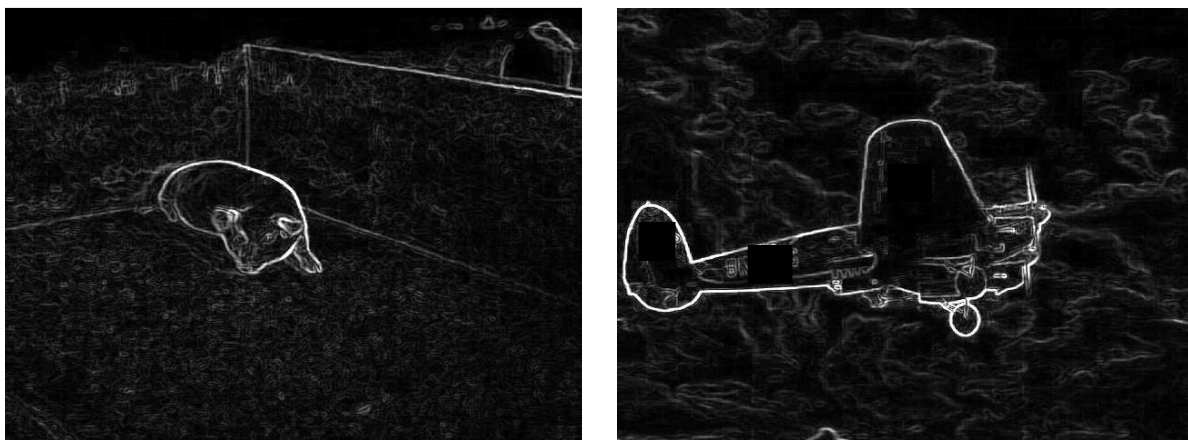


Рис. 6. Обнаружение края изображения на основе колонии муравьев

С. МОДИФИКАЦИЯ Grab

Согласно предыдущему анализу, алгоритм обнаружения краев изображения на основе метода колонии муравьев может предоставлять информацию о краях и положении, что важно при наличии большого количества пикселей помех. Из рисунков 3 и 4 уже был виден недостаток грейферной резки. Когда фон похож на перспективу, изображение легко может быть чрезмерно или недостаточно сегментировано. Алгоритм захвата и резки никогда не может изолировать наземную часть, хотя эта часть явно отличается от скребка. Следовательно, выведем улучшенный алгоритм процесса:

1. Используйте обнаружение краев изображения на основе колонии муравьев для всего изображения, получить метку каждого пикселя.
2. Взаимодействие с пользователем; отметить целевой прямоугольник и статистические данные о метке и количестве каждого пикселя в прямоугольнике.
3. Вычислить пропорции каждой метки прямоугольника во всем изображении.
4. Оценить пропорции, изменив маску изображения.
5. Использовать алгоритм Граб, чтобы закончить сегментацию изображения.

Предположим, что есть N фрагментов всего изображения, и метка каждого фрагмента является $i = 1, 2, \dots, N$ каждый патч – это S_i . После взаимодействия с пользователем в прямоугольнике появляются помеченные $K (K \leq N)$ участки изображения, и количество пикселей этих участков равно $K (K \leq N) i = 1, 2, \dots, N, \text{ и } i \in k$ соответственно, определяются пропорции каждой метки прямоугольника:

$$L_i = \frac{R_i}{S_i} i - 1, 2, \dots, N, u i \in K,$$

где L_i – это показатель вероятности того, насколько возможно, что пиксель принадлежит фону. И $L_i = 1$ указывает, что все пиксели этого помеченного участка включены в прямоугольник. А чем ближе к 0, тем больше вероятность фона. Поэтому, когда L_i меньше установленного порога, маска этого патча изменяется от возможного переднего плана до фона с высокой вероятностью и, таким образом, уменьшаются помехи фоновых пикселей. Результат работы алгоритма показан на рис. 7 (порог установлен на 0,5).

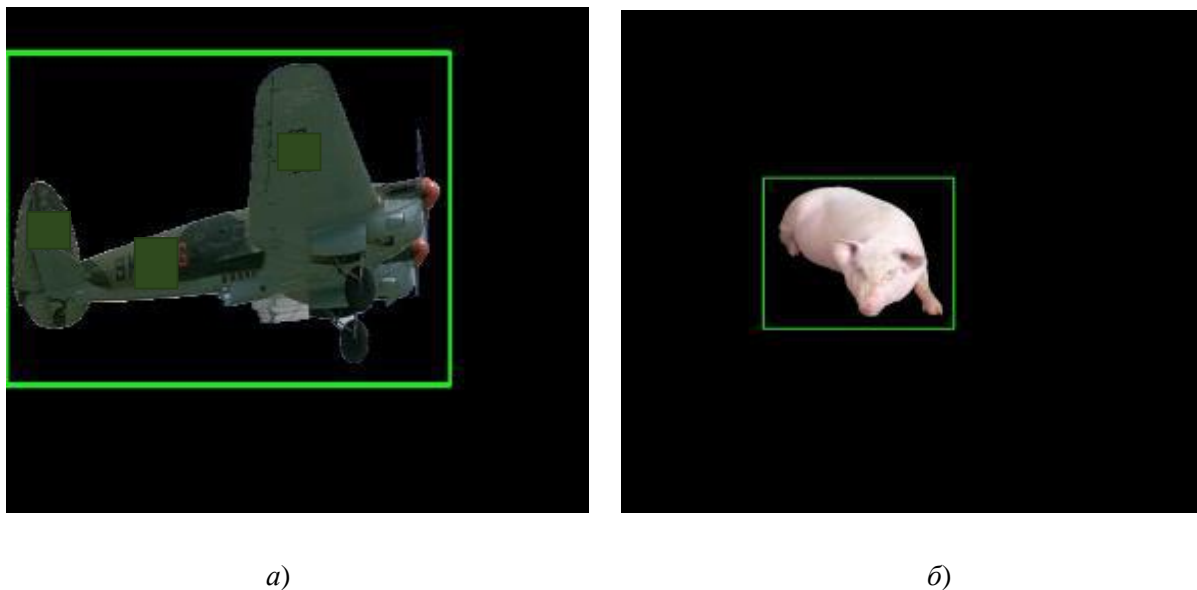


Рис. 7. Результаты модифицированного алгоритма

Заключение. Усовершенствованный алгоритм увеличил временные затраты. Значимость этой статьи состоит в том, что дефект алгоритма Grab может быть исправлен путем исследования взаимосвязи между пикселями. Нет сомнений в том, что сложный фон является сложной задачей для сегментации изображения. А улучшенный алгоритм с использованием колонии муравьев может улучшить производительность алгоритма Grab на сложном фоне, согласно результатам экспериментов.

Список использованных источников

1. Анна Вероника Батерина/ Обнаружение краев изображения с помощью оптимизации муравьиных колоний / Анна Вероника Батерина, Карлос Оппус // Сделки wseas по обработке сигналов. – V. 6, No. 2. – 2010. – P. 1790 – 5052.
2. Танг, М. Грабкнут одним разрезом : Международная конференция IEEE по компьютерному зрению / М. Танг, Л. Горелик, О. Векслер, Ю. Бойков. – 2014. – P. 1769 – 1776.
3. Ван, Х. Слияние областей и сегментация заметных объектов на основе граб : Шестая международная конференция по интеллектуальным человеко-машинным системам и кибернетике / Х. Ван, Б. Ван, З. Чжоу, Л. Сун, С. Ли, С. Ву. – 2014. – P. 131 – 135.

4. Анна Вероника Батерина. Обнаружение краев изображения с помощью оптимизации муравьиных колоний / Анна Вероника Батерина, Карлос Оппус // Международный журнал схем, систем и сигналов. – V. 4, No. 2. – 2010. – P. 25 – 33.

5. Цзин Тянь. Алгоритм оптимизации муравьиной колонии для обнаружения краев изображения / Цзин Тянь, Вэйюй Ю и Шэнли Се. // IEEE международный. – 2008. – P. 751 – 756.

6. Ганбарян, А. Т. Уменьшение цвета на основе колонии муравьев / А. Т. Ганбарян, Э. Кабир и Н. М. Чаркари // Письма с распознаванием образов. – V. 28. – 2007. – P. 1383 – 1390.

Sari Farah Abbas Obaid¹, Al-Rammahi Ali Abidalkarim²

Ulanov A. O.³, Prokofiev O. V.⁴

Tambov State Technical University, Tambov, Russia;

Penza State Technological University, Penza, Russia

¹ (Тел. (9004)979588, e-mail: alia.alramahi@uokufa.edu.iq),

² (Тел. (9004)979580, e-mail: mscitfarah@gmail.com),

³ (Тел. +79806772440, e-mail: aoulanov94@gmail.com),

⁴ (Тел. (8412)496009, e-mail: ius1961@gmail.com)

MODIFICATION OF GRAB IMAGE SEGMENTATION BASED ON ANT COLONY

Abstract. Grab algorithm is one of the most popular method in the field of image segmentation. It uses texture information and boundary information of image, and achieves good segmentation results with a small number of user interaction. However, there are two significant drawbacks about this algorithm. Firstly, if the background is complex or the background and the object are very similar, the segmentation will not be very good. On the other hand, the relatively slow speed and Complex iterative process of the algorithm are greatly limited its application. In this paper, to develop these aspects, we proposed an improved grab cut algorithm. This algorithm is the combination of grab and ant colony [1]. After the experiment, the modified algorithm is applied to more complex situation.

Keywords: grab algorithm, ant colony, color image.

УДК 622.276.031

Дивин А. Г., Балабанов П. В., Бурлина А. С., Кощеев Н. А., Шуняев П. В.

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

(Тел. +79106508461, e-mail: agdv@yandex.ru),

(Тел. +79531234116, e-mail: Pav-balabanov@yandex.ru),

(Тел. +79027265887, e-mail: alena.burlina@mail.ru),

(Тел. +79204752715, e-mail: nikitakosheev2014@yandex.ru),

(Тел. +79158752897, e-mail: petr.shunyaev@yandex.ru)

СОВРЕМЕННЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОРТИРОВКИ ЯБЛОК

Аннотация. Рассматривается макет роботизированного комплекса для сортировки яблок. Контроль качества яблок основан на использовании гиперспектрального метода контроля, а обработка спектров основана на использовании вегетационных индексов и нейронных сетей.

Ключевые слова: Гиперспектральный метод контроля, контроль качества, оптико-электронный метод контроля качества фруктов, роботизированные комплексы, макет роботизированного комплекса.

Современные роботизированные комплексы для сортировки яблок представляют собой сложные интеллектуальные системы, основанные на применении систем технического зрения, работающих в видимом и инфракрасном диапазонах спектра оптического излучения. Лидерами в данной области являются итальянские и голландские производители сортировочных комплексов, известные под торговыми марками Unites, Maf Roda, Aweta и др. Перечисленное оборудование позволяет сортировать не только яблоки, но и овощи по внутреннему и внешнему качеству, размеру, весу, цвету и другим параметрам. Наиболее перспективным в области оптико-электронного контроля качества фруктов является использование гиперспектрального оборудования, которое позволяет существенно увеличить перечень контролируемых параметров. Сдерживающим фактором в развитии гиперспектральных методов сортировки является стоимость оборудования, сложность обработки гиперспектральных изображений и невысокая скорость видеопотока для матричных камер. Однако, исследования и разработки российских ученых [1] позволяют надеяться на скорое разрешение данных проблем, а вместо матричных гиперспектрометров можно использовать более скоростные камеры с «линейкой» сенсоров [2].

В докладе рассматривается макет роботизированного комплекса для сортировки яблок, в котором контроль качества происходит с помощью гиперспектральной камеры Specim FX10, в поле зрения которой перемещаются объекты контроля (яблоки, перемещающиеся на вращающихся роликах от места загрузки к манипулятору). Так как камера представляет собой относительно тяжелый блок, соединенный кабелями с внешним оборудованием и чувствительный к тряске, то для сканирования всей поверхности яблока целесообразно перемещать не саму камеру, а вращать зеркало перед ней, оставляя камеру неподвижно закрепленной, и вместе с этим, направляя отраженный свет от

центральной оси объекта контроля на сенсоры камеры. В таком случае привод возможно сделать существенно менее мощным и обойтись без использования редукторов и иных передаточных механизмов, увеличивающих габариты, имеющих значительную массу, усложняющих конструкцию и повышающих цену на конечное изделие.

Используемое при модернизации макета техническое решение и способ сканирования заявлено как изобретение. Сущность изобретения заключается в том, что сортируемые объекты сельскохозяйственной продукции круглой формы 2 (см. рис. 1) совершают поступательное перемещение вдоль оси x на рольганговом конвейере 1 и одновременно вращаются. Для оптического воздействия на объекты используются источники оптического излучения, расположенные по обе стороны от конвейера (на рис. 1 не показаны). При помощи поворотного зеркала 5 отраженный от поверхности объекта контроля свет фокусируется на чувствительных элементах гиперспектральной камеры 4 с линейкой оптических сенсоров.

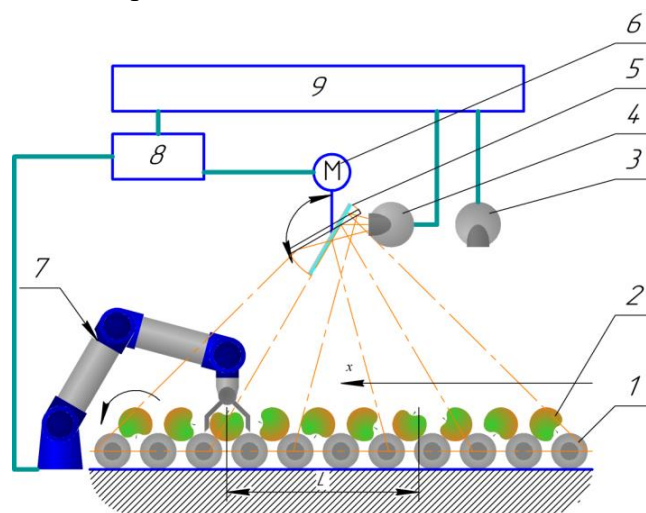


Рис. 1. Функциональная схема системы оптического контроля качества

Поворот зеркала согласован с координатами объекта на конвейере в течение времени, за которое он совершит полный оборот. Это время рассчитывается по среднему диаметру объекта, скорости протяжки роликов, а также по их геометрическим параметрам. Для определения координат, а также среднего диаметра объекта контроля используется камера 3 видимого диапазона спектра. Изменение положения зеркала (угла поворота к оси x) осуществляется приводом 6, подключенным к системе управления 8 и персональному компьютеру 9. Несоответствующие объекты отбраковываются с конвейера манипулятором 7.

Авторы доклада утверждают, что в качестве источников света для гиперспектрального контроля яблок целесообразно использовать галогенные лампы, однако предпочтительнее использовать светодиодную подсветку для коррекции спектра на границах диапазона 400 – 1000 нм. Представлены экспериментально полученные спектры оптического излучения, отраженного от растительной ткани яблока в указанном диапазоне длин волн, которые показывают возможность идентификации дефектов по

вегетационным индексам. В то же время выявлен риск получения ложных дефектов для некоторых сортов яблок. Для снижения этого риска предлагается использовать искусственные глубокие нейронные сети прямой связи с одним скрытым слоем.

Для обучения нейронной сети использовались более 10 000 спектрограмм для различных областей растительной ткани. В каждой из областей вычислялись значения индексов NDVI, PSRI, ARI1, CRI2. Количество выходов определяется количеством классов дефектов. По наличию и характеру дефектов были выделены следующие классы и соответствующие им числовые коды: здоровая растительная ткань (0), увядшее яблоко (1), яблоко с гнилью (2), яблоко с механическим повреждением ткани (3), червивое яблоко (4), яблоко с паршой (5), а также плодоножка (6) и чашелистик (7).

Эксперименты показали, что вероятность появления ошибок выявления дефектов для яблок сорта «Синап» составляет не более 15%.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках Соглашения № 05.604.21.0240 (уникальный идентификатор соглашения RFMEFI60419X0240).

Список использованных источников

1. Blank, V. A. Hyperspectrometer based on a harmonic lens with diffraction grating / V. A. Blank, R. V. Skidanov // Journal of Physics: Conference Series. Electronic edition. – 2018. – С. 012003.
2. Mechatronic system for fruit and vegetables sorting / P. V Balabanov, A. G Divin., A. S Egorov, V. A. Yudaev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk, Russia. – 2020. – С. 12128.

Divin A. G., Balabanov P. V., Burlina A. S., Кощеев Н. А., Shunyaev P. V.

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

(Tel. +79106508461, e-mail: agdv@yandex.ru),

(Tel. +79531234116, e-mail: Pav-balabanov@yandex.ru),

(Tel. +79027265887, e-mail: alena.burlina@mail.ru),

(Tel. +79204752715, e-mail: nikitakosheev2014@yandex.ru),

(Tel. +79158752897, e-mail: petr.shunyaev@yandex.ru)

MODERN ROBOTIC TECHNOLOGIES FOR SORTING APPLES

Abstract. The report examines the layout of a robotic complex for sorting apples. Apple quality control is based on the use of a hyperspectral control method, and spectrum processing is based on the use of vegetation indices and neural networks.

Keywords: hyperspectral control method, quality control, optical-electronic method of fruit quality control, robotic complexes, robotic complex layout.

УДК 681.51

Блинов К. С.¹, Егоров А. С.²

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

¹ (Тел. (920)4758785, e-mail: alliance2610@yandex.ru),² (Тел. (910)6522100, e-mail: egorov.andrey@list.ru)

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛАБОРАТИВНЫМ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. Описана система сортировки разъемов JST SM на базе коллаборативного робота UR3. Разработан алгоритм управления системой сортировки. Создано программное обеспечение для осуществления процесса классификации разъемов JST SM в разработанной системе.

Ключевые слова: система технического зрения, нейронная сеть, сверточная сеть, комбинированная модель, распознавание объектов, коллаборативный робот, URScript, обработка данных.

В современном мире широко распространено использование обработки изображений для решения различных задач автоматического контроля, управления и измерения. Одним из применений систем технического зрения является их использование совместно с промышленными роботами и другими системами автоматизации технологических процессов, например, системами автоматизации сортировки. Цель работы заключалась в разработке алгоритмов и программного обеспечения для роботизированной системы сортировки электрических разъемов.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Произвести анализ существующих решений систем управления промышленными роботами.
2. Разработать систему технического зрения для сортировки разъемов JST SM типа штырь и гнездо.
3. Обучить нейронную сеть системы технического зрения для инициализации разъемов JST SM и их основных параметров.
4. Определить оптимальную модель нейронной сети.

В данном исследовании выбрана простая система, позволяющая определять декартовы координаты x и y , а также угол ориентации R полезных грузов, находящихся в одной плоскости рабочего пространства манипуляционного робота, так как параметры этой плоскости заранее известны. Более сложные решения позволяют определить три координаты x , y и z в рабочем пространстве. Комплексные решения позволяют определить все шесть координат x , y , z , φ , θ , ψ . Но более сложные решения требуют особых условий функционирования, поэтому их область применения сильно ограничена; кроме того, во многих технологических процессах отсутствует необходимость определения полного набора координат полезных грузов, поэтому стоимость и используемый функ-

ционал для таких систем будут неоправданными. В данной работе использовалась одна камера Basler серии «Ace» с интерфейсом USB3Vision. Данной камеры достаточно для получения данных о рабочем пространстве большой площади. В случае изменения технологического процесса возможна установка другой камеры, в том числе другого диапазона, без необходимости вмешиваться в конструкцию системы или электрическую схему.

Базовым методом работы системы технического зрения разработанной системы сортировки является применение нейросетей в распознавании образов.

Нейронная сеть для распознавания изображений реализована на языке программирования Python, поскольку в нем есть необходимые библиотеки для реализации поставленной задачи: tensorflow, keras; numpy, matplotlib.

Для определения центра изделия с помощью камеры был разработан алгоритм работы программы. Его суть заключается в следующем:

- Объект сортировки движется по конвейеру и при попадании в кадр камеры, нейросеть относит его к соответствующему классу. Как только центр изделия попадает в центр кадра, конвейер останавливается и определяется его положение на плоскости.
- Производится работа с изображением. Так как класс объекта определен, то применяется конкретный алгоритм работы нейронной сети для определения координат объекта и нахождения его центра.

В результате работы системы технического зрения создается список, элементами которого являются центры найденных объектов и углы их поворота относительно системы координат, которые принадлежат разным классам. На основе данного списка автоматически формируется программа на языке URScript для коллаборативного робота. Данная программа передается с управляющего компьютера системы контроллеру робота по локальной компьютерной сети. Структурная схема разработанной системы представлена на рис. 1.

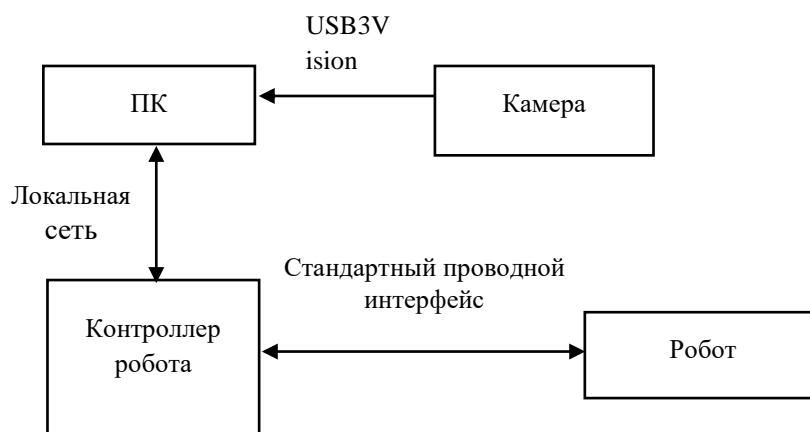


Рис. 1. Структурная схема системы

В качестве входных данных в данном исследовании были использованы изображения, соответствующие табл. 1, принадлежащих двум разным классам. При этом количество изображений, принадлежащих разным классам, различно.

1. Информация о наборе данных

Название класса	Количество изображений для обучения	Количество изображений для тестирования
JST SM Connector (штырь)	846	800
JST SM Connector (гнездо)	956	905

В результате экспериментальных исследований и расчетов была выбрана сверточная нейронная сеть grayscale-данных с выравнивание гистограммы.

Наилучшие результаты в области распознавания образов показала Convolutional Neural Network или сверточная нейронная сеть (далее – СНС), которая является логическим развитием идей таких архитектур НС, как когнитрона и неокогнитрона. Успех обусловлен возможностью учета двумерной топологии изображения, в отличие от многослойного персептрона.

Сверточные нейронные сети обеспечивают частичную устойчивость к изменениям масштаба, смещениям, поворотам, смене ракурса и прочим искажениям. Сверточные нейронные сети объединяют три архитектурных идеи, для обеспечения инвариантности к изменению масштаба, повороту, сдвигу и пространственным искажениям:

- локальные рецепторные поля (обеспечивают локальную двумерную связность нейронов);
- общие синаптические коэффициенты (обеспечивают детектирование некоторых черт в любом месте изображения и уменьшают общее число весовых коэффициентов);
- иерархическая организация с пространственными подвыборками.

На данный момент сверточная нейронная сеть и ее модификации считаются лучшими по точности и скорости алгоритмами нахождения объектов на сцене.

В работе использована сверточная нейронная сеть, основанная на принципах неокогнитрона и дополненного обучением по алгоритму обратного распространения ошибки. На рисунке 2 представлена структурная схема сверточной нейронной сети.

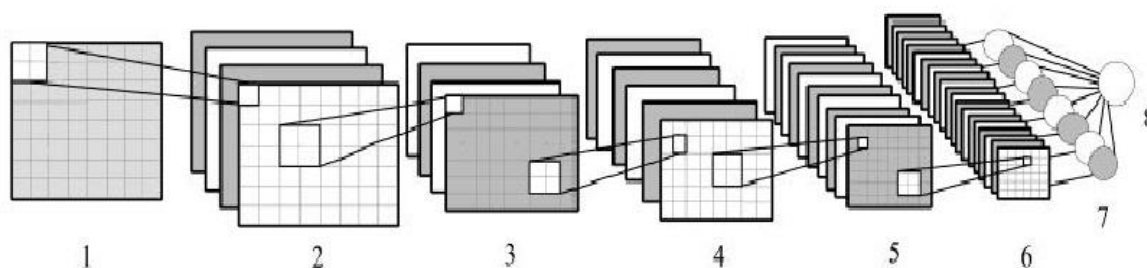


Рис. 2. Структурная схема сверточной нейронной сети

Структура сверточной нейронной сети состоит из: 1. Входные данные; 2,4,6. Сверточный слой; 3,5. Подвыборочный слой; 7. Слой обычных нейронов; 8. Выходные данные.

Обученная нейронная сеть была использована в программном обеспечении, позволяющем распознавать объекты контроля. Результат проделанной работы представлен на рис. 3.

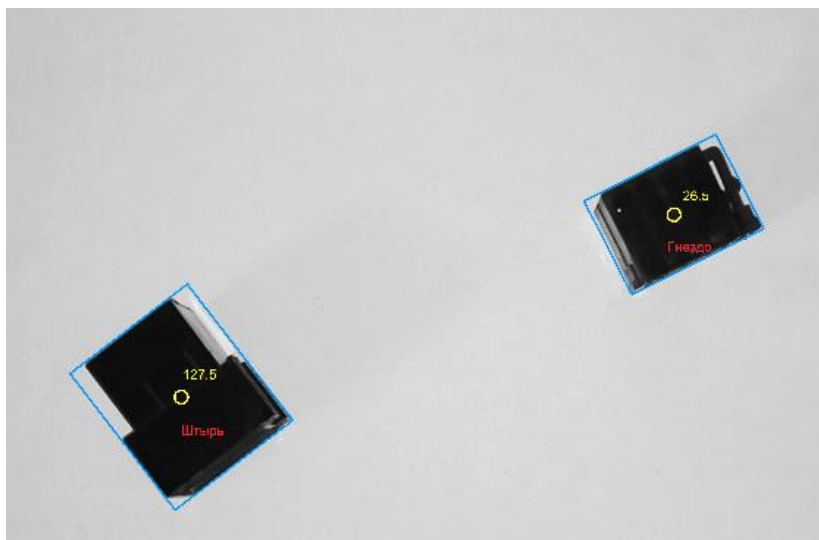


Рис. 3. Распознавание объекта контроля с использованием нейронной сети

Полученные в ходе работы нейронной сети координаты распознанных объектов преобразуются в координаты для робота-манипулятора, ему передается программа на языке URScript и производится процесс сортировки. Данная программа передается с управляющего компьютера системы контроллеру робота по локальной компьютерной сети.

Подводя итог, можно сказать, что проведен большой объем работ. Разработанная система получилась достаточно универсальной. Ее модули легко встраиваются в мехатронную систему и повышают вероятность распознавания объектов. Область применения системы довольно обширна.

Список использованных источников

1. Борисов, О. И. Методы управления робототехническими приложениями : учебное пособие / О. И. Борисов, В. С. Громов, А. А. Пыркин. – СПб. : Университет ИТМО, 2016. – 108 с.
2. Автоматизация сортировки и отбраковки [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.mkoi.org/366/367/373/>
3. Техническое зрение роботов / В. И. Мошкин, А. А. Петров, В. С. Титов, Ю. Г. Якушенков ; под общ. ред. Ю. Г. Якушенкова. – М. : Машиностроение, 1990. – 272 с.: ил.
4. Системы технического зрения (принципиальные основы, аппаратное и математическое обеспечение) / А. Н. Писаревский и др. ; под общ. ред. А. Н. Писаревского, А. Ф. Чернявского. – Л. : Машиностроение. (Ленингр.отд-ние), 1988. – 424 с.: ил.

Blinov K. S.¹, Egorov A. S.²

Tambov State Technical University,
Tambov, Russia

¹ (Tel. (920)4758785, e-mail: alliance2610@yandex.ru),

² (Tel. (910)6522100, e-mail: egorov.andrey@list.ru)

**BUILDING A CONTROL SYSTEM FOR A COLLABORATIVE ROBOT
MANIPULATOR USING INTELLIGENT OBJECT RECOGNITION
BASED ON NEURAL NETWORKS**

Abstract. This article describes the JST SM connector sorting system based on the UR3 collaborative robot. An algorithm for managing the sorting system has been developed. Software has been created to implement the JST SM connector classification process in the developed system.

Keywords: vision system, neural network, convolutional network, combined model, object recognition, collaborative robot, URScript, data processing.

References

1. Borisov O. I., Gromov V. S., Pyrkin A. A. Methods of controlling robotic applications. Textbook. – SPb. : ITMO University, 2016. – 108 p.
2. Automation of sorting and rejection [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.mkoi.org/366/367/373/>
3. Technical vision of robots / V. I. Moshkin, A. A. Petrov, V. S. Titov, Yu. G. Yakushenkov; Under the General ed. of Yu. G. Yakushenkov. – M. : Mechanical engineering, 1990. – 272 p.: Il.
4. Systems of technical vision (basic principles, hardware and mathematical support) / A. N. Pisarevsky et al. ; Under the General editorship of A. N. Pisarevsky, A. F. Chernyavsky. L.: mechanical engineering. (Leningr.otd-nie). – 1988. – 424 p.: Il.

Секция 2

ИТ-ТЕХНОЛОГИИ В МЕХАТРОНИКЕ И САМООБУЧАЮЩИЕСЯ АДАПТИВНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В БИОМОРФНОЙ И АНТРОПОМОРФНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

УДК 378.2:004

Сари Ф. А.¹, Аль-Раммахи А. А.², Уланов А. О.³, Прокофьев О. В.⁴

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия;
Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

¹ (E-mail: mscitfarah@gmail.com),

² (E-mail: alia.alramahi@uokufa.edu.iq),

³ (E-mail: aoulanov94@gmail.com),

⁴ (E-mail: ius1961@gmail.com)

ОБНАРУЖЕНИЕ ОПУХОЛИ ГОЛОВНОГО МОЗГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Аннотация. Сегментация является важным шагом в анализе и интерпретации медицинских изображений КТ и МРТ. Сегментация используется для обнаружения и извлечения характерных областей на медицинских изображениях. Поскольку технология быстро развивается, всегда сложно найти лучший метод восстановления медицинских изображений. Таким образом, связанные с этим разработки в области анализа и диагностики способствовали развитию медицинской визуализации. Врачи и рентгенолог используют УЗИ, МРТ, КТ-сканирование и т.д. для визуализации и исследования внутренней структуры человеческого тела без каких-либо операций. В этой статье исследователи сосредоточены на обзоре сегментации КТ и МРТ-изображений, содержащих опухоли. При проведении сравнения мы учитываем различные параметры, такие как время сегментации, точность и чувствительность.

Ключевые слова: медицинская визуализация, сегментация изображения, МРТ, диагностика опухолей головного мозга, распознавание образов.

I. МЕТОДЫ СЕГМЕНТАЦИИ

А. Диагностика опухоли Левенберга-Марквардта на основе искусственной нейронной сети при МРТ головного мозга.

Shenbagarajan A. и др. представила уникальную методику сегментации для диагностики опухоли на МРТ головного мозга в 2016 году. Они вводят эффективный метод МРТ, который классифицируется как нормальная опухоль головного мозга и не раковая опухоль головного мозга. Выявление раковой опухоли головного мозга происходит в четыре этапа:

I. Предварительная обработка входного изображения.

II. После предварительной обработки происходит процесс сегментации.

III. После сегментации происходит извлечение признаков на основе текстурной и формовой ориентации.

IV. Наконец, классификация изображения на основе предыдущих результатов для дальнейшей диагностики.

В этом методе алгоритм называется активным контурным методом, используемым для сегментации. После сегментации будет проведена классификация изображений. Задача классификации решается с помощью алгоритма Левенберга-Марквардта, основанного на искусственной нейронной сети.

Предположение, сделанное в методе активного контура, состоит в том, что пиксельные области изображений являются статистически однородными. Он считает длину контура и градиент в качестве параметров. Функция снижения энергии может быть представлена как:

$$\ln E(I/e) = \int \int_A I(m, n) dA,$$

где $I(m, n)$ представляет интенсивность пикселя (m, n) в данном изображении КТ или МРТ. Интегральный знак указывает на общую площадь, покрытую кривой e . Метод Левенберга-Марквардта является очень гибким подходом и может уменьшить среднеквадратичную ошибку в нейронной и нечеткой сети. Предлагает нелинейную модель для МРТ-изображения мозга классификация $a_i = e(b_i, \alpha) + c$, где i равно 1, 2, 3 ... p и α – это параметры q , $a p > q$. Предположим далее, что g нелинейна по $\alpha T = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n]$.

V. Машина опорных векторов и сегментация и классификация МР-изображений опухолей головного мозга на основе ANN.

Расел Ахмед и др. начали свою работу с улучшения КТ и МРТ головного мозга в 2017 году. Рассчитанные средние значения, используемые для дальнейшей сегментации снимков МРТ, поддерживали интенсивность серого в крошечной части изображения мозга. Основная функция используется, чтобы найти и изолировать опухоль от традиционных снимков МРТ головного мозга с опорными векторами; вторая особенность, которую используют для дифференциации опухолей в доброкачественную и 4 злокачественную стадию опухоли с ИНС.

Процесс сегментации приведен ниже:

Шаг 1. Процесс сегментации использовал алгоритм среднего значения для сегментация КТ и МРТ-изображений. Этот алгоритм зависит от уровня изображения серого.

Шаг 2. Выбор уровня серого зависит от характера медицинских изображений.

Шаг 3. Применить нечеткий алгоритм с-средних.

Шаг 4. На основании измерения расстояния до точки из его центра кластера, значение членства будет обновлено.

C. Локальная независимая трансформационная сегментация КТ и МРТ-изображений и классификация медицинских изображений.

Мейян Хуан и др. представил уникальный механизм обнаружения опухоли головного мозга с использованием локальной раздельной трансформации для классификации в 2014 году.

МРТ-опухоли головного мозга содержат смешанные характеристики, такие как высокое разнообразие и неоднозначное выявление краев опухоли. Метод классификации на основе локальной независимой трансформации используется для классификации каждого сегмента на разные классы. Местность играет важную роль в решении трудностей локальной самостоятельной трансформации для локальной независимой трансформационной классификации. Чтобы решить проблему линейного преобразования, локальность используется для прикрепления кода привязки вместо других методов кодирования.

Опухоль головного мозга является множественной проблемой классификации. Проблему опухоли головного мозга можно решить, используя технику, в которой использовался классификатор, и он обучается в каждом классе, чтобы отличать класс от всех других классов. Итак, для этой цели требуется N классификаторов. Если x – функция в образце, а y_i – вероятность i^{th} класса, тогда функция изученных классификаторов будет:

$$l = \operatorname{argmax} f_i(x) = \operatorname{argmax} y_i.$$

D. Вейвлет и зернике ориентированы на сегментацию и повторную сборку КТ и МР-изображений.

Сорнам М. и др. предложена уникальная методика сегментации и повторной сборки медицинской визуализации в 2016 году. В этом методе разделение изображений по количеству различных областей по-разному таким образом, чтобы количество пикселей с индексами сходства больше принадлежало одному и тому же местоположению. Следующие важные моменты перечислены ниже:

Шаг 1. Они использовали базовый алгоритм кластеризации k -средних для более быстрого вычисления, чтобы произвести результат, чем другая группировка кластеризации.

Шаг 2. Он фокусируется на общем числе циклов до k кластеров, где каждый цикл вычисляет связь с кластером с ближайшим средним K -значением.

Шаг 3. Начальный центр кластеров был выбран для принятия k случайно выбранных точек между множеством точек.

Шаг 4. Тогда много отдельного места в центре рядом с кластером.

Шаг 5. После этого кластерные центры пересчитываются. Этот расчет основан на последних значениях членства в кластере.

Шаг 6. Если критерии сходимости не на должном уровне, тогда весь процесс переоценивается с новыми точками, пока не будет получена ошибка наименьших квадратов. Окончательно сделанные снимки сегментации перечислены на рис. 1.



Рис. 1. Оригинальная МРТ и сегментированное изображение после применения, предложенного алгоритмом

Е. Сегментация и анализ изображений КТ и МРТ с использованием инварианта геометрического преобразования.

Арун Том и П. Джидеш предложили метод сегментации с использованием инвариантного анализа с геометрическим преобразованием для выявления опухолей головного мозга в 2013 году. Они предложили алгоритм, который содержит:

1. Поступательный
2. Вращающийся
3. Пересчет

Он используется для лучшей идентификации опухолей головного мозга с помощью МРТ. Вышеупомянутый метод очень полезен, потому что он имеет функцию геометрического преобразования. Помогает при диагнозе опухоли по разным параметрам, таким как:

1. Напольные весы
2. Позиции
3. Ориентации

Этот метод обеспечивает улучшенный уровень точности по сравнению с другими ранее определенными методами. Этот предложенный алгоритм объединяет три параметра.

1. Форма
2. Позиции
3. Текстура

Используется для вычисления вектора признаков. Вектор признаков используется для определения зараженных частей на изображениях МР. Чтобы повысить правильность и достоверность результатов процесса идентификации, они принимают этапы предварительной обработки для удаления шума и улучшения изображений.

Предлагаемый алгоритм приведен ниже:

Шаг 1. Входное МР-изображение для обнаружения

Шаг 2. Удаление шума и размытия.

Шаг 3. Создать вектор объектов

Шаг 4. Рассчитайте евклидово расстояние между входами.

Шаг 5. Для точности результата определите пороговый уровень.

Шаг 6. Найдите те изображения, которые имеют евклидово расстояние меньше верхнего предела среза.

Шаг 7. Сравните изображения функций из шага 6 с функциями изображения опухоли.

Шаг 8. Предложите возможные лекарства в зависимости от результата.

II. СРАВНЕНИЕ НА ОСНОВЕ СЛОЖНОСТИ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ

В следующей таблице приведены временные сложности различных алгоритмов, применяемых для сегментации изображения опухоли головного мозга. Было ясно показано, что алгоритм, основанный на локальной независимой проекции, имеет меньшую вычислительную сложность по времени.

1. Сравнение на основе временной сложности различных алгоритмов

С. Но.	Методы сегментации	Сложность во время выполнения
1.	Искусственная нейронная сеть на основе диагностики опухоли Левенберга Марквардта в изображениях мозга МРТ	$O(mn)$
2.	Машина опорных векторов и сегментация и классификация МР-изображений опухолей головного мозга на основе ANN	$O(mn)$
3.	Локальная независимая трансформационная сегментация КТ и МРТ-изображений и классификация медицинских изображений	$O(n \log m)$
4.	Ориентированные на вейвлет и зернике сегментация и повторная сборка изображений КТ и МРТ	$O(2m)$
5.	Сегментация и анализ изображений КТ и МРТ с использованием инварианта геометрического преобразования	$O(mn)$

Заключение. Было установлено, что метод сегментации, основанный на локальной независимой проекции, является очень надежным для сегментации медицинских изображений. В будущей работе могут быть применены некоторые модификации этих алгоритмов. Таким образом, мы можем получить метод быстрой сегментации для медицинских изображений. Этот метод дает высокие результаты при сравнении с такими параметрами, как чувствительность и точность сегментации. Этот метод также имеет меньшую сложность во время выполнения по сравнению с другими методами. Различные комбинации алгоритмов для обнаружения опухоли головного мозга могут быть применены. Это так, потому что разные органы имеют разный состав.

Список использованных источников

1. Goel N., Dr. A. Yadav and Dr. B. M. Singh, "Medical Image Processing: A Review" IEEE International Innovative Applications of Computational Intelligence on Power, Energy and Controls with their Impact on Humanity (CIPECH). – 2016. – P. 57 – 62.
2. Neeraj Sharma and Lalit M. Aggarwal "Automated medical image segmentation techniques" Journal of Medical Physics. Jan-Mar, 35(1). – 2010. – P. 3 – 14,
3. Shenbagarajan A., V. Ramalingam, C. Balasubramanian and S. Palanivel "Tumor Diagnosis in MRI Brain Image using ACM Segmentation and ANN-LM Classification Techniques", Indian Journal of Science and Technology, V. 9(1), 1 – 12, Jan 2016.

4. RaselAhmmed, Anirban Sen Swakshar, Md. Foisal Hossain, and Md. AbdurRafiq,” Classification of Tumors and It Stages in Brain MRI Using Support Vector Machine and Artificial Neural Network”, In Proc. IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE), Bangladesh, 229 – 237, Feb 2017.

5. Sornam M., Muthu Subash Kavitha, R. Shalini “Segmentation and Classification of Brain Tumor using Wavelet and Zernike based features on MRI” IEEE International Conference on Advances in Computer Applications (ICACA), Coimbatore, 166 – 169, Oct 2016.

6. Vijaya G. and A. Suhasini “An Adaptive Preprocessing of Lung CT Images with Various Filters for Better Enhancement”, Academic Journal of Cancer Research. – V. 7, No. 3. – 2014. – P. 179 – 184.

Sari F. F.¹, Al-Rammahi A. A.², Ulanov A. O.³, Prokofiev O. V.⁴

Tambov State Technical University, Tambov, Russia;

Penza State Technological University, Penza, Russia

¹ (E-mail: mscitfarah@gmail.com),

² (E-mail: alia.alramahi@uokufa.edu.iq),

³ (E-mail: aoulanov94@gmail.com),

⁴ (E-mail: ius1961@gmail.com)

BRAIN TUMOR DETECTION USING VARIOUS IMAGE SEGMENTATION TECHNIQUES

Abstract. Segmentation is the important step in the analysis and interpretation of the medical CT and MR images. Segmentation was used to detect and extract the feature areas in the medical images. As per technology grows rapidly, it is always challenging to find the best medical image reconstruction technique. So, associated developments in the analysis and diagnosis have boosted medical imaging. Doctors and radiologist use Ultrasound, MRI, CT-Scan etc. for visualization and examination of internal human body structure without any surgery. In this paper, researchers focus on the review of segmentation of CT and MR images contained tumor. While doing the comparison, we consider the various parameters such as segmentation time, accuracy and sensitivity.

Keywords: medical Imaging, Image Segmentation, MRI, Brain Tumor Diagnosis, Pattern Recognition.

УДК 004.932

Лакомов Д. В.¹, Аль Маамари Г.²

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

¹ (E-mail: ldv@itc.tambov.gov.ru),² (E-mail: ghassan.almaamari@gmail.com)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ БИОМЕТРИЧЕСКИЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ

Аннотация. Рассматриваются методы аутентификации личности, основанные на биометрическом подходе.

Ключевые слова: биометрия, аутентификация, автономная система, онлайн-система, динамические характеристики.

В современных системах идентификации и аутентификации личности наиболее широко применяется биометрический подход. Методы данного подхода основаны на физиологических или поведенческих характеристиках человека. Физиологические характеристики связаны с анатомическими свойствами человека, такими как, например, геометрия отпечатка пальца, лица, радужной оболочки или кисти. К поведенческим характеристикам относится, например, голос, подпись, походка и т.д. [1]. Для захвата подписи используются два режима сбора данных: автономный режим и онлайн-режим. Автономный режим позволяет фиксировать рукописное статическое изображение из сканированного документа с подписью. В отличие от автоматического режима, онлайн-режим позволяет фиксировать также динамическую информацию о подписи: скорость и давление от нажатия. В последнее десятилетие для обоих режимов было разработано множество систем проверки подписи (HSVS) [3]. Как правило, HSVS в режиме онлайн обеспечивает более высокую надежность по сравнению с автономным HSVS, поскольку исследуется большее количество характеристик пользователей, которые сложнее сымитировать [5]. Ариф и Винсент [6] предложили методологию слияния двух биометрических подходов в одном приложении. Наканиши предложил комбинацию параметров с использованием динамического искажения времени (DTW) [7] для проверки подписи в режиме онлайн. Моттл с соавторами предложили комбинированный алгоритм онлайн-овых и автономных ядер [8] для проверки подписи с использованием SVM. Несколько лет назад была предложена комбинация автономного изображения и динамической информации, полученных из одной и той же сигнатуры [9], которая использует глобальную и локальную информацию. Существуют вариации систем аутентификации, в которых применяется биометрическая структура комбинации решений на основе теории Демпстера-Шейфера (DST) [9,11].

Обзор правила комбинации DST

Как правило, проверка подписи формулируется как проблема сравнения двух классов, где классы связаны с подлинным человеком и самозванцем, соответственно.

Следовательно, комбинация автономных и онлайн-режимов подписей, соответствующих двум источникам информации, выполняется через DST. Таким образом, обозначим S^1 и S^2 два источника информации соответственно, θ_{gen} и θ_{imp} – классы, соответствующие подлинным и самозванским подписям, соответственно.

Для задачи двух классов эталонная область, также называемая системой распознавания, определяется как конечный набор исчерпывающих и взаимоисключающих гипотез. В вероятностной теории, структура различения Θ состоит из двух элементов: $\Theta = \{\theta_{gen}, \theta_{imp}\}$, и картографической функции $m \in [0,1]$, связанной с каждым классом. Данная картографическая функция определяет соответствующую массу проверки: $m(\theta_{gen}) + m(\theta_{imp}) = 1$. При объединении двух источников информации правило сумм [12] является эффективным для неконфликтных ответов. Чтобы устранить ограничения правила сумм, Демпстер [9] предложил теоретическую основу для доказательственных рассуждений с несовершенными данными, затем доработанную Шаффером [11].

Рассмотренный выше подход был реализован в правиле DST. Основная концепция правила DST состоит в том, чтобы распределить унитарную массу определенности по всем подмножествам Θ вместо того, чтобы делать это распределение только по основной гипотезе. Функция принадлежности, также известная как базовое значение принадлежности, вычисляется как:

$$2^\Theta = \{\emptyset, \theta_{gen}, \theta_{imp}, \theta_{gen} \cup \theta_{imp}\}, \text{ такой, что } m(X): 2^\Theta \rightarrow [0,1],$$

$$m(\theta_{gen}) + m(\theta_{imp}) + m(\theta_{gen} \cup \theta_{imp}) = 1.$$

Таким образом, вероятность принятия одной из двух гипотез, которая не может быть различена датчиком, будет приписана составному набору (т.е. используется вероятностная неопределенность) с этими двумя гипотезами. Объединенное значение m_{DS} вычисляется из $m_1(X)$ и $m_2(X)$ с помощью правила комбинации Демпстера-Шефера [11] и определяется следующим образом:

$$m_{DS}(A) = \begin{cases} 0, & \text{если } A \neq \emptyset; \\ \frac{1}{1 - K_C} \sum_{X, Y \in 2^\Theta, X \cap Y = A} m_1(X)m_2(Y), & \text{если } A = \emptyset, \end{cases}$$

где $m_1(X)$ и $m_2(X)$ являются соответствующими основной заданной гипотезой, предоставленной двумя источниками информации S^1 и S^2 соответственно. $K_C \in [0,1]$ определяет вес, назначенный нулевому набору характеристик, после перебора комбинаций, в отсутствие нормализации по $(1 - K_C)$, и это интерпретируется как мера различия между различными источниками. Чем больше значение K_C , тем больше источников имеют противоречие и тем меньше необходимости в их комбинациях. Наконец, комбинация, основанная на правиле DST, не существует, когда K_C равно 1. В этом случае источники абсолютно противоречивы, и их объединение невозможно.

Система верификации, основанная на комбинировании подходов обработки рукописной подписи, представлена на рис. 1. Система верификации состоит из автономной системы проверки, онлайн-системы проверки и комбинированного модуля. Параметры $s1$ и $s2$ определяют автономную и онлайн рукописную подпись и являются двумя источниками информации $S1$ и $S2$, соответственно. Обе системы проверки, как правило, состоят из трех модулей: предварительная обработка, функция генерации и классификация.

Предварительная обработка и генерация функций

Каждая рукописная подпись предварительно обрабатывается для облегчения генерации функции принадлежности. Основная задача предварительной обработки автономной подписи состоит в устранении шумов вокруг бинаризованного изображения без унификации его размера. При работе модуля обработки онлайн-подписи, никакой специальной предварительной обработки не требуется.

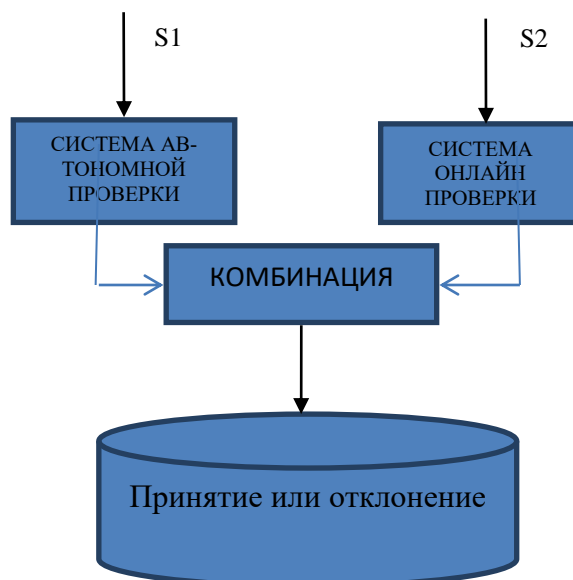


Рис. 1. Схема системы верификации, основанная на комбинированном подходе

Функция принадлежности генерируются в соответствии с режимом сбора данных, и основывается на единой сетке для автономной подписи и динамических характеристиках для онлайн-подписи, соответственно.

1) Автономная подпись: функции создаются с применением единой сетки UniformGrid (UG) [13], которая состоит в создании $n \times t$ прямоугольных областей для отбора оригинальных подписей.

Все прямоугольники имеют одинаковые размеры и формы. Параметры n и t определяют количество столбцов (вертикальных областей) и строк (горизонтальных областей) сетки, соответственно.

Значение функции, связанной с каждым прямоугольником, определяется как соотношение количества пикселей, принадлежащих подписи к общему количеству пикселей в прямоугольнике. Значения функции сохраняются в векторе x_1 размерности $n \times m$, который характеризует изображение подписи в автономном режиме.

2) Онлайн-подпись: для онлайн-подписи на этапе проверки функция создаётся только с применением динамических особенностей пользователя. Каждая онлайн-подпись представляет собой вектор x_2 , который состоит из 11 признаков: общая продолжительность подписи, средняя скорость, вертикальная средняя скорость, горизонтальная средняя скорость, максимальная скорость, среднее ускорение, максимальное ускорение, дисперсия давления, среднее значение угол азимута, дисперсия угла азимута и среднее значение угла месторасположения.

Классификация на основе SVM

Метод SVM – метод классификации, основанный на машине опорных векторов (SVM), широко используется во многих приложениях для распознавания образов в качестве проверки графической подписи [8], [14].

Метод обучения SVM был разработан В. Н. Вапником [15]. Данный метод ищет оптимальную гиперплоскость для разделения двух классов.

Концепция метода основана на максимизации расстояния двух точек, каждая из которых принадлежит определенному классу. При этом неточность, возникающая при ошибочной классификации данных как в обучающем наборе, так и в тестовом наборе, сводится к минимуму.

По сути, SVM был создан для линейного разделения двух классов. Когда данные не являются линейно разделимыми, применяется функция ядра. Таким образом, все математические функции, которые удовлетворяют условиям Мерсера, могут быть ядром SVM [15]. Примерами таких ядер являются сигмовидное ядро, ядро полинома и радиальная базисная функция. Затем функция принятия решения

$$f: R^p \rightarrow \{-1, +1\}$$

выражается в терминах расширения ядра как:

$$f(x) = \sum_{k=1}^{s_v} a_k y_k K(x, x_k) + b,$$

где a_k являются множителями Лагранжа, s_v – это число опорных векторов x_k , которые являются данными для обучения, при условии $0 \leq a_k \leq c$, c – это пользовательский параметр, который контролирует компромисс между сложностью алгоритма и количеством неразделимых точек [16], смещение b является вычисленным значением для любого опорного вектора.

Данные классифицируются в соответствии с условием

$$x \in \begin{cases} \text{class}(+1) & \text{if } f(x) > 0; \\ \text{class}(-1) & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Прямое использование SVM не позволяет определить порог принятия решения для присвоения подписи подлинным классам или классам подделки, поэтому выходные данные SVM преобразуются в объективные значения, которые выражают степень принадлежности (MD) подписи в обоих классах (подлинном или поддельном).

На практике у MD нет стандарта формата. Единственным ограничением является то, что значение параметра MD находится в диапазоне от 0 до 1.

Пусть $f(x_d)$ – выходное значение SVM, для автономной подписи $d = 1$, для онлайн подписи $d = 2$.

Соответствующие степени принадлежности $h(\theta_i)$, $i = \{gen, imp\}$ связаны с подлинным и поддельным классами и определяются в соответствии с принадлежностью модели [17].

При подборе оптимальных значений (h_d^{opt} , $d = 1$) j -й автономной подписи путем поиска оптимальных размеров $[n_{opt}, x, m_{opt}]$ сетки, для которой определяется ошибка, скорость тестирования минимальна.

Таким же образом, мы подбираем остальные оптимальные значения (h_d^{opt} , $d = 2$) j -й онлайн-подписи, для которой частота ошибок на этапе тестирования минимальна. Правило принятия решения о том, является ли подпись подлинной или она поддельная, формулируется следующим образом:

$$if \frac{h_d(\theta_{gen})}{h_d(\theta_{imp})} \geq t \text{ then } s_d \in \theta_{gen},$$

$$\text{else } s_d \in \theta_{imp},$$

где t определяет порог принятия решения.

Классификация на основе DST

Предлагаемая комбинация состоит из трех этапов:

- 1) Преобразование нормализованных выходных данных SVM с использованием метода оценки, основанного на диссонансной модели Апприу;
- 2) Объединение данных посредством правила объединения;
- 3) Правило принятия решения.

Оценка данных: пусть задан набор гипотез

$$2^\Theta = \{\emptyset, \theta_{gen}, \theta_{imp}, \theta_{gen} \cup \theta_{imp}\}.$$

Функции принадлежности оцениваются с использованием диссонантной модели Апприу, которая для двух классов [18] определяется как:

$$m_{id}(\emptyset) = 0,$$

$$m_{id}(\theta_i) = \frac{(1 - \beta_{id})h_d^{opt}(\theta_i)}{1 + h_d^{opt}(\theta_i)}, \tag{1}$$

$$m_{id}(\bar{\theta}_i) = \frac{1 - \beta_{id}}{1 + h_d^{opt}(\theta_i)}, \tag{2}$$

$$m_{id}(\theta_i \cup \bar{\theta}_i) = \beta_{id},$$

где $i = \{gen, imp\}$, $h_d^{opt}(\theta_i)$ – степень принадлежности подписи, предоставленной соответствующим источником, $s^d(d = 1,2)$, $(1 - \beta_{id})$ является фактором доверия класса, β_{id} определяет ошибку, предоставляемую каждым источником ($d = 1,2$) для каждого класса θ_i . В нашем подходе мы рассматриваем β_{id} как половину общей частоты ошибок, определяемой как [19]:

$$HTER_d = \frac{FRR_d + FAR_d}{2},$$

где FRR_d и FAR_d соответствуют частоте ложных отказов и неверно принятых гипотез, соответственно. В случае вероятностного распределения весу

$$m_{id}(\theta_i \cup \bar{\theta}_i),$$

присваивается значение, равное нулю. Поэтому веса простых классов $m_{id}(\theta_i)$ и $m_{id}(\bar{\theta}_i)$ корректируются путем добавления половины веса $m_{id}(\theta_i \cup \bar{\theta}_i)$ к весам, заданным уравнениями (1) и (2), соответственно.

Для устранения противоречий генерирования подписи из двух источников (то есть автономной и онлайн-классификаций SVM), объединенные веса вычисляются в два этапа.

Сгенерированные гипотезы для каждого источника объединяются следующим образом:

$$m_1 = m_{\{gen\}1} \oplus m_{\{imp\}1},$$

$$m_2 = m_{\{gen\}2} \oplus m_{\{imp\}2}.$$

Наконец, задается доверительный интервал для объединенных источников

$$(m_d(\cdot), d = 1,2).$$

Далее происходит операция вычисления комбинации правил сумм (для случая вероятностного распределения) или комбинация DS правил (для случая DST):

$$m_c = m_1 \oplus m_2.$$

Правило принятия решения: решение о принятии или отклонении подписи производится с использованием статистического методика классификации. Во-первых, объединенные гипотезы преобразуются в меру вероятности с использованием вероятностного преобразования, названное Дезерт-Смарандаш вероятностью, которая отображает отношение меры доверия к мере вероятности принадлежности подписи [20] и определяется как:

$$DSmP_\epsilon(\theta_i) + (m_c(\theta_i + \epsilon))^{\sum_{A_j \in 2^\Theta} \frac{m_c(A_j)}{\sum_{A_k \in 2^\Theta} m_c(A_k) + \epsilon C_m(A_j)}}, A_j >_{\theta_i} A_k < \times, C_m(A_j) \geq 2C_m(A_k) = 1,$$

где $i = \{gen, imp\}$, $\epsilon \geq 0$ – параметр настройки, m – модель Шафера для для Θ и $C_m(A_k)$ обозначает кардинал [20] множества A_k и позволяет преобразовать распределение гипотез в распределение вероятностей.

Следовательно, правило принятия решения определяется как:

$$\text{if } \frac{DSmP_{\epsilon}(\theta_{gen})}{DSmP_{\epsilon}(\theta_{imp})} \geq t \text{ then } s \in \theta_{gen}, \\ \text{else } s_d \in \theta_{imp}.$$

где $s = s_1, s_2$ – это j -я подпись, представленная как в автономном, так и в онлайн-режиме, t – порог принятия решения.

В данной работе представлен анализ системы проверки подписи, основанной на статическом изображении и динамической информации, что позволяет одновременного улучшить производительность автономных и онлайн-систем проверки подписи для обеспечения повышения безопасности. Основа комбинированного подхода выполняется через правило DS с использованием метода оценки, основанного на диссонансной модели Апприу. Экспериментальные результаты показывают, что предлагаемая комбинационная структура с правилом DS дает лучшую точность проверки по сравнению с правилом сумм, даже когда отдельные автономные и онлайн классификации дают противоречивые результаты.

Список использованных источников

1. Debnath Bhattacharyya, Rahul Ranjan, FarkhodAlisherov A., and Minkyu Choi, “Biometric Authentication: A Review”, International Journal of u- and e- Service, Science and Technology. – V. 2, No. 3, September, 2009. – P. 13 – 28.
2. Dr. S. B. Thorat, S. K. Nayak, Miss. Jyoti P Dandale, “Facial Recognition Technology: An analysis with scope in India”, (IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security. – V. 8, No. 1. – 2010. – P. 325 – 330.
3. Mohinder Pal Joshi, R. S. Uppal, Livjeet Kaur, “Development of Vision Based Iris Recognition System”, MohinderPal Joshi*et al. / (IAEST) International Journal Of Advanced Engineering Sciences And Technologies. – Vol., No. 6, Is. No. 2. – P. 277 – 281.
4. Alberto de-Santos-Sierr, Carmen Sa’nchez-A’ vila, Gonzalo Bailador del Pozo Javier Guerra-Casanova, “Unconstrained and Contactless Hand Geometry Biometrics”, Sensors 2011, 11, 10143-10164; doi:10.3390/s111110143 ISSN 1424-8220, www.mdpi.com/journal/sensors Article, Published: 25 October 2011.
5. AndrásRóka, ÁdámCsapó, BarnaReskó, PéterBaranyi, “Edge Detection Model Based on Involuntary Eye Movements of the Eye-Retina System”, ActaPolytechnicaHungarica. – V. 4, No. 1. – 2007. – P. 31.
6. Sridevi E., B. Aruna, P. Sowjanya, “An Exploration of Vascular Biometrics” IJECT (International Journal of Electronics & Communication Technology) Vol. 2, SP-1, Dec . 2011,ISSN : 2230-7109(Online) | ISSN : 2230- 9543(Print) IJECT Vol. 2, SP-1, Dec . 2011. – P. 181 – 184.
7. URL : PalmSecure.http://www.fujitsu.com/us/services/biometrics/palm-vein.
8. URL : http://fingerprint.nist.gov/latent/elft07/.
9. Ross A, Nandakumar K, Jain AK (2006) Handbook of Multibiometrics. Springer.
10. Sharath Pankanti, Salil Prabhakar, Anil K. Jain, “On the Individuality of Fingerprints,” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, V. 24, No. 8. – P. 1010 – 1025, Aug. 2002, doi:10.1109/TPAMI.2002.

11. Jain AK, Flynn PJ and Ross A (eds.) (2007) Handbook of Biometrics, Springer.
12. Jain, A.K.; Ross, A.; Pankanti, S, “Biometrics: a tool for information security” Information Forensics and Security, IEEE Transactions on Volume: 1, Issue: 2 Digital Object Identifier: 10.1109/TIFS.2006.873653 Publication Year: 2006, Page(s): 125 – 143.
13. Anil K. Jain, Ajay Kuma, “Biometrics of Next Generation: An Overview” appear in „second generation biometrics“springer, 2010.
14. Samuel P. Fenker, Kevin W. Bowyer, “Analysis of Template Aging in Iris Biometrics”, Presented at IEEE Computer Society Biometrics Workshop, June 17, 2012.
15. Kalpana Saini, M. L. Dewal, “Designing of a Virtual System with Fingerprint Security by considering many Security threats”, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), V. 3, No. 2, June 2010, P. 25 – 31.
16. Samuel P. Fenker, Kevin W. Bowyer, “Analysis of Template Aging in Iris Biometrics”, Presented at IEEE Computer Society Biometrics Workshop, June 17, 2012.
17. M.Suganthi, P. Ramamoorthy, R. Krishnamoorthy, “Effective Iris Recognition For Security Enhancement”, International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622 www.ijera.com V. 2, Is. 2, Mar-Apr 2012, P. 1016 – 1019.
18. Craig Fancourt, Luca Bogoni, “Iris Recognition at a distance” AVBPA 2005, V. 3546: 1-13. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005.
19. Ajay Kumar, David C. M. Wong, Helen C. Shen, Anil K. Jain, “Personal Verification using Palmprint and Hand Geometry Biometric”, Appeared in Proc. of 2nd Int'l Conference on Audio- and Video-based Biometric Person Authentication (AVBPA), Washington D.C., P. 166 – 171, March 22 – 24, 1999.
20. Michael Brockly, James Scott, Richard Guest, Stephen Elliott, “Dynamic Signature Verification and the Human Biometric Sensor Interaction Model”, 45th annual IEEE International Carnahan Conference on Security Technology, 253978-1-4577-0903-6/11/\$26.00 ©2011 IEEE.

Lakomov D. V.¹, Al Maamari²

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

¹ (E-mail: ldv@itc.tambov.gov.ru),

² (E-mail: ghassan.almaamari@gmail.com)

ANALYSIS OF BIOMETRIC IDENTITY AUTHENTICATION METHODS

Abstract. In this paper considers methods of identity authentication based on the biometric approach.

Keywords: biometrics, authentication, Autonomous system, online system, dynamic characteristics.

УДК 378.1

Рытов М. Ю., Голембиовский М. М.Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия
(Тел. (4832)588-332, e-mail: maksim32region@ yandex.ru)**ОРГАНИЗАЦИЯ КИБЕРПОЛИГОНА КАК ОСНОВОПОЛАГАЮЩАЯ ЧАСТЬ
ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

Аннотация. Описан способ минимизации киберпреступности с помощью создания киберполигонов, описаны современные киберполигоны, раскрыты их достоинства и недостатки. В виде проекта рассмотрено создание киберполигона на базе Брянского государственного технического университета, описаны требования, предъявляемые к нему.

Ключевые слова: киберполигон, киберпреступность, информационная безопасность, киберучения.

Введение. На сегодняшний день рост компьютерных преступлений неукоснительно растет [3].

По итогам первого квартала 2020 года количество киберпреступлений выросло на 22,5% по сравнению с 4 кварталом 2019 года. В течение квартала высокую активность проявляли группировки, атаки которых были направлены преимущественно на государственные учреждения, промышленные предприятия, финансовую отрасль и медицинские организации. Около 13% всех фишинговых рассылок в I квартале были связаны с темой COVID-19. По итогам второго квартала 2020 года киберинциденты продолжают расти: зафиксировано на 9% больше, чем в I квартале 2020 года.

Одним из решений минимизации киберпреступлений в части их нейтрализации может стать масштабное создание и использование киберполигонов в рамках обучения как студентов, так и специалистов в области информационной безопасности.

Из известных существуют такие киберполигоны как AMPIRE, CYBERPOLY.RU, PurpleGround.

1.1. AMPIRE

Это программный комплекс обучения методам обнаружения, анализа и устранения последствий компьютерных атак. Участники киберучений на AMPIRE примеряют на себя две роли – сотрудников групп мониторинга и реагирования.

Группа мониторинга следит за событиями информационной безопасности, заводит карточки инцидентов, подтверждает инциденты, заведенные автоматическими средствами.

Группа реагирования выполняет рекомендации группы мониторинга, устраняет последствия инцидентов и «закрывает» обнаруженные уязвимости.

К достоинствам полигона можно отнести разработку компанией AMPIRE сценария атак на эту инфраструктуру и полная их автоматизация. Таким образом, в киберу-

чениях не нужна дорогая команда нападения. Команда проекта помогает разобраться со сложными инцидентами.

К недостаткам отнесем: гиберучения только в режиме защиты [1].

1.2. Киберполигон CYBERPOLY.RU

Это многофункциональный программно-аппаратный комплекс инфраструктур, повторяющих типовые инфраструктуры предприятий различных отраслей. Максимально приближен к боевой обстановке для подготовки RedTeam и BlueTeam команд.

Redteam – содержит Windows домен с различными версиями Windows, Linux, сетевыми устройствами, IoT, SCADA. Условия максимально приближены к реальным.

Blueteam – содержит SIEM/IDS/IRP/Honeypot системы. Позволяет как выявлять и блокировать атаки, так и производить эксфильтрацию цифровых артефактов для форензики и расследования инцидентов.

Достоинства киберполигона:

- Киберучения в режиме Blue, Red и Purple.
- Задания основаны на реальных уязвимостях, не являются искусственными.
- Возможность настроить архитектуру чтобы она максимально походила на ту, что используется в вашей компании.

Недостаток в данном киберполигоне только один – дороговизна проекта [4].

1.3. PurpleGround

Это продвинутый киберсимулятор для тренировки навыков специалистов информационной безопасности по отражению кибератак.

Достоинства киберполигона:

• предоставляет всю необходимую инфраструктуру, программные и аппаратные средства для отработки практических занятий.

- Позволяет имитировать практически любую IT-инфраструктуру.
- Возможность имитировать множество различных атак.
- Возможность проводить индивидуальные и командные учения.
- Возможность подключать собственные аппаратные и программные СЗИ.

К недостаткам относят: отсутствие возможности поучаствовать в атаке. [2]

2. Однако для более действенной работы киберполигона необходимо его создание на базе университета. Так, на базе Брянского государственного технического университета на кафедре «Системы информационной безопасности» уже запущен процесс создания небольшого прототипа данной площадки. Планируется, что в нее войдет 10 виртуальных машин, 10 рабочих станций, 2 инфраструктурных и 2 прикладных сервиса в каждой инфраструктуре.

К функциям, выполняемым киберполигоном, можно отнести:

- формирование и закрепление навыков выявления компьютерных атак;
- формирование и закрепление навыков расследования инцидентов информационной безопасности;

- внедрению мер по предупреждению компьютерных атак;
- соревнований и тренировок по информационной безопасности для учащихся, специалистов, руководителей в сфере информационных технологий и информационной безопасности;
- тестирование программного обеспечения, оборудования, элементов информационных на реализацию функций информационной безопасности;
- тестирование средств защиты информации на реализацию функциональных возможностей, защищенность и наличие уязвимостей;
- проведение соревнований по поиску уязвимостей и тестированию программного обеспечения на защищенность;
- проверка и информирование об угрозах информационной безопасности уровня веб-приложений [5].

2.1. Каждое рабочее место пользователя должно включать в себя следующий список ПО и оборудования:

- дисассемблеры (OllyDbg, SoftICE, IDA Pro);
- комплексные инструменты для разнообразного тестирования web-сервисов (TestingWhiz, Runscope, HttpMaster);
- перехватчики и анализаторы сетевых пакетов (Wireshark, TCPDump, Scapy);
- программно-аппаратный комплекс для моделирования, записи и воспроизведения разнообразных сетевых атак, флудов, штормов и т.д. (ThreatDetectionSystem, ViPNet IDS 2, Cisco ASA серии 5500-X);
- инструментарий для фаззинга различных компонентов ПО (Syzkaller, LibFuzz);
- универсальные сканеры известных уязвимостей (Nessus, Xspider);
- анализаторы WiFi сетей (InSSIDer, Network Stumbler);
- устройства для тестирования JTAG интерфейса;
- аппаратные сниферы (перехватчики): различных протоколов, включая Ethernet, I2C, SPI, UART, CAN, а также других специализированных протоколов, применяемых во встраиваемых устройствах (Observer Suite, Network Monitor, IRIS).

Таким образом, наличие данного киберполигона позволит выпускать уже сформировавшихся специалистов и руководителей в сфере ИБ, повысить понимание информационной безопасности. Повышение защищенности означает постоянное сокращение поверхности атаки и минимизации времени реагирования. "Киберполигон" – это арена сражений, позволяющая получить профессиональный опыт специалистам ИБ, не рискуя собственной инфраструктурой, а для владельцев бизнеса – лучший источник натренированных профессиональных кадров в сфере информационной безопасности, готовых к встрече с любой угрозой. Это единственное место, где от теории можно перейти к практике, и стать не теоретиком, а экспертом в сфере ИБ.

Список использованных источников

1. Сергей Нейгер. Перспективный мониторинг: Киберполигон AMPIRE [Электронный ресурс]. – URL : <https://ib-bank.ru/bisjournal/post/1176> (дата обращения: 20.09.2020).
2. Purpleground: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.purpleground.ru/> (дата обращения: 18.09.2020).
3. Бедеров И. SecurityLab: скачок киберпреступности в 2020 году [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.securitylab.ru/blog/company/CABIS/348156.php> (дата обращения: 21.09.2020).
4. Cyberpoly: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL : <https://cyberpoly.ru/> (дата обращения: 22.09.2020).
5. Вехов, В. Б. Компьютерные преступления: способы совершения и раскрытия / В. Б. Вехов ; под ред. акад. Б. П. Смагоринского. – М. : Право и закон, 2014. – 182 с.

Rytov M. Yu., Golembiovsky M. M.

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia
(Tel. (4832)588-332, e-mail: maksim32region@yandex.ru)

**THE ORGANIZATION OF THE CYBER RANGE AS A FUNDAMENTAL PART
OF BUILDING COMPETENCIES OF THE STUDENT
IN THE FIELD OF “INFORMATION SECURITY”**

Abstract. A method for minimizing cybercrime by creating cyber polygons is described, modern cyber polygons are described, their advantages and disadvantages are revealed. In the form of a project, the creation of a cyber polygon on the basis of the Bryansk State Technical University was considered, the requirements for it were described.

Keywords: cyber polygon, cyber crime, information security, cyber training

УДК 159.9

Есимова Н.¹, Мещерякова Е. Н.¹, Асмолова Е. А.¹, Кувшинова О. А.²¹ Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия
(E-mail: nurzipa.esimova@mail.ru, murashkinaelena@mail.ru, logan@mail.ru),² Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
Пенза, Россия
(E-mail: oly791702@rambler.ru)

МЕТОДЫ ТЕОРИИ ОБНАРУЖЕНИЯ СИГНАЛОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПСИХОФИЗИЧЕСКОМУ ШКАЛИРОВАНИЮ

Аннотация. Рассмотрены некоторые подходы определения дифференциальных порогов и психофизическое функции с использованием теории обнаружения сигнала.

Ключевые слова: дифференциальный порог обнаружения сигнал, психофизические функции.

В психофизических теориях после Г. Т. Фехнера, по существу, прекращено обсуждение активности сознания в процессе обнаружения сигнала [1]. Как правило, с момента их появления и до наших дней в теоретических и психофизических построениях преимущественно конструируются гипотетические физиологические механизмы, описывающие работу сенсорной системы [2], например, в современной психофизике [3]. Необходимость осознания поступившего сигнала в этих теориях не учитывается, но последовательно вводятся новые дополнительные несенсорные факторы.

Вместе с тем принятие решения – необходимый этап в задаче выделения и обнаружения искомого сигнала. Поэтому необходимо разработать и применить новые подходы к построению психофизических функций, основанных на теории обнаружения сигнала, которые трактуются как выделение сигнала на фоне шума [4].

До настоящего момента в классических теориях, основанных на степенном и логарифмическом законе, существуют противоречивые точки восприятия сенсорных сигналов, и отсутствует общепринятый закон, описывающий реакцию сенсорной системы человека на стимулы [5]. Будем считать, что должна быть связь между объективными характеристиками и субъективно воспринимаемым качеством на примере цифровых фоторепродукций исследуя печатные оттиски текстов.

Выделим задачи:

- 1) обработка ранее полученных экспериментальных данных;
- 2) расчет параметров функции плотности вероятности распределения субъективной оценки интенсивности стимулов;
- 3) определение пороговых разрешений.

При проведении исследований использовались методы, используемые при определении абсолютного порога, разработанные Густавом Теодором Фехнером (1801 – 1887) [1]. Для исключения необъективности и ошибок, сейчас широко используют модификации метода границ, в частности *метод лестницы (staircase method)*

(Cornsweet) [3]. Кроме этого используется метод постоянных раздражителей для определения абсолютного порога.

Классическую психофизику называют *объективной*, однако современная психофизика в большей степени *субъективная*; так как решение принимает испытуемый. Кроме этого, современный вариант сенсорной психофизики (теории обнаружения сигналов) исходит из постулата о непрерывном (а не дискретном, пошаговом как у Фехнера) возрастании интенсивности ощущения наравне с возрастанием интенсивности стимула. При этом порог стал не точкой, а диапазоном: вместо понятия порога вводится модель сигнала на фоне шума [6]. Будем считать что нет такой условной точки на шкале раздражителей, которая разделяла бы отсутствие и наличие ощущения [7].

Для подтверждения разработанной гипотезы было проведено индивидуальное тестирование, сопоставление пар ахроматических оттисков и сопоставление пар хроматических оттисков соответственно по 2 направлениям. Тест представлял собой сравнение пар изображений, отпечатанных на отдельных листах бумаги формата А4. В процессе прохождения теста испытуемый рассматривал каждую пару, сравнивая качество правого изображения с левым, и оценивая его как «лучше», «хуже» или «одинаково».

Для определения возможных разрешений были выбраны три диапазона: 13 – 17, 24 – 39 и 44 – 153 точек/см.

С целью создания одинаковых условий прохождения тестирования всеми испытуемыми была создана экспериментальная установка в виде кабины. Освещение внутри соответствует условиям стандарта ISO 3664:2000 «Условия просмотра – полиграфия и фотография».

Для проведения исследования использовался тест, который представлял собой сравнение пар черно-белых и цветных изображений, отпечатанных на отдельных листах формата А4, а в процессе прохождения теста испытуемый рассматривал каждую пару, сравнивал качество правого изображения с левым. 9 вариантов возможности исходов представлены в табл. 1.

1. Исходы опыта и их вероятности

Стимул	Ответ	Событие		Вероятности событий
+	+	Hit	Попадание (Правильное обнаружение положит. сигнала) H^+	$H^+ = P(H^+) =$ $= \int f(R; \Delta R) 0; x) dx = 0,5 - \Phi\left(\frac{\Psi^+ - a}{\sigma}\right)$
+	0	Omission ⁺	Пропуск положит. сигнала O^+	$o^+ = P(O^+) =$ $= \int_{\Psi^-}^{\Psi^+} f(R; \Delta R) 0; x) dx = \Phi\left(\frac{\Psi^+ - a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\Psi^- - a}{\sigma}\right)$

Продолжение табл. 1

Стимул	Ответ	Событие		Вероятности событий
+	-	Inver- sion	Инверсия положит. сигнала (Супер Ложная Тревога) I^+	$i^+ = P(I^+) = \int_{-\infty}^{\Psi^-} f(R; \Delta R)0; x)dx$
0	+	False Alarm	Ложная тревога FA^+	$a^+ = P(FA^+) = \int_{\Psi^+}^{+\infty} f(R; \Delta R)0; x)dx$
0	0	Cor- rect Rejec- tion	Корректное отрицание- сигнала. CR	$\gamma = P(CR) = \int_{\Psi^-}^{\Psi^+} f(R; \Delta R)0; x)dx$
0	-	False Alarm	Ложная тревога FA^-	$a^- = P(FA^-) = \int_{-\infty}^{\Psi^-} f(R; \Delta R)0; x)dx$
-	+	Inver- sion	Инверсия отриц. сигнала (Супер Л.Т) I^-	$i^- = P(I^-) = \int_{\Psi^+}^{+\infty} f(R; \Delta R)0; x)dx$
-	0	Omis- sion ⁻	Пропуск отриц. сигнала O^-	$o^- = P(O^-) = \int_{\Psi^+}^{\Psi^-} f(R; \Delta R)0; x)dx$
-	-	Hit	Попадание (Правильное обнаруже- ние отриц. сигнала H)	$h^- = P(H^-) = \int_{-\infty}^{\Psi^-} f(R; \Delta R)0; x)dx$

При проведении исследований положительные ответы («лучше») обозначался символом «+», отрицательные символом «-», а отсутствие разницы символом «=». Второй столбец – ответы, данные респондентом.

Результаты тестов обрабатывались для каждого из трех диапазонов разрешений: 13 – 17 точек/см, 24 – 39 точек/см и 44 – 153 точек/см. Числовые данные представлены в табл. 2.

2. Найденные ложные тревоги и верное отклонение

Диапазон разрешений, точек/см	Формат файла	P(FA+)	P(CR)	P(FA-)
13–17	color	0,19	0,57	0,24
	b/w	0,22	0,58	0,19
24–39	color	0,19	0,61	0,2
	b/w	0,19	0,57	0,24
44–153	color	0,24	0,63	0,13
	b/w	0,2	0,62	0,18

Полученная суммарная вероятность составляет около 0,4, что свидетельствует о склонности человека видеть разницу там, где ее нет. В точках пересечения с прямыми $y = 0,5$ аргументы функций образуют интервал значений, равный дифференциальному порогу. В таблице 3 представлены найденные значения дифференциальных порогов для каждого диапазона разрешений.

3. Абсолютный дифференциальный порог

Диапазоны разрешений точек/см	Тип изображений	Абсолютный дифф. порог точек/см	Абсолютный дифф. Порог dpi
13–17	Цветные	2,7	6,9
	Черно-белые	1,68	4,3
24–39	Цветные	8,4	21,3
	Черно-белые	2,62	6,7
44–153	Цветные	146,2	371,3
	Черно-белые	121,3	308,1

Выводы. В результате при исследовании подходов к построению психофизической функции на основе теории обнаружения сигнала было показано, что в рамках этого подхода могут быть определены дифференциальные пороги произвольной вероятности в отличие от традиционной вероятности 0,5.

Список использованных источников

1. Психофизика: законы Фехнера и Стивенса. Основные положения теории обнаружения сигнала. – URL : <http://shpargalki.ru/news/34.html> (дата обращения 12.10.2014).
2. Developing the structure of the quality control system of power supply units in mobile robots / M. Yu. Mikheev, V. R. Roganov, P. G. Andreev et al. // in 2017 International Siberian Conference on

Control and Communications (SIBCON) 978-1-5090-1081-3/17/\$31.00 ©2017 IEEE June 29-30, 2017, Astana, Kazakhstan. – URL : <http://toc.proceedings.com/35400webtoc.pdf>

3. Шиффман, Х. Ощущение и восприятие / Х. Шиффман. – СПб. : Питер, 2003. – 928 с.
4. Описание биологической обратной связи с использованием элементов теории автоматического управления / Б. А. Истомина, С. А. Иванов, А. В. Герасименко и др. // Современные технологии и развитие политехнического образования : сборник. – 2016. – С. 711 – 714.
5. Психифизика. – URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/psihofizika> (дата обращения: 18.10.2014).
6. Дифференциальный порог. – URL : <http://dic.academic.Ru/dic.Nsf/psihologic/563/> (дата обращения: 20.10.2014).
7. Problem of virtual space modelling in aviation simulators / V. R. Roganov, E. A. Asmolova, A. N. Sereдкин et al. // in Life Science Journal. – 2014. – V. 11, No. 12s. – 1097 p.

Esimova N.¹, Meshcheryakova E. N.¹, Asmolova E. A.¹, Kuvshinova O. A.²

¹ Penza State Technological University, Penza, Russia

(E-mail: nurzipa.esimova@mail.ru, murashkinaelena@mail.ru, logan @ mail.ru),

² Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia

(E-mail: oly791702@rambler.ru)

METHODS OF THE THEORY OF DETECTION OF SIGNALS APPLYING TO PSYCHOPHYSICAL CALCULATION

Abstract. The article considers some approaches to determining differential thresholds and psychophysical functions using signal detection theory.

Keywords: differential signal detection threshold, psychophysical functions.

References

1. Psikhofizika: zakony Fekhnera i Stivensa. Osnovnyye polozheniya teorii obnaruzheniya signala. – URL : <http://shpargalki.ru/news/34.html> (дата обращения 12.10.2014).
2. Mikheev M. Yu., Roganov V. R., Andreev P. G., Goryachev N. V., Trusov V. A. "Developing the structure of the quality control system of power supply units in mobile robots" in 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON) 978-1-5090-1081-3/17/\$31.00 ©2017 IEEE June 29-30, 2017, Astana, Kazakhstan <http://toc.proceedings.com/35400webtoc.pdf>
3. Shiffman, H. Oshchushchenie i vospriyatie / H. Shiffman. – SPb. : Piter, 2003. – 928 p.
4. Opisaniye biologicheskoy obratnoy svyazi s ispol'zovaniem elementov teorii avtomaticheskogo upravleniya / B. A. Istomin, S. A. Ivanov, A. V. Gerasimenko et al. // V sbornike: Sovremennyye tekhnologii i razvitie politekhnicheskogo obrazovaniya Nauchnoye elektronnoye izdanie. – 2016. – P. 711 – 714.
5. Psihofizika. – URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/psihofizika> (дата обращения: 18.10.2014).
6. Differentsial'nyj porog. – URL : <http://dic.academic.Ru/dic.Nsf/psihologic/563/> (дата обращения: 20.10.2014).
7. Problem of virtual space modelling in aviation simulators / V. R. Roganov, E. A. Asmolova, A. N. Sereдкин et al. // in Life Science Journal. – 2014. – V. 11, No. 12s. – 1097 p.

УДК 004.932, 623.74

Ищук И. Н.¹, Зенкин А. А.², Лихачев М. А.³, Тельных Б. К.⁴, Уваров А. И.⁵¹ Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
(Тел. 8(951)8670668, e-mail: boerby76@mail.ru);Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», Воронеж, Россия² (Тел. 8(999)9609733, e-mail: zenk1n@yandex.ru),³ (Тел. 8(900)9557298, e-mail: tuborg051@mail.ru),⁴ (Тел. 8(999)8676377, e-mail: bogdanfm0508@yandex.ru),⁵ (Тел. 8(989)6828135, e-mail: uvarov-tambov2010@mail.ru)

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ВОЗДУШНОГО МОНИТОРИНГА ПО ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. Рассмотрена возможность применения нейронных сетей для решения задачи автоматического распознавания объектов дистанционного мониторинга по теплофизическим параметрам материалов, получаемых по изображениям в видимом и инфракрасном диапазонах длин волн с оптико-электронных средств летательных аппаратов.

Ключевые слова: нейронная сеть, теплофизические параметры, дистанционный мониторинг, инфракрасный диапазон длин волн, оптико-электронные системы.

Современные оптико-электронные средства (ОЭС), размещенные на летательных аппаратах, существенно расширили возможности их применения в задачах воздушного мониторинга, вывели на новый качественный уровень поступающую информацию об объектах наблюдения и повысили вероятность их обнаружения и распознавания. В том числе с появлением многоспектральной съемки в различных диапазонах длин волн стало возможным обнаружение и идентификация скрытых (замаскированных) объектов. Однако, в процессе эксплуатации данных средств, стала трудно-разрешимая задача быстрой и безошибочной, качественной обработки объемного потока данных, которую в настоящее время решают специалисты дешифрирования, а не интеллектуальные автоматические (автоматизированные) системы. Но все же определенный прогресс в разработке данных систем уже достигнут, но показатели эффективности интеллектуальных систем дешифрирования имеют пока недостаточный уровень.

Для выхода из сложившегося положения следует автоматизировать ряд операций, а именно: поиск и выделение нужного объекта, сравнения имеющихся по нему данным с оценкой и корреляции нескольких изображений одного и того же объекта, сегментации, фильтрации помех и выделения изображений из фона, определения границ объектов.

Для решения задачи поиска и распознавания объектов мониторинга по данным аэрофотографической съемки в видимом и инфракрасном (ИК) диапазоне длин волн применяются методы машинного обучения, а также используется дополнительный признак, такой как теплофизические параметры (ТФП) материалов объектов наблюдения. Но возможность распознавания зависит от умения нейронной сети (НС) отличать данные характеристики объектов.

Работа такой НС заключается в автоматическом анализе входных данных и подборе коэффициентов, позволяющих идентифицировать входные данные на требуемые классы по ТФП материалов целей, которые, например, в режиме реального времени поступают в обработку напрямую с ОЭС беспилотного летательного аппарата (БПЛА).

Нейросетевой подход к решению нестационарных теплофизических задач заключается в следующем. Требуется в области Ω найти решение уравнения:

$$\frac{du}{dt} = A(u) + f(x), x \in \Omega \subset R^{\phi},$$

удовлетворяющее условию на границе Γ :

$$B(U) = G(X), X \in \Gamma.$$

Функционал ошибки $k+1$ временного слоя при использовании явно-неявной схемы Кранка-Николсона с имеет вид:

$$j(\tilde{u}^{k+1}) = \sum_{j=1}^{m\Omega} W_{\Omega} [\tilde{u}^{k+1}(x_j^{\Omega}, \psi^{k+1}) - \frac{T}{2} (A(\tilde{u}^{k+1}(x_j^{\Omega}, \psi^{k+1})) + f^{k+1}(x_j^{\Omega})) - \\ - \tilde{u}^k(x_j^{\Omega}, \psi^k) - \frac{T}{2} (A(\tilde{u}^k(x_j^{\Omega}, \psi^k)))]^2 + \sum_{j=1}^{m\Gamma} W_{\Gamma} [B(\tilde{u}^{k+1}(x_j^{\Gamma}, \psi)) - g^{k+1}(x_j^{\Gamma})]^2 \\ j(\tilde{u}^{k+1}) \xrightarrow{\psi} \min,$$

где ψ – вектор параметров нейросетевой модели; u – аппроксимация точного решения краевой задачи; $\psi_u \subset \psi$ – параметры нейронной сети; $m\Omega, m\Gamma$ – заданное число контрольных точек; $W_{\Omega}, W_{\Gamma}, W_S$ – весовые коэффициенты, выравнивающие вклад составляющих функционала [1].

Исходными данными обучающей выборки НС взяты разновременные изображения в видимом и ИК-диапазоне длин волн, полученные с ОЭС БПЛА в ходе натурального суточного эксперимента.

Были получены изображения одного и того же участка земной поверхности с заранее расположенными на ней 6 испытуемых эталонных материалов с высоты 100 м (рис. 1).

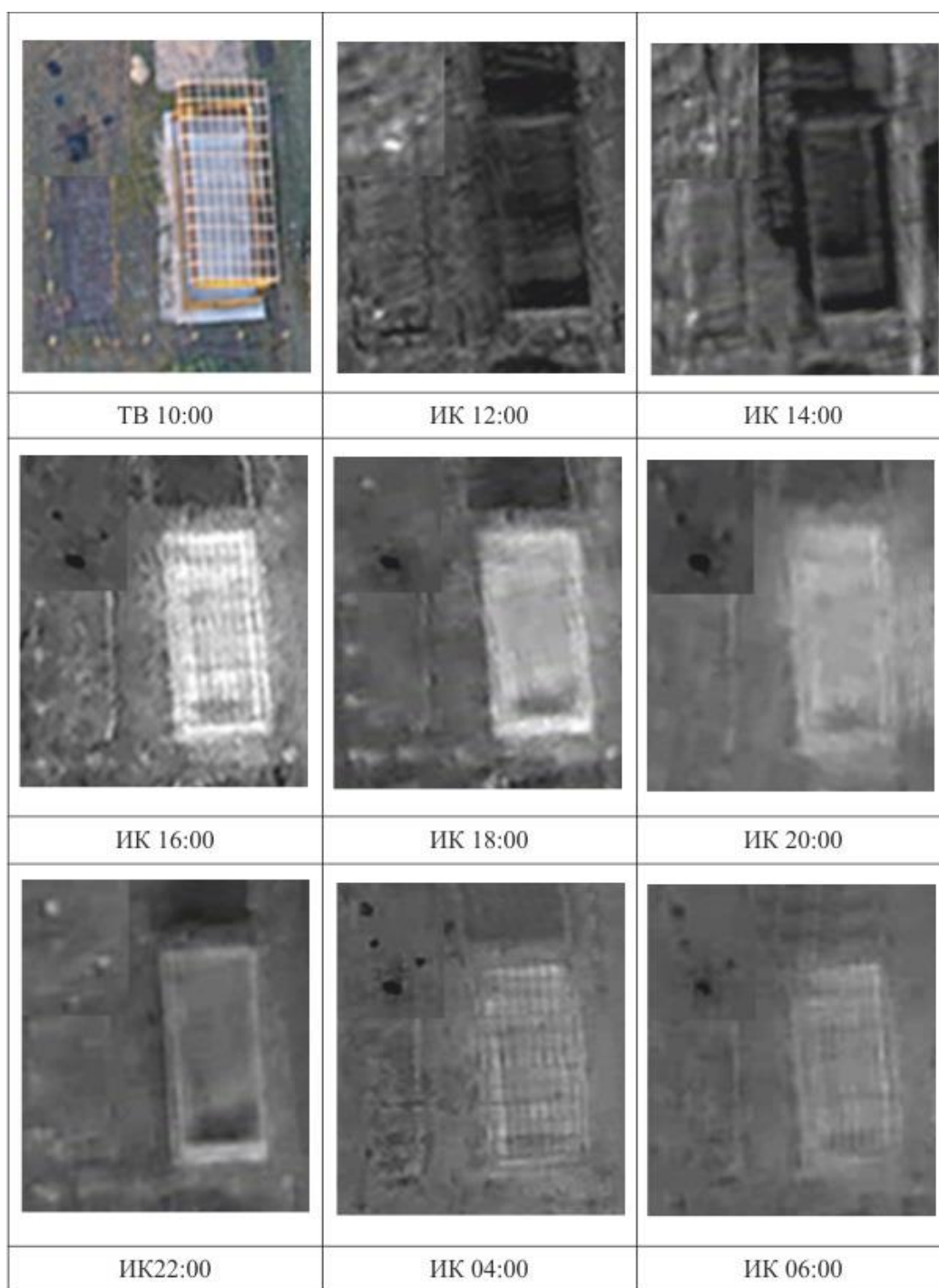


Рис. 1. Фотоснимки эталонных материалов в ИК и видимом диапазонах длин волн

Далее сформирован кубоид изображений, включающий один снимок в видимом и 8 в ИК-диапазоне длин волн, который формирует матрицу входных параметров НС, размерностью 8×150 , строки которой соответствуют типу эталонного материала, а столбцы соответствуют заранее известным координатам испытуемых материалов размерностью 15×10 пикселей. Обучающая выборка НС представлена графиком (рис. 2).

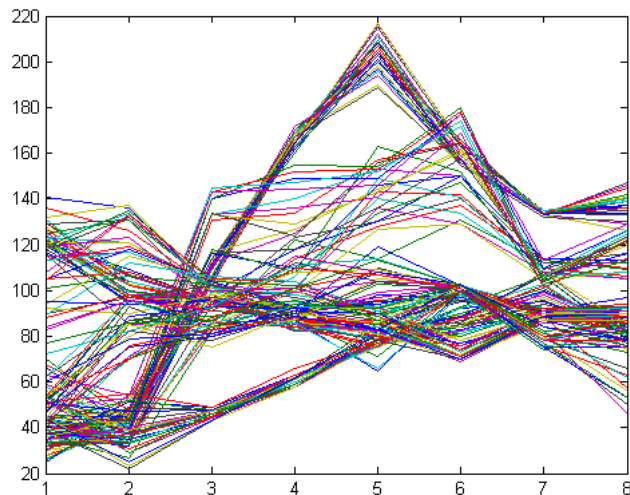


Рис. 2. График входных параметров обучающей выборки НС

Алгоритм НС распознавания объектов по их ТФП реализован в программной среде MATLAB R2014a с применением библиотеки формирования нейронных сетей Neural Network Toolbox. Структура НС представлена на рис. 3.

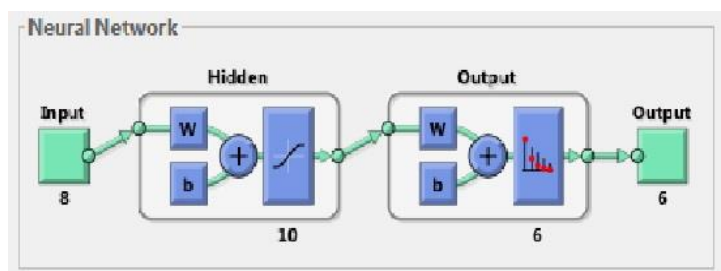


Рис. 3. Структура нейронной сети распознавания объектов по ТФП материалов

В результате обучения вероятность распознавания эталонных объектов, представленных на изображениях с ОЭС БПЛА, составила 96%. Гистограмма распределения ошибочной работы НС представлена на рис. 4.

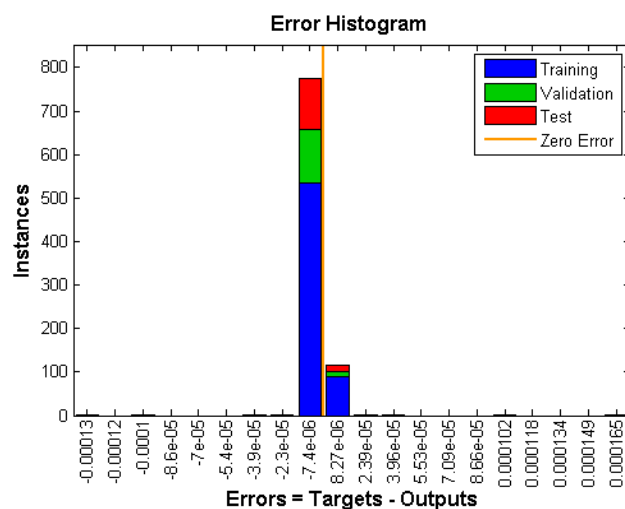


Рис. 4. Гистограмма распределения безошибочного распознавания НС объектов по ТФП материалов

Для тестирования работы НС взято ИК-изображение с заранее известным расположением эталонных материалов, полученное в результате натурального эксперимента. Для наглядности каждому из материалов предложен определенный цвет, который был объявлен в процессе формирования НС. В результате автоматической обработки тестового изображения НС распознала и присвоила цвет каждому классу материалов (рис. 5).

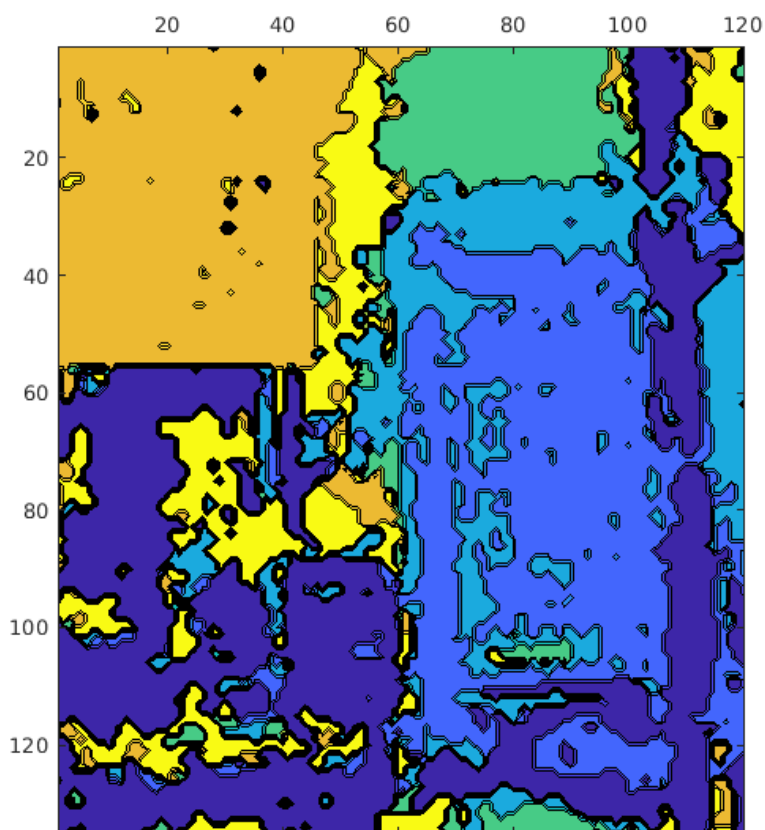


Рис. 5. Результат обработки нейронной сетью тестового изображения

Таким образом, по результатам натурального эксперимента и численных вычислений доказывают возможность применения нейронной сети распознавания объектов по ТФП материалов для обработки ИК-изображений, полученных при ведении дистанционного мониторинга с применением ОЭС.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-08-00053А).

Список использованных источников

1. Веселов, Ю. Г. Состояние и перспективы развития современной науки по направлению // Техническое зрение и распознавание образов : сборник трудов научно-технической конференции / Ю. Г. Веселов, А. С. Островский, Н. И. Сельвесюк. – 2019. – С. 173 – 175.
2. Корреляционная обработка кубоида инфракрасных изображений, получаемых с беспилотных летательных аппаратов. Часть 1. Моделирование и обработка инфракрасных сигнатур техногенных объектов в процессе суточного изменения температур / И. Н. Ищук,

Ю. Ю. Громов, К. В. Постнов, Е. А. Степанов, В. Н. Тяпкин // Техника и технологии. – 2016. – № 9(3). – С. 310 – 318.

3. Ищук, И. Н. Методика оценки динамики изменения вероятностных характеристик распознавания объектов воздушной разведки / И. Н. Ищук, А. А. Долгов, А. М. Филимонов, Д. Д. Дмитриев // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2019. – Т. 12. – № 6. – С. 683 – 693.

4. Ищук, И. Н. Способ классификации техногенных объектов на основе построения многослойных тепловых томограмм / И. Н. Ищук, А. А. Долгов // Сборник трудов ИТНТ-2019. – 2019.

5. Ищук, И. Н. Оценка вероятностных характеристик распознавания техногенных объектов на фоне земной поверхности по их температурным контрастам / И. Н. Ищук, А. А. Долгов // Информатика: проблемы, методология, технологии: сборник материалов XIX международной научно-методической конференции ; под редакцией Д. Н. Борисова ; Воронеж, Воронежский государственный университет, 14–15 февраля 2019 г. – Воронеж : Издательство «Научно-исследовательские публикации» (ООО «Вэлборн»). – 2019. – С. 312 – 316.

6. Colomina, I. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. ISPRS J. Photogramm / I. Colomina, P. Molina. – 2014. – 92. – P. 79 – 97.

7. He, K. Spatial Pyramid Pooling in Deep Convolutional Networks for Visual Recognition. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence / K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun. – 2014. – 37. – P. 1904 – 1916.

Ischuk I. N.¹, Zenkin A. A.², Likhachev M. A.³, Telnikh B. K.⁴, Uvarov A. I.⁵

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
(Tel. 8(951)8670668 e-mail: boerby76@mail.ru);

Military Training and Research Center of the Air Force “Air Force Academy ft.
Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin”, Voronezh, Russia

² (Tel. 8(999)9609733 e-mail: zenk1n@yandex.ru),

³ (Tel. 8(900)9557298, e-mail: tuborg051@mail.ru),

⁴ (Tel. 8(999)8676377, e-mail: bogdanfm0508@yandex.ru),

⁵ (Tel. 8(989)6828135, e-mail: uvarov-tambov2010@mail.ru)

IDENTIFICATION OF AIR MONITORING OBJECTS BASED ON THERMOPHYSICAL PARAMETERS OF MATERIALS USING NEURAL NETWORKS

Abstract. This article considers the possibility of using neural networks to solve the problem of automatic recognition of remote monitoring objects based on the thermal parameters of materials obtained from images in the visible and infrared wavelength ranges from optoelectronic means of aircraft.

Keywords: neural network, thermophysical parameters, remote monitoring, infrared wavelength range, optoelectronic systems.

References

1. Veselov, Y. G.; Ostrovsky, A. S.; Salveson, N. I. In the collection: State and prospects of development of modern science in the field of “Technical vision and pattern recognition”. Collection of scientific and technical conferences. – 2019. – P. 173 – 175.
2. Ishchuk I. N., Gromov Yu. y., Postnov K. V., Stepanov E. A., Tyapkin V. N. Correlation processing of the cuboid of infrared images obtained from unmanned aerial vehicles. Part 1. modeling and processing of infrared signatures of technogenic objects in the process of daily temperature changes // *Technika I tekhnologii*. – 2016. – No. 9(3). – P. 310 – 318.
3. Ishchuk I. N., Dolgov A. A., Filimonov A. M., Dmitriev D. D. Methodology for evaluating the dynamics of changes in the probabilistic characteristics of recognition of air reconnaissance objects. *journal of the Siberian Federal University. Series: Equipment and technologies*. 2019. – V. 12. – No. 6. – P. 683 – 693.
4. Ishchuk I. N., Dolgov A. A. Method of classification of technogenic objects based on the structure of multilayer thermal tomograms // *Proceedings of ITNT-2019*.
5. Ishchuk I. N., Dolgov A. A. Estimation of probabilistic characteristics of recognition of technological objects on the background of the earth's Surface by their temperature contrasts. // *Informatika: problems, methodology, technologies: collection of materials of the XIX international scientific and methodological conference / edited by D. N. Borisov; Voronezh, Voronezh state University, February 14-15, 2019 – Voronezh : Publishing house “Scientific research publications” (LLC “Welborn”)*. – 2019. – P. 312 – 316.
6. Colomina, I. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS J. Photogramm / I. Colomina, P. Molina*. – 2014. – 92. – P. 79 – 97.
7. He, K. Spatial Pyramid Pooling in Deep Convolutional Networks for Visual Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence / K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun*. – 2014. – 37. – P. 1904 – 1916.

УДК 004.056

Горлов А. П.¹, Егоров П. В.², Трохин М. Н.³, Лысова К. М.⁴
Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия

¹ (Тел. +7-980-302-53-80, e-mail: apgorlov@gmail.com),

² (Тел. +7-900-374-77-28, e-mail: pas0000@bk.ru),

³ (Тел. +7-952-962-77-74, e-mail: misha_trohin@mail.ru),

⁴ (Тел. +7-952-964-23-15, e-mail: miki-kristi@mail.ru)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ НАРУШИТЕЛЯ ДЛЯ ГИС

Аннотация. Основная задача исследования: разработка методики построения модели нарушителя для ГИС. Разработан перечень научных задач, необходимых для построения модели нарушителя, массив методических и научных данных в соответствии с которыми будет реализоваться разработка алгоритма построения модели нарушителя для ГИС. Методика построения модели нарушителя является одной из важнейших методик, позволяющая обеспечить информационную безопасность организации или предприятия, так же данная методика позволяет достаточно точно определить источники угроз и методы их нейтрализации.

Ключевые слова: Модель нарушителя, информационная безопасность, угрозы информационной безопасности, модель угроз, нарушитель информационной безопасности.

Сегодня в век науки и технического прогресса как никогда важна сохранность конфиденциальной информации. Для упрощения построения системы защиты была разработана модель нарушителя. Модель нарушителя помогает определить основные мотивы, причины, техническое оборудование которым может обладать нарушитель и т.д. На сегодняшний день правильно разработанная модель нарушителя является гарантией построения правильной системы информационной безопасности. По правильно построенной модели нарушителя необходимо строить систему информационной защиты.

Определив основные причины нарушений, представляется возможность оказать на них влияние, скорректировав требования к системе защиты от данного типа угроз. При анализе нарушений защиты необходимо уделять внимание личности нарушителя. Устранение мотивов, побудивших нарушителя к нарушению, в дальнейшем поможет избежать повторения подобной атаки.

При построении модели нарушителя требуется информация, которую можно получить от служб безопасности и аналитических групп, данные с сервера, об обстановке в коллективе и на объекте, которому необходима защита, сведения о конкурентах и ситуация на рынке и т.д.

Кроме этого, оцениваются реальные технические возможности, которыми может обладать злоумышленник для воздействия на защищаемый объект или систему защиты. Под техническими возможностями подразумевается перечень различных технических средств, которыми может обладать нарушитель в процессе совершения действий,

направленных против системы информационной защиты, попытка реализовать НСД к информационным сетям с целью получения, изменения или удаления информации.

Прослеживая всеобщий технический прогресс есть возможность увидеть стремительный рост атак на информационные сети. Компьютерные злоумышленники не интересуются насколько хорошо реализован контроль ИС, они ищут только одну единственную лазейку, которая даст им возможность реализовать нужную им цель. Используя различные факторы, злоумышленник может реализовать преступление, которое как они считают, легче чем ограбление банка вживую. При этом могут быть использованы методы шантажа или метод использования взяток. Малое количество предприятий верит, что они могут понести убытки по причине хакерской атаки, а еще меньше предприятий, которые заинтересованы вопросом угрозы информационной безопасности и проблемы защиты информации в сети. Множество менеджеров, отвечающих за защиту информации, под воздействием информационных волн не считают сетевых нарушителей и хакеров чем-то опасным, и, следовательно, против них не нужно бороться.

После получения необходимых знаний о потенциальных нарушителях для информационной системы, можно реализовать модель безопасности для ИС. После построения модели угроз можно определить частоту, с которой угрозы могут возникать, при этом следует учитывать возможности, которыми может обладать нарушитель.

Для более углубленного изучения проблематики построения модели нарушителя следует обратиться к научным статьям. Каждая научная статья рассматривает свои вопросы и методы построения модели нарушителя, опираясь на учебники или свой опыт.

Автоматизированный метод построения модели подробно представлен в статье «ПО автоматизирующее процесс построения модели нарушителя для ИСПДН» (А. В. Власенко, К. В. Клименко, Ю. Е. Егорихин, К. С. Златина, И. В. Шустова) в данной статье продемонстрированы возможности ПО, созданного для построения модели нарушителя. В данном программном обеспечении имеется пункт, отвечающий за возможность сговора, который позволяет предположить процент сговора нарушителя и сотрудника информационной системы.

Главным недостатком данного метода построения модели нарушителя является то, что вся модель строится в программном обеспечении с весьма узким перечнем используемых операционных систем. Данный перечень базируется на уже устаревших документах ФСБ. Любая программа может дать сбой и привести к неправильному построению модели нарушителя. В лучшем случае ошибка сразу же будет обнаружена, в худшем – брешь в защите так и будет открыта.

Главными плюсами данной программы является то, что программа весьма удобна в использовании. Также данная программа опирается как на документы Федеральной службы по техническому и экспертному контролю (ФСТЭК), так и на документы Федеральной службы безопасности (ФСБ). Разработка программного обеспечения уменьшает затраты по времени на построение модели нарушителя для ИСПДН, а также позволяет избежать привлечения специалистов по защите информации, но при этом нужно иметь ЭВМ с подходящими системными требованиями для запуска данного ПО, и не стоит

забывать, что любая программа может в любой момент дать сбой, что, в свою очередь, может привести к крупным негативным последствиям.

Модель угрозы безопасности информации определяются по результатам оценки возможностей (потенциала) внешних и внутренних нарушителей (Модель нарушителя), анализа возможных уязвимостей информационной системы, возможных способов реализации угроз информационной безопасности информации и последствий от нарушения свойств информационной безопасности (конфиденциальности, целостности, доступности).

Потенциал нарушителей определяется в ходе оценки их возможностей, проводимой при определении угроз безопасности информации в соответствии с пунктом 14.3 настоящих Требований.

ГИС можно проверить на актуальность использования СКЗИ для обеспечения безопасности передаваемой информации. Использование СКЗИ для обеспечения защиты передаваемой информации можно рассматривать только в случаях если:

- в информационной системе существуют угрозы, нейтрализуемые только с использованием СКЗИ;
- передаваемая информация подлежит криптографической защите в соответствии с законодательством РФ.

Также к сведению необходимо принять тот факт, что решение о необходимости криптографической защиты передаваемой информации может быть принято конкретным оператором на основании технико-экономического сравнения альтернативных вариантов обеспечения характеристик безопасности информации, в которой содержится подлежащая защите информация.

К случаям, когда угрозы могут быть нейтрализованы только с использованием СКЗИ, относятся следующие:

- хранение информации на носителях информации, несанкционированный доступ к которым со стороны нарушителя не может быть исключен с помощью некриптографических способов и методов;
- передача информации по каналам связи, которые не защищены от перехвата нарушителем передаваемой по ним информации или от несанкционированных воздействий на данную информацию.

При этом при описании государственной информационной системы необходимо указывать:

- отчуждаемые носители защищаемой информации, которые могут использоваться в каждой подсистеме ГИС или в ИС в целом, для данных систем несанкционированный доступ к хранимой на них информации не может быть исключен без использования СКЗИ;
- область применения СКЗИ в информационной системе и цели применения СКЗИ в информационной системе;
- ПО, базы данных, технические средства, информационные технологии, используемые в каждой системе, ГИС или в информационной системе в целом для обработки

передаваемой информации и имеющие отношение к криптографической защите информации;

- меры по разграничению доступа в помещения, в которых размещены ресурсы информационной системы, которые могут иметь отношение к криптографической защите передаваемой информации.

В приказе ФСТЭК № 31 в статье 13.3 имеется требование, по которому в охраняемой информационной автоматизированной системе должен быть документ, описывающий возможности нарушителя (модель нарушителя). Данные требования можно интерпретировать в виде таблицы (табл. 1).

1. Модель нарушителя для ГИС

Объект защиты	Возможный нарушитель	Действия нарушителя	Мотивы нарушителя	Потенциал нарушителя	Степень угрозы нарушителя
ГИС-технологии в системе социально-гигиенического мониторинга территорий	Ген. директор	Дестабилизация работы компании	3-Недовольство работой руководства	3-Высокий потенциал	Высокая степень угрозы
	Бухгалтер	Дестабилизация работы компании	2-Недовольство условиями труда	2-Средний потенциал	Средняя степень угрозы
ГИС-технологии в системе социально-гигиенического мониторинга территорий	Уборщик	Хищение информации	2-Недовольствие условиями труда	1-Низкий потенциал	Низкая степень угрозы
ГИС в энергетике	Администратор	Дестабилизация работы	1-Нет	3-Высокий	Низкая степень угрозы
	Глава службы безопасности	Дестабилизация работы компании	3-Недовольство работой руководства	3-Высокий	Высокая степень угрозы
ГИС в горном деле и геологии	Секретарь генерального директора	Хищение информации	2-Недовольство условиями труда	2-Средний	Средняя степень угрозы

В первый столбик таблицы мы записываем название объекта защиты и отрасли, в которой она находится. Во второй столбик мы записываем возможного нарушителя, который варьируется в зависимости от объекта защиты. В третью колонку мы записываем возможные негативные действия, которые может причинить нарушитель.

В третий столбик записывается мотив нарушителя. В зависимости от выбранного мотива присваивается число. Присвоение чисел происходит следующим образом:

- 1) нет мотива;
- 2) недовольство условиями труда (Маленькая зарплата);
- 3) недовольство работой руководства (Выговор).

В четвертый столбик записывается потенциал нарушителя. Так же, как и с мотивом, определенному потенциалу приписывается определенное число. Присвоение чисел происходит следующим образом.

1 – Низкий потенциал (Лица, не имеющие доступа к секретной информации, лица, не имеющие в распоряжении специального оборудования);

2 – Средний потенциал (Лица, имеющие ограниченный доступ к информационным ресурсам предприятия);

3 – Высокий потенциал (Лица, имеющие полный доступ к секретной информации, лица, обладающие специальным оборудованием).

В пятую колонку записывается степень угрозы нарушителя, которая вычисляется с помощью чисел из столбиков три и четыре по следующей формуле:

$$M \times P = S,$$

где M – число, присвоенное данному мотиву нарушителя; P – число, присвоенное в зависимости от потенциала нарушителя; S – степень угрозы нарушителя.

В зависимости от числа, полученного из формулы, присваивается степень угрозы следующим образом:

- 1 – 3 – низкая степень угрозы;
- 4 – 6 – средняя степень угрозы;
- 7 – 9 – высокая степень угрозы.

Результатом научно-исследовательской работы является перечень научных задач, необходимых для построения модели нарушителя для ГИС. Вся изложенная информация достаточно подробно описывает проблематику построения модели нарушителя, алгоритма ее построения. Методика построения модели нарушителя является одной из важнейших методик, которая позволяет обеспечить информационную безопасность организации или предприятия, также данная методика позволяет определить источники угроз и методы их нейтрализации.

Список использованных источников

1. ПО, автоматизирующее процесс построения модели нарушителя для ИСПДН / А. В. Власенко, К. В. Клименко, Ю. Е. Егорихин и др. // Научные труды КГТУ [Электронный ресурс]. – 2018. – № 3. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34992975> (дата обращения: 28.09.2020).

2. Жуков, В. Г. Модель нарушителя прав доступа в автоматизированной системе // СГАУ № 2. 2012 г. [Электронный ресурс]. – URL : <http://swsys.ru/index.php?page=article&id=3116&lang=> (дата обращения: 28.09.2020).

3. Информационное сообщение ФСТЭК России от 27 января 2014 г. № 24. [Электронный ресурс]. – URL : <https://fstec.ru/component/attachments/download/764> (дата обращения: 28.09.2020).

4. Модель нарушителя // ООО «НПО ЦСТБ» от 20 ноября 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL : <http://npo-cstb.ru/info/articles/model-narushitelya/> (дата обращения: 28.09.2020).

5. Аверчинков, В. И. Аудит информационной безопасности / В. И. Аверчинков. – 3-е издание, стереотипное – М. : Издательство «ФЛИНТА», 2016 [Электронный ресурс]. – URL : <https://docviewer.yandex.ru/view/334081275/>. (дата обращения: 28.09.2020).

6. ПО, автоматизирующее процесс построения модели нарушителя для ИСПДН / А. В. Власенко, К. В. Клименко, Ю. Е. Егорихин и др. // Научные труды КГТУ. – 2018. – № 3. – С. 150 – 156.

Gorlov A. P.¹, Egorov P. V.², Trohin M. N.³, Lysova K. M.⁴

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

¹ (Tel. +7-980-302-53-80, e-mail: apgorlov@gmail.com),

² (Tel. +7-900-374-77-28, e-mail: pas0000@bk.ru),

³ (Tel. +7-952-962-77-74, e-mail: misha_trohin@mail.ru),

⁴ (Tel. +7-952-964-23-15, e-mail: miki-kristi@mail.ru)

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR BUILDING A MODEL OF AN OFFENDER FOR A GIS

Abstract. The main objective of the study is to develop a methodology for constructing an offender model for GIS. The list of scientific tasks required for the construction of the model of the offender and the set of methodical and scientific data according to which the development of the algorithm for constructing the model of the offender for the GIS will be realized has been developed. The method of constructing the model of the violator is one of the most important methods for ensuring the information security of an organization or enterprise, and the method of neutralizing the threats is sufficiently precise.

Keywords: offender model, information security, threats to information security, threat model, violator of information security.

УДК 004.056

Лысов Д. А.¹, Иванова М. И.², Трохин М. Н.³, Егоров П. В.⁴
Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия

¹ (Тел. +7-910-330-54-33, e-mail: lysovdmittriia@Gmail.com),

² (Тел. +7-920-604-22-05, e-mail: homychok2@mail.ru),

³ (Тел. +7-952-962-77-74, e-mail: misha_trohin@mail.ru),

⁴ (Тел. +7-900-374-77-28, e-mail: pas0000@bk.ru)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗМОЖНОГО УЩЕРБА ОТ НАРУШЕНИЯ СВОЙСТВ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ НА КОММЕРЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация. Прогнозирование возможного ущерба при обработке персональных данных на коммерческом предприятии представляет собой важнейшее направление обеспечения информационной безопасности как составной части обеспечения коммерческой безопасности предприятия.

Для оценки ущерба важно осознавать и учитывать все параметры, которые влияют на величину ущерба. Среди них могут быть затраты на выплату компенсаций рабочим, а также выплату штрафа государству.

Чтобы узнать приблизительную величину ущерба, необходимо постоянно выявлять все возможные каналы утечки информации, уровень защищенности предприятия, подсчитывать возможный ущерб от разглашения, изменения или удаления персональных данных. Это подскажет, стоит ли усиливать безопасность обработки персональных данных или обработка и так защищена.

Ключевые слова: информационная безопасность, персональные данные, обработка персональных данных, уровень защищенности, методика прогнозирования возможного ущерба.

Для прогнозирования возможного ущерба от нарушения свойств безопасности необходимо выявить возможные угрозы и риски информационной безопасности и источники угроз. Также необходимо знать законодательство страны.

Существует множество законов в различных кодексах России и методических рекомендаций, что показывает, что персональные данные защищены во всех средах.

В нормативно-правовой базе РФ по данной тематике дается представление об основных персональных данных работника на коммерческом предприятии, их защите, порядке сбора и хранения, а также общие требования при обработке этих данных.

Для проведения процесса оценки возможного ущерба (ВУ) при обработке персональных данных необходимо определить несколько параметров: уровень защищенности информации от разглашения, удаления и изменения (УЗР, УЗУ, УЗИ соответственно), вероятный штраф (Ш) и количество обрабатываемых персональных данных (КПдН).

Оценка группового показателя производится посредством аддитивной свертки коэффициентов важности и числовой оценки защищенности параметра частного показателя (1):

$$GP = \alpha_1 Ch_1 + \alpha_2 Ch_2 + \dots + \alpha_m Ch_m, \tag{1}$$

где $\alpha_1 \dots \alpha_m$ – коэффициенты веса, $0 \leq \alpha_i \leq 1$, $\sum \alpha_i = 1$, а Ch_k – коэффициенты важности каждого из критериев Ch_k .

Функция $GPI(Ch_1, Ch_2, \dots, Ch_m)$ обладает следующими свойствами:

1) если все $Ch_k = 1$, то $GPI = 1$;

2) если все $Ch_k = 0$, то $GPI = 0$.

Существуют анкеты, оценивающие уровень защищенности от угроз, влияющих на разглашение, удаление и изменение информации.

Фрагменты анкет представлены в табл. 1, 2 и 3.

1. Форма анкеты, на основании ответов которой оценивается уровень защищенности от угроз, влияющих на разглашение информации

Угроза	Вес	Важность
1. Неосторожные действия, приводящие к разглашению конфиденциальной информации, или делающие ее общедоступной		0,07
Имеется ли на объекте утвержденное положение об обработке ПДн	0,3	
Имеется ли на объекте утвержденное положение разграничения доступа	0,25	
Имеется ли на объекте настройки администратора разграничивающие доступ	0,2	
Имеется ли на объекте утвержденный приказ о допуске	0,15	
Имеется ли на объекте план проведения проверок работы персонала и система наказания персонала	0,1	
2. Игнорирование организационных ограничений (установленных правил) при работе в системе		0,066
Имеется ли на объекте утвержденное положение об обработке ПДн	0,3	
Имеется ли на объекте утвержденное положение разграничения доступа	0,25	
Имеется ли на объекте настройки администратора разграничивающие доступ	0,2	
Имеется ли на объекте утвержденный приказ о допуске	0,15	
Имеется ли на объекте план проведения проверок работы персонала и компьютерных систем и система наказания персонала	0,1	
...

2. Форма анкеты, на основании ответов которой оценивается уровень защищенности от угроз, влияющих на удаление информации

Угроза	Вес	Важность
1. Неумышленные действия оператора		0,077
Имеется ли на объекте система запасного копирования и хранения информации	0,3	
Имеется ли на объекте утвержденное положение об обработке ПДн	0,225	
Имеется ли на объекте утвержденное положение разграничения доступа	0,2	
Имеются ли на объекте настройки администратора, разграничивающие доступ	0,15	
Имеется ли на объекте утвержденный приказ о допуске	0,125	
Имеется ли на объекте план проведения проверок работы персонала и система наказания персонала	0,1	
2. Игнорирование организационных ограничений (установленных правил) при работе в системе		0,071
Имеется ли на объекте система запасного копирования и хранения информации	0,3	
Имеется ли на объекте утвержденное положение об обработке ПДн	0,225	
...

3. Форма анкеты, на основании ответов которой оценивается уровень защищенности от угроз, влияющих на изменение информации

Угроза	Вес	Важность
1. Неумышленные действия оператора		0,077
Имеется ли на объекте система запасного копирования и хранения информации	0,3	
Имеется ли на объекте утвержденное положение об обработке ПДн	0,225	
Имеется ли на объекте утвержденное положение разграничения доступа	0,2	
Имеется ли на объекте настройки администратора разграничивающие доступ	0,15	
Имеется ли на объекте утвержденный приказ о допуске	0,125	
Имеется ли на объекте план проведения проверок работы персонала и система наказания персонала	0,1	

Продолжение табл. 3

Угроза	Вес	Важность
2. Ввод ошибочных данных		0,074
Имеется ли на объекте система запасного копирования и хранения информации	0,6	
Имеется ли на объекте план проведения проверок работы персонала и система наказания персонала	0,4	
...

Для определения уровня защищенности информации при разглашении, удалении и изменении необходимо воспользоваться средней арифметической вероятности реализации угроз.

Информация имеет высокий уровень защищенности и низкий уровень угрозы, если $УЗ > 0,66$;

Информация имеет средний уровень защищенности и средний уровень угрозы, если $0,47 < УЗ < 0,66$;

Информация имеет низкий уровень защищенности и высокий уровень угрозы, если $УЗ < 0,47$.

При высоком уровне угрозы необходимо немедленно усилить меры безопасности обработки персональных данных.

При среднем уровне угрозы необходимо усилить меры безопасности обработки персональных данных.

При низком уровне угрозы нет необходимости усиливать меры безопасности обработки персональных данных.

Прогнозирование возможного ущерба при обработке персональных данных на коммерческом предприятии представляет собой важнейшее направление обеспечения информационной безопасности, как составной части обеспечения коммерческой безопасности предприятия.

Для оценки ущерба важно осознавать и учитывать все параметры, которые влияют на величину ущерба. Среди них могут быть затраты на выплату компенсаций рабочим, а также выплату штрафа государству.

Данная методика помогает выявить возможные каналы утечки информации, уровень защищенности предприятия, подсчитать возможный ущерб от разглашения, изменения или удаления персональных данных, а также подскажет, стоит ли усиливать безопасность обработки персональных данных или обработка и так защищена.

Список использованных источников

1. Юридический портал Правоведус [Электронный ресурс]. – URL : <https://pravovedus.ru/practical-law/civil/zashhita-personalnyih-dannyih/> (дата обращения: 20.10.2020).
2. Официальный сайт Международной организации по стандартизации [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.iso.org/iso/ru/home.htm>. (дата обращения: 20.10.2020).

3. Загинайлов, Ю. Н. Теория информационной безопасности и методология защиты информации : учебное пособие / Ю. Н. Загинайлов. – М. : Берлин : Директ-Медиа, 2015 [Электронный ресурс]. – URL : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276557> (дата обращения: 20.10.2020).
4. Аверчинков, В. И. Аудит информационной безопасности / В. И. Аверчинков. – 3-е издание, стереотипное – М. : Издательство «ФЛИНТА», 2016 [Электронный ресурс]. – URL : <https://docviewer.yandex.ru/view/334081275/> (дата обращения: 20.10.2020).
5. Саматов, К. М. Персональные данные работников организации и их защита / К. М. Саматов Издательство: Издательские решения. – URL : <https://avidreaders.ru/book/personalnye-dannye-rabotnikov-organizacii-i-ih.html> (дата обращения: 20.10.2020).
6. Аверченков, В. И. Защита персональных данных в организациях / В. И. Аверченков. – 2016.
7. О персональных данных : Федеральный закон : научно-практический комментарий / под редакцией А. А. Приезжевой. 2015 г. От коллектива Роскомнадзора.
8. Защита персональных данных в организациях здравоохранения / А. Г. Сабанов, В. Д. Зыков, Р. В. Мещеряков и др. – 2012.
9. Борисов, М. Особенности защиты персональных данных в трудовых отношениях / М. Борисов. – 2018 г.
10. Савельев, А. И. О персональных данных : научно-практический постатейный комментарий к Федеральному закону , 2017 г. – 470 с. Книга для изучения вопроса с юридической стороны / А. И. Савельев.

Lysov D. A.¹, Ivanova M. I.², Trohin M. N.³, Egorov P. V.⁴

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

¹ (Tel. +7-910-330-54-33, e-mail: lysovdmtriia@Gmail.com),

² (Tel. +7-920-604-22-05, e-mail: homychok2@mail.ru),

³ (Tel. +7-952-962-77-74, e-mail: misha_trohin@mail.ru),

⁴ (Tel. +7-900-374-77-28, e-mail: pas0000@bk.ru)

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR PREDICTING POSSIBLE DAMAGE FROM VIOLATION OF PERSONAL DATA SECURITY PROPERTIES IN A COMMERCIAL ENTERPRISE

Abstract. Predicting potential damage during data processing in a commercial enterprise is an important area of information security, as an integral part of the commercial security of an enterprise.

To assess the damage, it is necessary to take into account and take into account all the parameters that affect the impact. These may include the cost of paying workers' compensation, as well as paying a fine to the state.

To find out the value of damage, it is necessary to constantly identify all possible channels of information leakage, the level of security of the enterprise, calculate the possible damage from disclosure, modification or deletion of data. This will tell you whether it is worth strengthening the security of data processing or processing is already protected.

Keywords: information security, personal data, processing of personal data, level of security, methods for predicting possible damage.

Секция 3
ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ
МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

УДК 519.257 + 004.056

Гулак М. Л.

Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия
(Тел. +7(960)5511151, e-mail: gml13@yandex.ru)

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ СОСТОЯНИЯ
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Показаны назначение прогноза информационной безопасности, цели такого прогнозирования, определены неявные факторы, учитываемые при выполнении прогноза. Рассмотрены такие наиболее часто применяемые при прогнозировании методы: экстраполяции, экспертных оценок, средней геометрической и моделирования, а также подходы к моделированию состояния информационной безопасности для составления прогноза. Уделено внимание методу наименьших квадратов, который можно использовать для моделирования состояния информационной безопасности.

Ключевые слова: информационная безопасность, экстраполяция, моделирование, метод наименьших квадратов.

Как и в любой деятельности, обеспечение информационной безопасности предполагает решение широкого круга задач, связанных с анализом и прогнозированием. При этом применяются соответствующие методы, позволяющие решить поставленные задачи с необходимой точностью. Рассмотрим некоторые методы, применяемые при прогнозировании состояния информационной безопасности (ИБ) для выработки решений по его улучшению.

Прогнозирование состояния ИБ – процесс познания закономерностей развития ИБ, в основе которого лежит изучение данных и учет тенденций этого развития от прошлого к настоящему и от настоящего к будущему. Основным принцип научного прогнозирования – исторический подход.

Прогноз всегда имеет вероятностный характер, поэтому на основе прогноза можно лишь предполагать, что в будущем состояние информационной безопасности претерпит те или иные изменения.

В качестве основных целей прогнозирования обычно определяют:

- показ характера и масштабов изменения состояния ИБ в будущем;
- предоставление руководству компании, учреждения информации, которая нужна при принятии управленческих решений для эффективного противодействия угрозам ИБ;
- предоставление органам власти данных, которые необходимо учитывать при создании и реализации краткосрочных программ, решении острых социальных, экономических и иных проблем в области обеспечения ИБ;

– снабжение различных ведомств сведениями, которые позволяют планировать финансовое обеспечение борьбы с правонарушениями в информационной сфере.

При составлении прогноза желательно учитывать различные факторы, которые, на первый взгляд, не относятся к сфере обеспечения информационной безопасности. Такие факторы можно условно разделить на группы:

- социально-экономические: социальное расслоение, уровень зарплаты, безработица;
- политико-правовые: наличие и характер деятельности политических партий, общественных формирований, СМИ, состояние законодательства;
- демографические: структура населения, характеристика миграции;
- нравственно-этические: состояние социальной сферы, влияние массовой культуры; отношение к тем или иным правонарушениям, система нравственного воспитания;
- правоприменительные: результативность правоохранительной деятельности, авторитет сотрудников правоохранительной сферы, состояние защищенности от преступных посягательств в информационной сфере.

Для повышения точности прогноза следует учитывать совокупное действие факторов. Чем многостороннее анализ, чем глубже изучен механизм воздействия различных факторов, тем обоснованнее прогноз, выше его ценность.

Наиболее просты и, следовательно, популярны следующие методы прогнозирования: экстраполяции, экспертных оценок, средней геометрической и моделирования. Выбор метода прогнозирования зависит от многих условий: широты охвата прогнозируемого объекта, дальности (глубины) прогноза, его многофакторности, материальных и людских ресурсов.

Метод экстраполяции применяется наиболее часто, как самый простой и интуитивно понятный. При этом экстраполяция явно или не явно лежит в основе всякого прогноза. Ее сущность состоит в изучении прошлого развития прогнозируемого объекта и переносе выявленных закономерностей на будущее. При этом предполагается, что сохранится характер и интенсивность влияния факторов на состояние информационной безопасности.

Благодаря относительной устойчивости закономерностей и факторов развития социальных явлений, экстраполяция вполне применима для их прогнозирования на сравнительно короткие сроки.

Иногда для составления прогноза бывает достаточно провести визуальный анализ графического изображения динамики изменения состояния информационной безопасности явления. Так, можно «на глазок» прикинуть количество инцидентов в следующем году. Этот метод применим, когда не ожидается экономических, социальных и других «потрясений».

Метод экспертных оценок рекомендуется использовать в крупных регионах, где имеется достаточное количество ученых и специалистов, способных выступить в качестве экспертов по прогнозируемым вопросам, а также материальные средства.

Он применяется в условиях недостаточности информации, когда невозможно ее формализовать или систематизировать.

Сущность метода экспертных оценок состоит в том, что за основу прогноза принимается мнение специалистов, основанное на профессиональном, научном, практическом опыте. При этом важно обеспечить экспертов аналитической информацией о состоянии информационной безопасности, процессах, которые могут на нее повлиять. Оценивая эти данные, эксперты высказывают свое мнение об изменении состояния информационной безопасности в будущем.

Способ средней геометрической основан на использовании среднего темпа роста (снижения) количества инцидентов ИБ, который представляет собой среднюю геометрическую отдельных темпов роста, вычисленных по цепному принципу.

Средняя геометрическая динамического ряда определяет средний темп роста (снижения) его уровней и таким образом дает обобщенную характеристику интенсивности развития изучаемого явления во времени.

Метод моделирования предполагает выявление и сбор сведений об изменении всех факторов, достаточно сильно влияющих на состояние и развитие информационной безопасности в настоящее время в данном регионе (организации).

Фактически с помощью моделирования решается одна из важнейших исследовательских задач – получение формульных зависимостей, связывающих значение выходной переменной Y (например, число инцидентов информационной безопасности) с влияющими на нее факторами X . Полученная модель выглядит как функция $Y = f(X)$.

Получение моделей является трудоемким процессом и предполагает использование ЭВМ. Необходимо привлечение специалистов в области математики и программирования для разработки математической модели и написания программного обеспечения для ЭВМ.

Чаще всего для получения математической модели используют метод наименьших квадратов (МНК), позволяющий построить математическую модель изучаемого явления для аппроксимации имеющихся данных с их последующей экстраполяцией. При этом искомая кривая не обязательно должна проходить через заданные точки.

В качестве примера рассмотрим рис. 1, отражающий большой разброс точек. Будем искать аппроксимирующую функцию $f(x)$ в виде полинома первой степени (прямой).

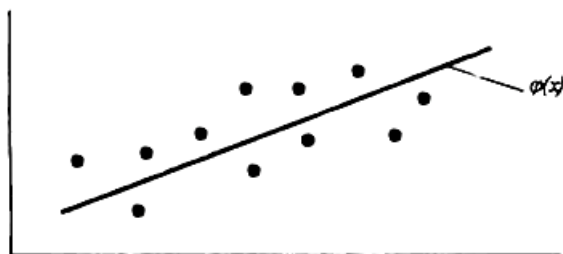


Рис. 1. Аппроксимация в виде прямой

Таким образом, данная система точек группируется вокруг искомой прямой. Эту прямую легко провести на глаз так, чтобы она наиболее близко подходила к исходным точкам. Однако задачей метода наименьших квадратов является нахождение уравнения прямой более строгими математическими методами.

Пусть общее количество точек равно n . Отклонение i -й точки от искомой прямой:

$$\delta_i = \varphi(x_i) - y_i.$$

Как видно из рис. 2, отклонения могут быть как положительными, так и отрицательными. Значит, для того, чтобы определить близость искомой функции к заданным табличным точкам, требуется вычислить сумму квадратов всех отклонений.

Метод наименьших квадратов заключается в минимизации суммы квадратов отклонений. В нашем случае эта функция равна

$$S = \sum_{i=1}^m \delta_i^2 = \sum_{i=1}^m [(a_0 + ax_i) - y_i]^2,$$

где m – количество точек; суммирование здесь и далее выполняется по всем точкам.

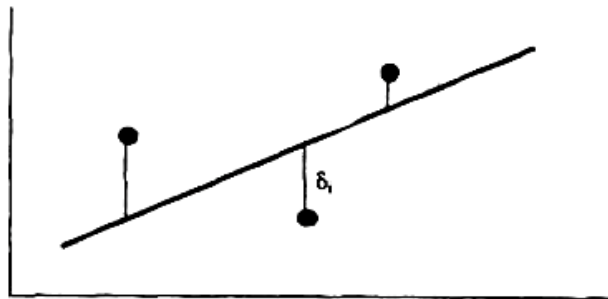


Рис. 2. График отклонений МНК

Для нахождения минимума функции S необходимо приравнять нулю ее частные производные. В результате получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial \alpha_0} = 0; \\ \frac{\partial S}{\partial \alpha_1} = 0. \end{cases}$$

Опустив промежуточные преобразования, получим систему уравнений для нахождения неизвестных коэффициентов:

$$\begin{cases} m \cdot a_0 + (\sum x_i) \cdot a_1 = \sum y_i; \\ (\sum x_i) \cdot a_0 + (\sum x_i^2) \cdot a_1 = \sum x_i \cdot y_i. \end{cases}$$

Метод наименьших квадратов несложно распространить на общий случай, когда требуется найти функцию $\varphi(x)$ в виде полинома степени n :

$$\varphi(x) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n.$$

В случае аппроксимации всегда справедливо соотношение количества исходных точек m и степени искомого полинома n : $n \leq m - 1$, причем в случае равенства приходим к интерполяции, когда все отклонения равны нулю.

Неизвестные коэффициенты a_i можно найти из условия минимизации суммы квадратов отклонений искомой функции от исходных точек. По аналогии с полиномом первой степени можно построить систему уравнений: $Z \cdot A = B$, где Z – квадратная матрица размерности $(n + 1) \times (n + 1)$, составленная из координат x известных точек, A – вектор неизвестных коэффициентов; Y – вектор-столбец свободных членов, составленный из координат y известных точек.

$$\begin{cases} m & \sum x_i & \sum x_i^2 & \dots & \sum x_i^n \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \dots & \sum x_i^{n+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum x_i^n & \sum x_i^{n+1} & \sum x_i^{n+2} & \dots & \sum x_i^{2n} \end{cases}; \quad A = \begin{cases} a_0 \\ a_1 \\ \dots \\ a_n \end{cases}; \quad Y = \begin{cases} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \\ \dots \\ \sum x_i^n y_i \end{cases}.$$

Таким образом, применение метода моделирования для решения задачи прогнозирования состояния информационной безопасности позволяет получить предполагаемое число инцидентов ИБ в будущем и, соответственно, разработать меры предотвращения этих инцидентов или уменьшения их количества.

Список использованных источников

1. Гулак, М. Л. Статистические основы информационной безопасности [Текст] + [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. Л. Гулак, М. Ю. Рытов, А. П. Горлов. – Брянск : БГТУ, 2017. – 132 с.
2. Лунеев, В. В. Юридическая статистика: учебник / В. В. Лунеев. – М. : Юристь, 2010.
3. Казанцев, С. Я. Правовая статистика : учебник / под ред. С. Я. Казанцева, С. Я. Лебедева, С. М. Иншакова. – 2-изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 272 с.
4. Салин, В. Н. Социально-экономическая статистика : практикум / под ред. В. Н. Салина, Е. П. Шпаковской. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 192 с.

Gulak M. L.

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia
(Tel. +7(960)5511151, e-mail: gml13@yandex.ru)

SOME APPROACHES TO MODELING THE STATE OF INFORMATION SECURITY

Abstract. The article demonstrates the purpose of the information security forecast, the goals of such forecasting. and implicit factors that are taken into account when making the forecast are identified. The most frequently used methods for forecasting such as the extrapolation methods, the method of expert estimates, the method of geometric middling and the modeling method, as well as approaches to modeling of the information security state for making a forecast are considered in the article. Attention is paid to the least-squares method, that can be used to modeling of the information security state.

Keywords: information security, extrapolation, modeling, least squares method.

УДК 621.865.8

Музылева И. В.¹, Языкова Л. Н.², Кондратьев С. Е.³

Липецкий государственный технический университет, Липецк, Россия

¹ (Тел. (950)8058799, e-mail: innmuz3648@gmail.com),² (Тел. (904)2880337, e-mail: yazykova.lstu@gmail.com),³ (Тел. (910)3520416, e-mail: cuuberplayz@gmail.com)

ВНЕДРЕНИЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК И ДВИЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Аннотация. Рассматривается применение 3D-моделирования и дополненной реальности для создания образовательной системы и пособий по изучению различных кинематических и динамических свойств, принципов движения и использования промышленных роботов, используя подготовленную 3D-модель как робота в сборке, так и отдельно по механизмам для более эффективного изучения промышленной робототехники в высших технических заведениях соответствующих специальностей.

Ключевые слова: промышленная робототехника, 3D-моделирование, дополненная реальность, AR, образовательные технологии, цифровизация образования, кинематика и динамика роботов, механизмы роботов.

На данный момент промышленные роботы-манипуляторы широко задействованы в различных отраслях производства, к примеру, в производстве микроэлектроники, различных машин, оборудования, на сортировочных станциях и других. Благодаря интеллектуальным робототехническим системам развивается и увеличивается эффективность автоматизации различных производственных процессов, таких как сортировка, упаковка и перемещение грузов, сварка, покраска, обработка поверхностей, сборка технологических узлов различной сложности. С постепенной заменой физического человеческого труда и персонала на сложные робототехнические линии автоматизации для их успешного внедрения в производство вырастает потребность предприятий в высококвалифицированных кадрах, способных управлять, разрабатывать и обслуживать подобные системы. Для подготовки таких высококвалифицированных кадров образовательным учреждениям требуется разработка, интеграция и адаптация новых образовательных технологий и программ.

Одной из технологий промышленной революции 4.0 является дополненная реальность (AR) [1]. Образование, в том числе и высшее, должно соответствовать уровню технологического прогресса [2], поэтому внедрение технологий дополненной реальности и 3D-моделирования для изучения студентами соответствующих профилей обучения и дисциплин, связанных с мехатронными и робототехническими комплексами, позволит заинтересовать студентов изучать предмет, делая необходимую информацию для применения и усвоения более наглядной, вовлекая как можно больше людей для совершенствования образовательной системы как для себя, так и для будущих поколений студентов,

понимать, определять, ориентироваться в промышленных роботах-манипуляторах, их конструкции, принципах работы, базисных теоретических сведениях, на которых строится вся робототехника в целом.

Прежде всего, по промышленной робототехнике и роботостроению будут использоваться и описываться следующие разделы: изучение и моделирование прямой и обратной кинематики исполнительного устройства робота, многозвенных манипуляторов, рабочая зона манипуляторов, изучение динамических свойств, изучение конструкций механизмов и компонентов звеньев манипуляторов шестиосевых промышленных роботов, моделирование и показ смоделированных сцен применения робота на производстве.

Для создания необходимого материала для образовательной системы дополненной реальности, а именно 3D-моделей и анимаций, были использованы Autodesk Maya и Autodesk Inventor, а для создания сценария и финальной обработки – конструктор AR и VR проектов EV TOOLBOX [3]. Конструктор объектов дополненной реальности EV Toolbox предназначен для создания объектов дополненной реальности учебной направленности. Конструктор EV Studio позволяет связать бумажный маркер физической реальности и 3D-модель, позволяет создавать объекты дополненной реальности, которые можно назвать мостиком между реальным и виртуальным миром. Основной задачей является создание 3D-моделей изучаемого оборудования в формате *.fbx в программной оболочке Autodesk [4].

Каждая 3D-модель сборки отдельного механизма звена и его компонентов робота, других необходимых моделей были созданы в программе Autodesk Inventor Professional (см. рис. 1), которая включает в себя профессиональные инструменты для машиностроительного 3D-проектирования и моделирования изделий [5]. 3D-модели были разработаны в соответствии с имеющимися в открытом доступе чертежами роботов, затем была создана анимация вращения приводов, движения ремня, конвейера и других подвижных элементов в программе Autodesk Maya [6].

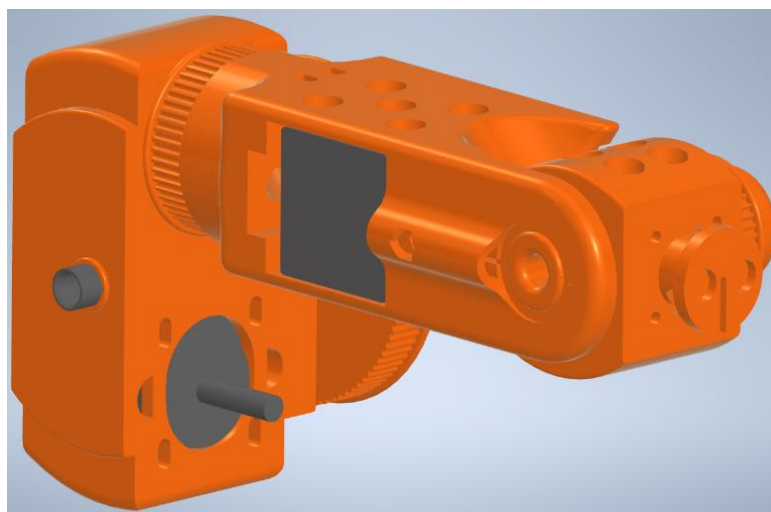


Рис. 1. Пример 3D-модели компонента манипулятора робота

Использование пакета Autodesk Maya позволяет создавать движения промышленных роботов, используя широкие возможности инструментария для создания анимаций, симулировать и редактировать траектории движения с более точным позиционированием. Интегрированные инструменты nDynamics, nCloth, Bullet, BiFrost используются для создания динамических эффектов взаимодействия объектов [7]. Эти эффекты без проблем экспортируются, поэтому можно будет использовать в конструкторе дополненной реальности и такой финальный результат будет смотреться весьма достойно.

Программа Autodesk Maya была взята за основу для создания различных анимаций как роботов, так и отдельных вспомогательных компонентов в сцене, к примеру, анимации прямой и инверсной кинематики робота для экспорта в программу дополненной реальности, что показано на рис. 2.

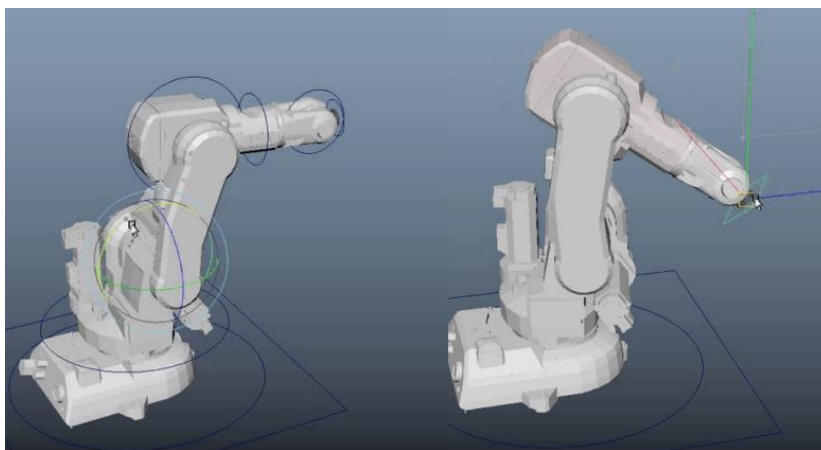


Рис. 2. Примеры анимаций робота в режимах прямой и инверсной кинематики

«Сценарий» работы с системой дополненной реальности будет выглядеть следующим образом: студент запускает приложение дополненной реальности на смартфоне, появляется главное меню, где можно выбрать определенную тему или раздел, затем, нажав на нужную кнопку, появляется меню, где из предложенного перечня можно выбрать просмотр теоретической информации отдельно, либо выбрать просмотр непосредственно 3D-модели и сцены, для правильной работы которой необходимо навести смартфоном на маркер, распечатанный студентом, либо выданный преподавателем или содержащимся в печатном издании пособия. Потом выбрать проигрывание той или иной анимации соответствующей сцены или модели. Также возможно использовать просмотр теоретической части и визуализированного примера на маркере, используя другой режим просмотрщика. Пример подготовленной сцены с 3D-моделью робота ABB IRB 140 и конвейеров для маркера и ее отображение в программе EV ToolBox показан на рис. 3 и 4 соответственно.

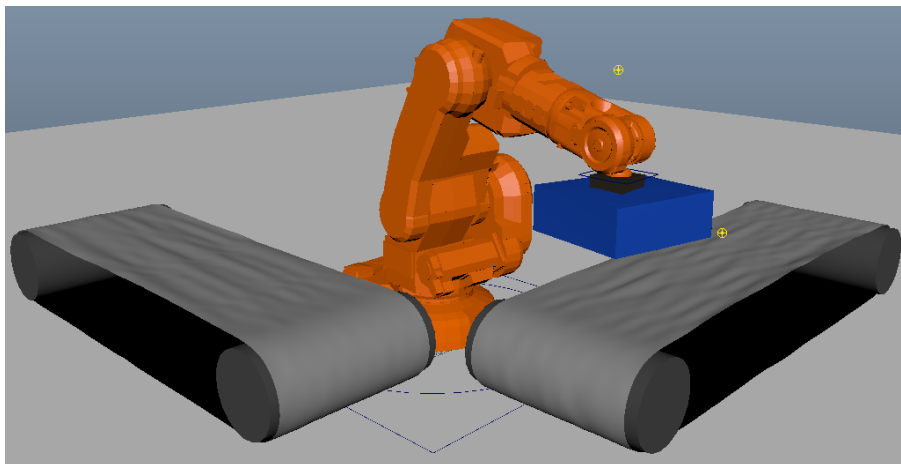


Рис. 3. 3D-сцена с роботом и конвейером

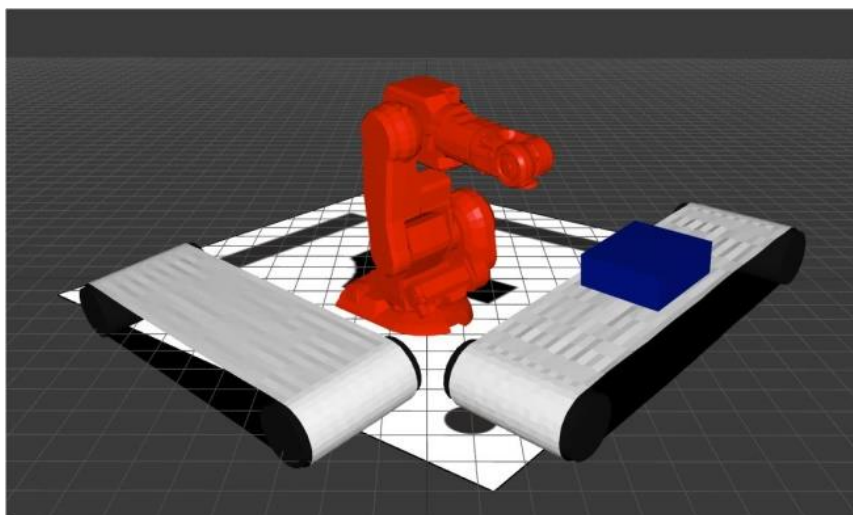


Рис. 4. Отображение сцены с моделями на маркере в приложении EV TOOLBOX

Финальное изображение экспортированной сцены с 3D-моделями показано на рис. 5.

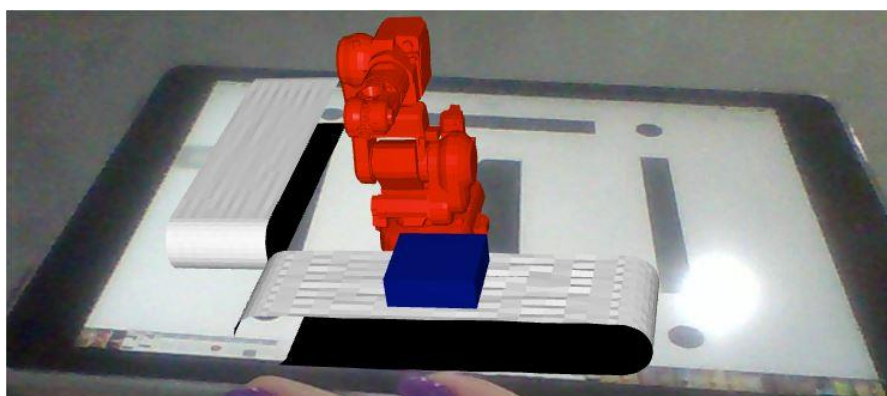


Рис. 5. Модель на реальной метке

Данную образовательную систему можно сделать как пособие, на страницах которых будет располагаться вся необходимая теоретическая информация по тому или иному разделу, а на соседней странице будет располагаться маркер, наведя смартфон с имеющимся установленным программным обеспечением дополненной реальности на него, отобразится определенная 3D-модель или сцена, показывающая определенную анимацию движений или действий, то есть при изучении материала будет происходить одновременная подача как теоретического, так и в определенном смысле практического материала, что положительно скажется на общей усвояемости и успеваемости студентов при изучении дисциплины, так и использовать в качестве лабораторных стендов, где будет располагаться различное количество маркеров, в зависимости от объема того или иного материала. Объединив первый и второй способ подачи информации, студенты смогут сначала изучить непосредственно на занятии, на лабораторных работах, а затем закрепить пройденный материал дома с помощью пособия, углубиться в определенных тематиках или ускорить прохождения курса.

Таким образом, использование дополненной реальности для изучения робототехнических дисциплин позволяет, во-первых, формировать необходимые как теоретические, так и практические навыки и умения у студентов, а во-вторых, процесс обучения становится более интересным и плодотворным.

Список использованных источников

1. Шваб, К. Технологии Четвертой промышленной революции: пер. с англ. [Текст] / Клаус Шваб, Николас Дэвис. – М.: Эксмо, 2018. – 320 с.
2. Muzyleva, I. Digitalization of the University – What is It? / I. Muzyleva, L. Yazykova, V. Penkov // 1st International Conference on Control Systems, Mathematical modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). – 20 – 22 Nov. 2019, Lipetsk, Russia. DOI:10.1109/SUMMA48161.2019.8947511.
3. Официальный сайт EV Toolbox [Электронный ресурс]. – URL : <http://evtoolbox.ru/>.
4. Музылева, И. В. Применение технологии дополненной реальности в высшем профессиональном образовании / И. В. Музылева, Л. Н. Языкова, А. Р. Горлач // Цифровые технологии в науке и образовании, Воронеж, 13 марта 2020.
5. Autodesk Inventor Professional overview [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.autodesk.ru/products/inventor/overview>.
6. Maya, ПО для компьютерной 3D-анимации, моделирования и визуализации [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.autodesk.ru/products/maya/overview>.
7. Кондратьев, С. Е. Анализ эффективности использования программного обеспечения autodesk maya для симуляции, программирования и управления шестиосными промышленными роботами / С. Е. Кондратьев // Тенденции развития современной науки : сборник трудов научно-практической конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета : в 2-х ч. Ч 1. – 2019. – С. 89 – 91.

Muzyleva I. V.¹, Yazykova L. N.², Kondratyev S. E.³

Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

¹ (Tel. (950)8058799, e-mail: innmuz3648@gmail.com),

² (Tel. (904)2880337, e-mail: yazykova.lstu@gmail.com),

³ (Tel. (910)3520416, e-mail: cuuberplayz@gmail.com)

IMPLEMENTATION OF 3D MODELING AND AUGMENTED REALITY INTO THE EDUCATIONAL PROCESS FOR LEARNING CHARACTERISTICS AND MOTION OF INDUSTRIAL ROBOTS

Abstract. In this work shown the use of 3D modelling and augmented reality for creating educational system and manuals for learning various kinematic and dynamic attributes, motion principles and use of industrial robots, using prepared 3D model as assembled robot and as each joint or mechanical component for more effective learning industrial robotics in higher technical institutions of the relevant specialties.

Keywords: Industrial robotics, 3D modeling, augmented reality, AR, educational technologies, digitalization of education, robot kinematics and dynamics, robot mechanisms.

References

1. Shvab. K. Tekhnologii Chetvertoy promyshlennoy revolyutsii: per. s angl. [Tekst] / Klaus Shvab. Nikolas Devis. – M. : Eksmo. 2018. – 320 s.
2. Muzyleva, I. Digitalization of the University – What is It? / I. Muzyleva, L. Yazykova, V. Penkov // 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). – 20-22 Nov. 2019, Lipetsk, Russia. DOI:10.1109/SUMMA48161.2019.8947511.
3. Ofitsialnyy sayt EV Toolbox [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://evtoolbox.ru/>.
4. Muzyleva I. V. Yazykova L. N. Gorlach A. R. Primeneniye tekhnologii dopolnen-noy realnosti v vysshem professionalnom obrazovanii / Tsifrovyye tekhnologii v nauke i obrazovanii, Voronezh, 13 marta 2020.
5. Autodesk Inventor Professional overview [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa : <https://www.autodesk.ru/products/inventor/overview>.
6. Maya. PO dlya kompyuternoy 3D-animatsii. modelirovaniya i vizualizatsii. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa : <https://www.autodesk.ru/products/maya/overview>.
7. Kondratyev, S. E. Analiz effektivnosti ispolzovaniya programmnoy obespecheniya autodesk maya dlya simulyatsii. programmirovaniya i upravleniya shestiosnymi promyshlennymi ro-botami. V sbornike: Tendentsii razvitiya sovremennoy nauki. Sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i aspirantov Lipetskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta : v 2kh ch. Ch 1. – 2019. – S. 89 – 91.

УДК 004.056

Рытов М. Ю.¹, Луценко И. В.²¹ Брянский Государственный Технических Университет, Брянск, Россия
(Тел. (4832) 51-13-77, e-mail: rmy@tu-bryansk.ru),² Рыбницкий Филиал Приднестровский Государственный Университет,
Приднестровье, г. Рыбница
(Тел. (+373)77901153, e-mail: eropa@live.ru)

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТА

Аннотация. Рассматриваются методы моделирования физической защиты, которые позволяют за короткий промежуток времени проанализировать различные ситуации, связанные с несанкционированным доступом. Использование современных технологий не только позволяет рассмотреть различные ситуации, а еще и проанализировать эффективность и затраты на физическую защиту, а в результате полученных данных выявить оптимальный набор средств барьеров против злоумышленника.

Ключевые слова: защита информации, физическая защита, методы, моделирование средств.

Интерес ученых к исследованию и анализу проведения военных действий всегда остается очень важным вопросом. Ученые с помощью математических методов и моделей могут построить и проанализировать управленческие решения.

Ученые Ф. Ланчестер и М. Осипов в 1915 году, независимо друг от друга, развивали математическую теорию элементарного боя и вывели уравнения взаимного поражения участвующих в нем противников. В дальнейшем, результаты исследования ученых стали базисом современной математической теории боя.

С развитием электронных вычислительных машин в 1960-х гг. появилась возможность реализовать идеи создания моделей крупномасштабных операций войск. Использование вычислительной техники дало возможность реализовать решение новых прикладных теорий моделирования для процессов, которые имеют высокую степень неопределенности и сложность вычисления, которые могут использоваться в современном бое. Изучив модели и методы управления операциями специального назначения, С. В. Баленко рассматривал процесс спецоперации как совокупности боевых действий, в виде выборов совокупности боевых действий и определял последовательность боевых результатов и стимулов (например, побед и связанных с ними боевых наград и премиальных) и боевую ценность [3]. В данных перечисленных методах не рассматривались моменты, которые могут оказывать дополнительный процент эффективности боя как защита стратегических объектов. Физическая защита таких объектов дает дополнительный фактор сдерживания.

Но разработанные математические модели показали себя как недостаточно применяемые для исследования системы физической защиты различных стратегических объектов. Сложность применения существующих методов физической защиты можно описать в двух аспектах. Первый аспект заключается в анализе – происходит изучение

свойств, характеристик, параметров в целом, а также свойств и характеристик составляющих элементов. Данный аспект позволяет решить проблемы, которые используются при анализе уязвимости физического объекта. Вторым аспектом является построение системы физической защиты, и в дальнейшем ее модернизации к появлению новых угроз с изменением условий внешней среды [3].

К основным методам при решении практических задач исследования систем физической защиты можно отнести: моделирование, оценка эффективности систем, экспертное оценивание.

Основной целью исследования систем физической защиты является оценка эффективности против различных факторов, которые воздействуют на данную систему. Исследования, проводимые в данной проблемной области, показывают, что расчет значений показателей эффективности систем физической защиты в основном строится на использовании математического аппарата теории вероятности, теории множеств, нечеткой логики.

Различные методы позволяют вычислить вероятность обнаружения несанкционированных действий, отказ работоспособности технических средств охраны и другие показатели. Если формальное математическое описание невозможно описать, то прибегают к поддержке экспертов. Метод экспертов заключается в том, что качество оценок, произведенных с помощью такого метода, во многом зависит от различных факторов, внимание уделяется созданию благоприятных условий и нейтрализации факторов, отрицательно влияющих на работу экспертов.

С каждым днем расширяются методы противодействия системы физической защиты, которые заставляют каждый раз усовершенствовать систему защиты. Но перечень средств сейчас, который доступен человеку, очень огромен и дальнейшее построение или модернизация системы физической защиты становится очень сложной. Развитие информационных технологий позволяет на их базе создать автоматизированную систему с входными данными, которая позволяет провести различные вычисления и предоставить оптимальный состав средств защиты с высоким коэффициентом защиты против санкционированных действий злоумышленника.

Основой любой автоматизированной системы является математическая модель. Математическое моделирование позволяет разработать формализованное описание синтеза комплекса защиты информации на предприятии, формализация метода оценки эффективности и формирование критерия структурного-параметрического синтеза комплекса программно-аппаратной средств защиты информации на предприятии.

Наиболее подходящей моделью при проектировании системы защиты информации является модель системы с полным перекрытием (модель Клементса-Хофмана) (рис. 1). Модель позволяет оценить защищенность системы, рассчитать затраты для проектирования системы защиты информации, а также определить оптимальный вариант построения системы безопасности. Для реализации модели используется теория графов, теория нечетких множеств и теория вероятности.

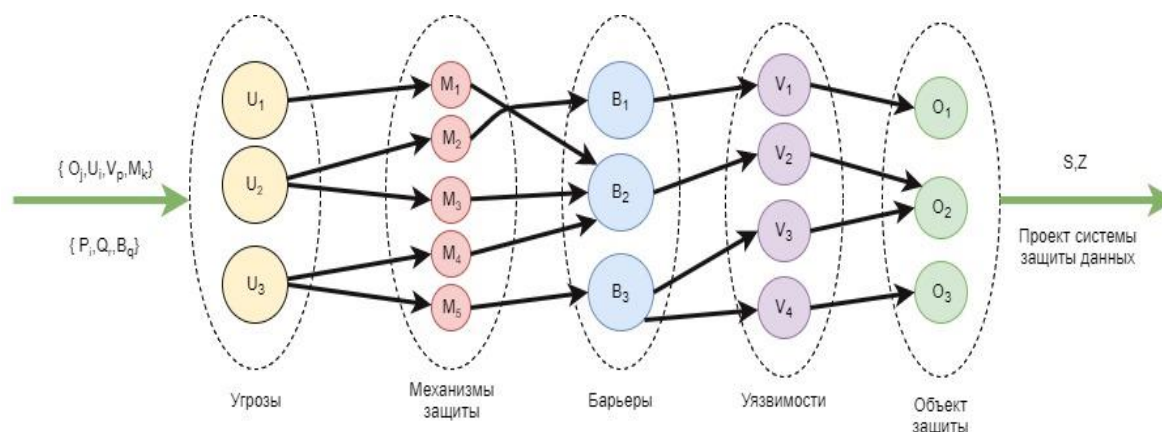


Рис. 1. Модель системы полного перекрытия (модель Клемента–Хофмана)

Таким образом, процесс защиты информации представляет собой кортеж:

$$S = \{O, U, M, V, B\}, \quad (1)$$

где O – множество защищаемых объектов; U – множество возможных угроз; M – множество средств защиты; V – множество уязвимых мест в системе защиты информации; B – множество барьеров.

На основе модели была разработана методика оценки уровня защищенности комплексной системы защиты и представлена в виде последовательности шагов:

Шаг 1. Комплексное исследование рассматриваемого объекта. Данный этап позволяет определить вид обрабатываемой в ИС информации, актуальные для организации источники угроз и угрозы, а также вероятность их реализации и потенциальный ущерб. Результатом данного шага являются расчетные показатели уровня исходной защищенности, коэффициента реализуемости угрозы и вероятности реализации угрозы на основе данных экспертов.

Шаг 2. Расчет критерия оценки эффективности технической системы защиты информации, основанный на весовой функции, обладающий свойством накопления при отражении угроз и позволяющий оценить эффективность комплексной системы защиты информации.

Шаг 3. Построение объектно-ориентированной математической модели на основе модели полного перекрытия, оперирующей показателями вероятности реализации и предотвращения угроз, позволяющей учитывать одновременность реализации угроз и моделировать процесс предотвращения угроз безопасности средствами противодействия, что позволяет рассчитать эффективный набор средств защиты информации исходя из показателей их стоимости и эффективности.

Шаг 4. Выбор эффективного набора средств защиты информации, исходя из сравнительного анализа, полученных в результате просчета математической модели показателей суммарной стоимости, полученных проектных решений и накопленного весового коэффициента, отражающего их эффективность.

Реализованная автоматизированная система проектирования комплексной системы защиты информации функционирует на основе научно-обоснованных решений для повышения оперативности разработки и эффективности функционирования систем защиты конфиденциальной информации на основе имитационного моделирования угроз

во времени, своевременности реагирования средств защиты на атаки злоумышленников, комплексного критерия оценки эффективности.

С целью повышения эффективности автоматизированной системы реализована возможность обновлять данные с базы угроз ФСТЭК или добавлять самим пользователем.

Применение автоматизированной системы возможно как в научных целях, так и для проектирования эффективных систем защиты информации на различных предприятиях. Разработанная автоматизированная система позволяет получать для объекта законченный проект системы защиты.

Результатом работы является комплект документов на проектирование комплексной защиты, в состав которой входят:

- 1) список, против каких угроз данные меры будут эффективными;
- 2) список средств и методов защиты;
- 3) рекомендации при создании комплексной системы защиты информации информационной системы малого предприятия;

Таким образом, предложенный подход создания автоматизированной системы для проектирования комплексной системы защиты может быть использован для широкого круга объектов, нуждающихся в защите.

Список использованной источников

1. Львович, И. Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И. Я. Львович // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 36 – 39.
2. Мухамадиева, З. Б. Защита информации в информационных системах / З. Б. Мухамадиева // Молодой ученый. – 2018. – № 9. – С. 34 – 36. – URL : <https://moluch.ru/archive/195/48443/> (дата обращения: 22.08.2020).
3. Олейник, А. С. Анализ используемых методов моделирования систем физической защиты важных государственных объектов : труды Академии управления МВД Росси / А. С. Олейник. – 2014. – № 2(30).
4. Ермолова, В. В. Методика построения семантической объектной модели / В. В. Ермолова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 87 – 90.

Rytov M. Yu.¹, Lutsenko I. V.²

¹ Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia
(Tel. (4832) 51-13-77, e-mail: rmy@tu-bryansk.ru),

² Ribnitsa Branch of the Pridnestrovian State University, Pridnestrovie, Rybnitsa
(Tel. (+373)77901153, e-mail: eropa@live.ru)

METHODS FOR SIMULATION OF PHYSICAL PROTECTION EQUIPMENT

Abstract. The article discusses methods for modeling physical protection, which allow for a short period of time to analyze various situations of unauthorized access. The use of modern technologies not only allows us to consider various situations, but also to analyze the effectiveness and costs of physical protection as a result of the data obtained will reveal the optimal set of barriers against the attacker.

Keywords: information protection, physical protection, methods, modeling of means.

УДК 004.896

Чугунов М. В.¹, Полунина И. Н.²

Мордовский государственный университет, Саранск, Россия

¹ (Тел. (8342349494), e-mail: m.v.chugunov@mail.ru),² (Тел. (8342349494), e-mail: my_pk@mail.ru)

ТРАЕКТОРИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Аннотация. Систематизируется опыт авторов по формированию траектории проектирования мехатронных систем в виртуальных, натуральных и интегрированных средах. Процесс проектирования рассматривается как процесс создания моделей (метамodelей) проектируемой системы разного типа и уровня. Под виртуальными средами понимаются САХ-системы, под интегрированными – виртуальные и натурные среды, связанные друг с другом двунаправленными ассоциативными связями. В качестве примеров рассматривается ряд конкретных задач проектирования мехатронных систем в среде SolidWorks (Simulation, Motion). Результатом проектирования являются 3D (конечноэлементные) и модели движения твердых тел, оснащенные системой виртуальных датчиков. Специальное программное обеспечение реализует систему синхронного планирования и управления движением интегрированных виртуальных и натуральных моделей.

Ключевые слова: интегрированная среда моделирования, виртуальная модель, натурная модель, САХ-системы, API-программирование.

В реальной расчетной практике конструкторских бюро предприятий и даже отраслевых НИИ крайне редко встречаются случаи использования сложного математического аппарата, связанного с необходимостью решения уравнений разного типа, процедур дифференцирования, интегрирования и т.д. Так называемые инженерные методики ранее сводились либо к использованию замкнутых аналитических решений, либо к разного рода графо-аналитическим методам. Основная проблема при этом состояла в поиске известного компромисса между простотой используемой модели и ее адекватностью (точностью). Этот вопрос решался, как правило, отраслевыми стандартами, нормами и правилами.

Реалии сегодняшнего дня в корне изменили эту ситуацию в том смысле, что инженер в его практической деятельности сталкивается с необходимостью формировать и анализировать модели разного типа и уровня, напрямую никак не связанные с известными физическими законами в их аналитической (математической) и даже численной форме. На первый взгляд законы физики, теоремы и алгоритмы занимают свое место «за экраном компьютера» и скрыты от пользователя в соответствующих САХ-средах.

Но при этом от пользователя требуется корректная постановка задачи, соответствующая глубокому пониманию ее физического смысла, а кроме того – настройка среды

проектирования сообразно этому физическому смыслу и математическим (алгоритмическими) аспектам решения. По существу, процесс проектирования сводится к разработке цифрового двойника проектируемого объекта с перспективами его дальнейшего развития на последующих этапах всего жизненного цикла изделия [1].

В этой связи актуальной является задача формирования траектории проектирования, которая всегда специфична для рассматриваемого класса конструкций, используемых САХ-сред, а также обусловлена сложностью функционала и интерфейса этих сред. Мехатронные системы и задачи их проектирования занимают в указанном контексте особое место по определению в силу своей междисциплинарности, сложности и интегрированности.



Рис. 1. Траектории проектирования

На рисунке 1 представлена траектория проектирования мехатронных систем в интегрированной среде [2 – 4], которая включает в себя решение трех основных задач:

1. **3D-моделирование деталей и сборок.** Специфичные для конкретной среды проектирования элементы траектории в данной части связаны непосредственно с объектами и инструментами моделирования и используемыми расчетными схемами. На практике наиболее эффективными являются комбинированные модели. В частности, для SolidWorks, в среде которой были решены представленные задачи, для элементов в виде пластин, оболочек и стержней целесообразно использовать модели из категории «Листовой металл» и «Сварные конструкции». Эти объекты не только допускают использовать ряд эффективных инструментов в процессе 3D-моделирования, но и позволяют наиболее простым образом сформировать конечноэлементные модели.

2. **Анализ состояния и поведения конструкции.** В качестве основного инструмента анализа состояния и поведения конструкции как системы твердых тел используется МКЭ (метод конечных элементов), а также известные методы теоретической механики, которые сводятся к решению систем дифференциальных и алгебраических уравнений. Построение адекватной конечноэлементной модели представляет собой простую задачу и, как правило, реализуется многоэтапно. Для мехатронных систем эта процедура выглядит так, как показано на рис. 1 и включает в себя анализ статики, динамики в линейной и нелинейной постановке. Виртуальные датчики позволяют получить адекватную картину для анализа проектного решения.

3. **Натурное моделирование.** Разработка и исследование натурной модели – неременная составляющая процесса проектирования. Физические датчики и сенсорика обеспечивает адекватные результаты для анализа и оптимизации проектных решений.

4. **Планирование траекторий движения, система управления и стабилизации.** Особенностью этого элемента траектории проектирования является то, что она идентична как для виртуальной, так и натурной модели. Различия состоят только в том, какие датчики используются: виртуальные, или физические. Если учитываются сигналы со всех типов датчиков, а управление виртуальной и натурной моделью синхронизировано, то такую модель уже можно рассматривать как интегрированную.

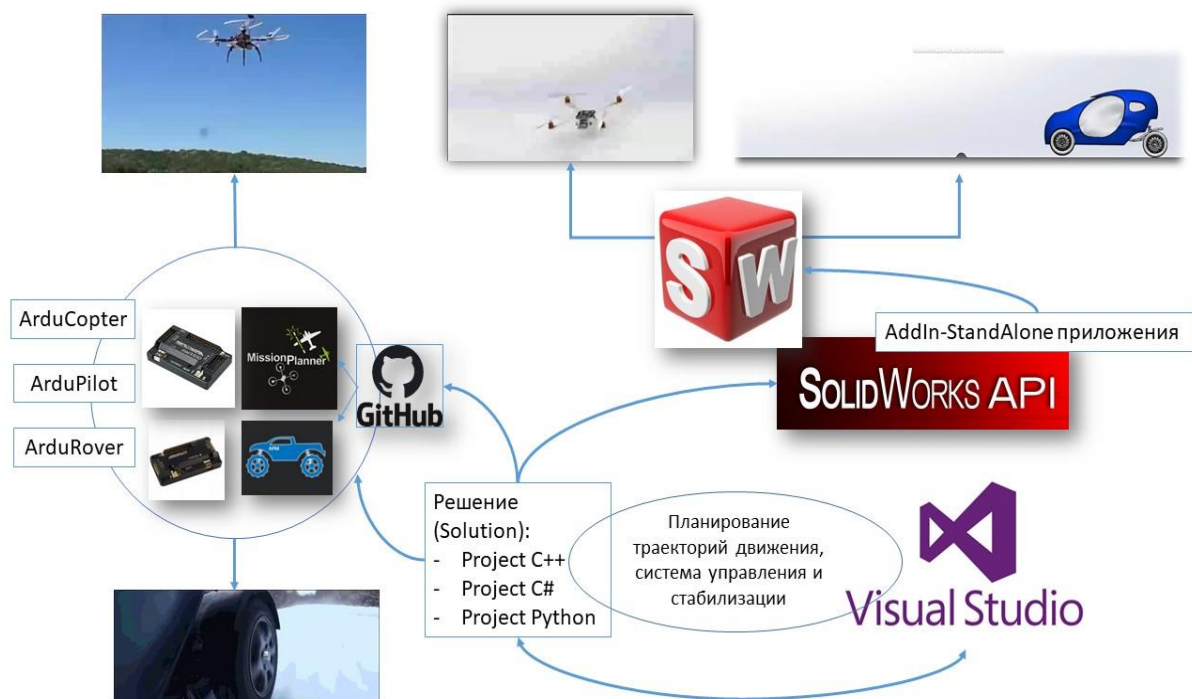


Рис. 2. Средства разработки

САХ-система, используемая в качестве базовой, занимает среди средств разработки моделей центральное место. Как правило, в сложных и междисциплинарных проектах рано или поздно возникает ситуация, когда штатного функционала САХ оказывается недостаточно, инженер сталкивается с необходимостью разработки программных средств (AddIn или StandAlone) приложений, расширяющих и дополняющих штатный функционал базовой системы. Для рассматриваемых в данной работе проектов такая ситуация характерна для решения задач планирования движения и управления движением. Штатный функционал SolidWorks не предполагает решения таких задач в своей среде. Аналогичная проблема имеет место в части построения интегрированных виртуальных и натуральных моделей, когда необходимо анализировать данные, регистрируемые как виртуальными, так и физическими датчиками одновременно.

Для решения этих задач нами использованы средства разработки (рис. 2), центральной из которых является MS VisualStudio C++/C#/Python. Решение (Solution) включает в себя несколько проектов, в частности, Project C++ представляет собой процессор, реализующий вычислительные процедуры, Project C# организует интерфейс с SolidWorks на базе API и соответствующего COM-сервера, Project Python непосредственно формирует команды управления аппаратными средствами натурной модели (контроллером семейства Arduino).

Практический опыт использования рассмотренных траекторий подтверждает их эффективность в конструкторской практике.

Список использованных источников

1. Центр компетенций Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого / А. И. Боровков, О. И. Рождественский, Ю. А. Рябов и др. // Инновации. – № 11(253). – 2019. – С. 73 – 88. – URL: <https://maginnov.ru/ru/zhurnal/arhiv/2019/innovacii-n11-2019/centr-kompetencij-nacionalnoj-tehnologicheskoy-iniciativy-novye-proizvodstvennye-tehnologii-sankt-peterburgskogo-politehnicheskogo-universiteta-petra-velikogo>
2. Чугунов, М. В. Проектирование электромобиля-трайка на базе параметрических CAD/CAE-моделей / М. В. Чугунов, И. Н. Полунина, А. М. Пьянзин. – DOI 10.15507/2658-4123.030.202003.464-479 // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, No 3. – С. 464 – 479.
3. Чугунов М. В., Полунина И. Н., Попков М. А. Проектирование квадрокоптера на базе интегрированной модельной среды // Инженерные технологии и системы. – 2019. – Т. 29, No 2. – С. 169 – 186. DOI: <https://doi.org/10.15507/2658-4123.029.201902.169-186>
4. Chugunov M. V., Polunina I. N. Interdisciplinary Modelling of Robots Using CAD/CAE Technology. Vestnik Mordovskogo universiteta = Mordovia University Bulletin. 2018; 28(2):181–190. DOI: <https://doi.org/10.15507/0236-2910.028.201802.181-190>

Chugunov M. V.¹, Polunina I. N.²

Mordovia State University, Saransk, Russia

¹ (Tel. (8342349494), e-mail: m.v.chugunov@mail.ru),² (Tel. (8342349494), e-mail: my_pk@mail.ru)**TITLE OF THE MANUSCRIPT CAN
CONTAIN SEVERAL LINES**

Abstract. The article systematizes the authors' experience in the forming the design trajectory of mechatron systems in virtual, full-scale (physical) and integrated environments. The design process is considered as the process of creating models (metamodels) of the designed system of the multi-level type. Virtual environments are understood as CAx systems, and integrated environments are virtual and natural environments connected to each other by bidirectional connections. Examples include a number of specific problems for designing mechatronic systems in the SolidWorks environment (Simulation, Motion). The design results are 3D (finite element) and solid models equipped with a virtual sensor system. Special software implements a system of synchronous planning and movement control of integrated virtual and full-scale (physical) models.

Keywords: integrated modeling environment, virtual model, CAx systems, API programming.

References

1. Borovkov A. I., Rozhdestvensky O. I., Ryabov Y. F., Korchevskaya A. A., , Khutortsova A. T. National Technology Initiative Center for Advanced Manufacturing Technologies of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University // *Innovations*. № 11(253). – 2019. – Page 73 – 88. – URL : <https://maginnov.ru/ru/zhurnal/arhiv/2019/innovacii-n11-2019/centr-kompetencij-nacionalnoj-tehnologicheskoy-iniciativy-novye-proizvodstvennye-tehnologii-sankt-peterburgskogo-politehnicheskogo-universiteta-petra-velikogo>
2. Chugunov M. V., Polunina I. N., Pjanzin A. M. E-Tricycle Vehicle De-sign Based on Parametric CAD/CAE Models. *Inzhenernyye tekhnologii i sistemy = Engineering Technologies and Systems*. – 2020; 30(3): 464 – 479. DOI: <https://doi.org/10.15507/2658-4123.030.202003.464-479>
3. Chugunov M. V., Polunina I. N., Popkov M. A. The Quadcopter Design Based on Integrated Model Environment. *Inzhenernyye tekhnologii i sistemy = Engineering Technologies and Systems*. – 2019; 29(2):169 – 186. DOI: <https://doi.org/10.15507/2658-4123.029.201902.169-186>
4. Chugunov M. V., Polunina I. N. Interdisciplinary Modelling of Robots Using CAD/CAE Technology. *Vestnik Mordovskogo universiteta = Mordovia University Bulletin*. – 2018; 28(2): 181 – 190. DOI: <https://doi.org/10.15507/0236-2910.028.201802.181-190>

УДК 621.002.2

Альвардат Мохаммад Ясин¹, Балабанов П. В.²

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

¹(Тел. 8(920)4700241 e-mail: moh.alwardat@yahoo.com),²(Тел. +79531234116 e-mail: pav-balabanov@yandex.ru)

SIMULATION OF THE INDUSTRIAL PACKAGING LINE USING PLC

Abstract. The aim of this project is to illustrate the usage of PLC in automation of production lines and the utilization of its high capabilities to process input signals from several sensors. This is done by implementing a small model of the liquid packaging line of a production line. The proposed design main advantages could be summaries in that the movement of the conveyer is well controlled and the exact desired stop point is achieved. This reflects on increasing the accuracy and minimizing the waste. Here several processes work in a sequential fashion, in this stage PLCs are used to maintain this sequence. The type of the PLC used in the design is MITSUBISHI FX-32MT.

Keywords: PLC, CPU, Ladder diagram, Solenoid valve, Actuator, Sensor, system.

Introduction. The automation is introduced to perform repetitive, complex or heavy operations where the environment is unsafe or unsuitable for human operators. Moreover, automation is employed to obtain a high quality and fast production process [2]. The industry wants to improve flexibility, competitiveness and reduce costs by cutting down the need of producing prototypes and test series [1]. Many methods are used for this goal. PLCs are considered as automatic control tools that give better performance compared with other tools. Computer simulation of production line enables testing of the designed solution without former physical implementation. This due to the way of programming which depend on accurate programming language's such as ladder diagram used in this paper. The main objective of this design is to:

- Implementation of packaging line using PLC system.
- Study of control systems and special PLC control to know the advantages and disadvantages of the control system.

- To know the difference between the classical control and PLC system.

The steps taken in the design were:

- Building up the software (logixpro).
- Running simulations programs.

PLC Control architecture. PLCs consist of input modules, a Central Processing Unit (CPU), and output modules. An input accepts a variety of digital or analog signals from various field devices (sensors) and converts them into a logic signal that can be used by the CPU. The CPU makes decisions and executes control instructions based on program instructions in memory. Output modules convert control instructions from the CPU into a digital or analog signal that can be used to control various field devices (actuators).

A programming device is used to input the desired instructions. These instructions determine what the PLC will do for a specific input. An operator interface device allows processing formation to be displayed and new control parameters to be entered. (see figure 1)

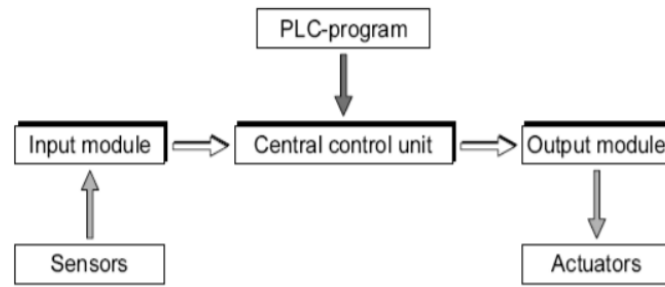


Fig. 1. Programmable controller block diagram [3]

PLC Advantages. PLCs have been gaining popularity on the factory floor and will probably remain predominant for some time to come. Most of this is because of the advantages they offer:

- Cost effective for controlling complex systems.
- Flexible and can be reapplied to control other systems quickly and easily.
- Trouble shooting aids make programming easier and reduce downtime.
- Reliable components make these likely to operate for years before failure.

PLC Disadvantages. Some applications that perform a single function, is not efficient in the use of PLC.

- High temperatures and harsh vibrations can disrupt electronic equipment on the PLC.
- Need extra security equipment such as really [3]. The next flow chart explains the project sequence: (see figure 2).

-

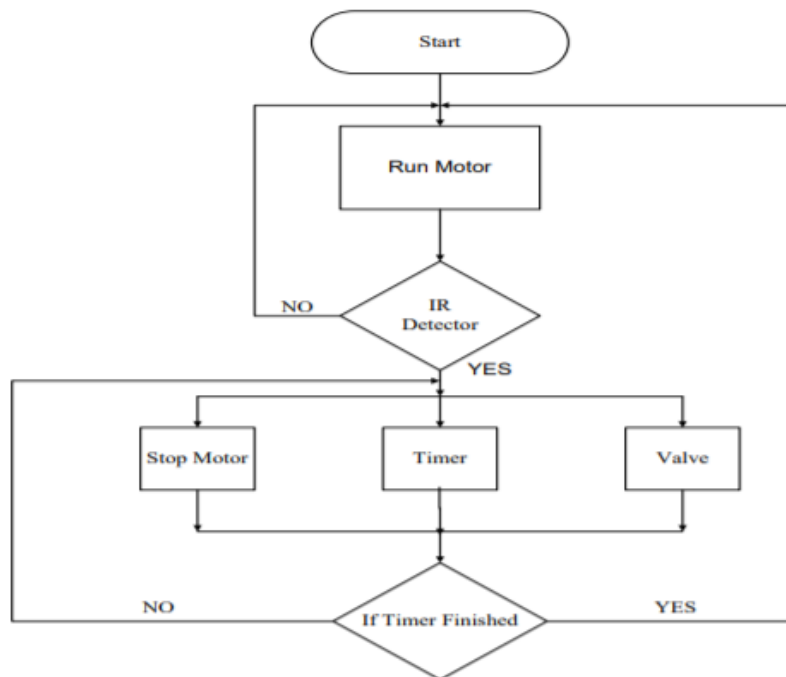


Fig. 2. Flow Chart of the propose system

Equipment's of the system.

The Main components of the system (see figure 3):

- PLC
- Solenoid valve (O:2/01) ; Digital output
- Motor (O:2/00) ; Digital output
- Indication lamp (Run O:2/02 , Fill O:2/03 , Full O:2/04) ; Digital output
- Level switch (I :1/04) ; Digital Input
- Proximity switch (I:1/03) ; Digital Input
- Push Button start (I:1/00) ; Digital Input
- Push Button stop (I:1/01) ; Digital Input

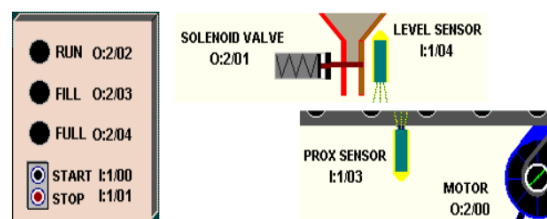


Fig. 3. components of the system

Software Design.

When the system begins to implement must be first design by simulator decided for this purpose.

1. PLC Ladder diagram

- Identify the parts of an electrical machine control diagram including rungs, branches, rails, contacts, and loads.
- Correctly design and draw a simple electrical machine control diagram.
- Recognize the difference between an electronic diagram and an electrical machine diagram.
- Recognize the diagramming symbols for common components such as switches, control transformers, relays, fuses, and time delay relays.
- Understand the more common machine control terminology [2].

2. Simulation

Simulation of a system is the imitation of the operation of a real-world system over time [8]. Simulation requires a model, which is a representation of a system used to answer questions, without doing experiments on the real system. Experiments may be too expensive or dangerous, the time-scale of the dynamics too long to allow performing experiments in a reasonable time interval, variables of interest may be inaccessible (may not be measurable or observable), and so on. A model can be seen as a simplified system that reflects some properties of the real system [4] [5].

Simulation known LogixPro program produce by Allan-Bradley Company will be used in this system. (see figure 4)

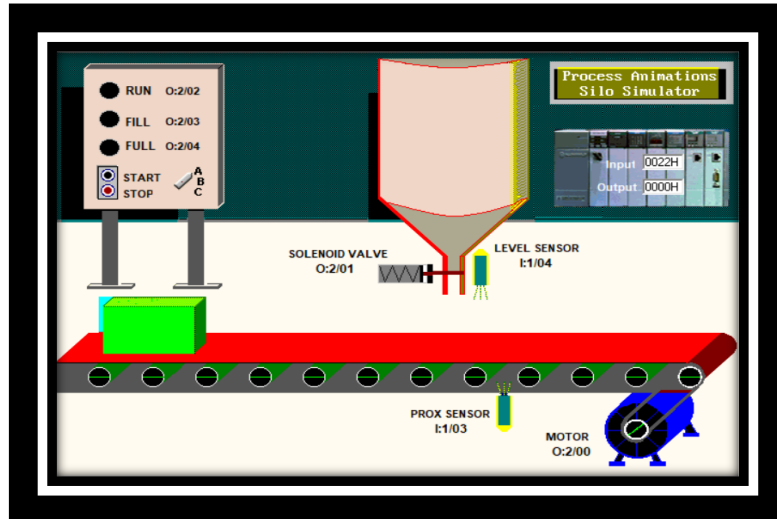


Fig. 4. Screen captured of the proposed simulation program

Completely design a ladder control circuit which will automatically position and fill the bottles which are continuously sequenced along the conveyer. (see figure 5).

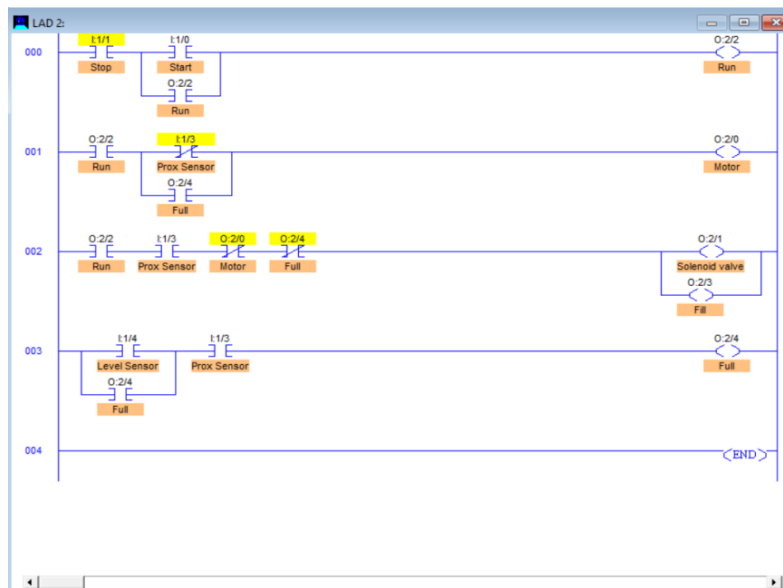


Fig. 5. PLC ladder diagram

The program will explained as following:

- The sequence can be stopped and restart at any time using the panel mounted stop and start push button.
- The run light will remain energized as long as the system is operating automatically.
- The run light, conveyer motor and solenoid valve will de-energize where the system is halted via the stop switch.
- The fill light will be energizing while the package is filling.

- The full light will energize when the package is full and will remain that way until the package has moved clear of the proximity sensor.
- Stop the conveyer when the right edge of the package is first sense by the proximity sensor.
- With the package in position and conveyer stopped, open solenoid valve and allow the package to fill, filling should stop when the level sensor goes true.
- The fill light will be energizing while the package is filling.
- The full light will energize when the package is full and will remain that way until the package has moved clear of the proximity sensor.
- Once the package is full, momentarily pressing the start switch will move the package off the conveyer and bring a new package into position.

Results. The system designed by using PLC that represented a new technology compare with relay control (classical control). Although simplicity to write and understand the ladder diagram program and the result that achieved is more accurate. Easy to finding errors a PLC can easily accept a new module in a slot or get an expansion. And the table below shows that difference between two types of control system.

Compare between with PLC and classical control

Characteristic	PLC System	Classical Control
Cost	High	Low
Operation speed	Fast	Slow
Installation	Simple to program and install	Time consuming for design and installation
Physical size	Compact	Bulky

Conclusion. The primary goal of this paper to implement packaging line system using PLC system, In the beginning a flow chart of the system were developed to understanding system then a simulation program of whole system were done by using LogixPro program.

References

1. Gregor, M., Medvecky, S. Application of Digital Engineering and Simulation in the Design of Products and Production Systems, Management and Production Engineering Review. – V. 1, No. 1. – 2010. – P. 71 – 84.
2. Davide Borghi, Cesare Fantuzzi, Control of mechatronic system. – 2012.
3. Wang Li, The research and application of automatic, production line control system, Hefei University of Technology, 2010.
4. P. P. J. van den Bosch and A. C. van den Klauw, Modeling Identification and Simulation of Dynamical System (first edition), CRC-Press, 1994.
5. Fritzon P. Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems, New York, NY : IEEE Press Wiley, 2011.
6. He Dekai. Automatic feeding cart system controlled, by PLC, Equipment Manufacturing Technology. – V. 11. – 2009. P. 132 – 133.
7. Yang Lei. The research and design of flexible, automated production line system based on PLC, Qufu Normal University, Qufu, 2010.
8. Banks J., J. S. Carson, L. B. Nelson and D. M. Nicol, Discrete-Event System Simulation (third edition). – New York, NY: Prentice Hall, 2001.

УДК 004.9

Санников С. А., Рачкова С. А., Вшивков Ф. И.
Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия
(Тел. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Аннотация. Описана функциональная модель проектирования гальванических линий, которая включает в себя следующие стадии проектирования: определения типов, числа и размеров ванн на каждом этапе технологического процесса, компоновку аппаратов и трассировку трубопроводов и др.

Ключевые слова: функциональная модель, проектирование, гальванические линии.

Линии для нанесения гальванических, химических и анодных покрытий используются для придания обрабатываемым изделиям защитных, декоративных, электропроводных и других свойств. Их особенностью является огромное разнообразие технологических карт, рецептов для придания изделию тех или иных свойств. Обработка производится с применением однотипного оборудования, выстроенного в технологическую цепочку – линию.

Проектирование гальванической линии включает в себя технологическое и конструкционное проектирование.

Цель технологического проектирования состоит в выборе/разработке оптимальной технологической карты получения покрытий, удовлетворяющих требованиям технического задания, разработке оптимальной компоновки линии (сокращение потерь, связанных с перемещением обслуживающего персонала или манипулятора), определении оптимальных технологических и конструкционных параметров технологических ванн и др. В качестве критерия оптимизации, как правило, используют капитальные и эксплуатационные затраты.

На стадии конструкционного проектирования решаются задачи оптимального размещения оборудования, выбора и разработки конструкции технологических ванн, разработки монтажно-технологической документации и др.

Цель работы – разработка функциональной модели проектирования линии для нанесения гальванического, химического или анодного покрытия, которая может быть использована для создания информационных моделей гальванического оборудования [1 – 4].

На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма верхнего уровня в формате IDEF0.

Функцией верхнего блока является проектирование технологического объекта. Исходные данные для проектирования – техническое задание, включающее перечень

обрабатываемых деталей, объемы и технологические карты (при наличии) обработки каждой детали и сборочной единицы (ДСЕ). Результат – элементы технического проекта, включающие тип и размеры каждой единицы оборудования линии (спецификация), компоновочные чертежи оборудования, чертежи трассировки трубопроводов, конструкторско-технологическую документацию на оборудование, которое предстоит изготовить. Механизмы – технологи-электрохимики, конструкторы, технологи машиностроения.

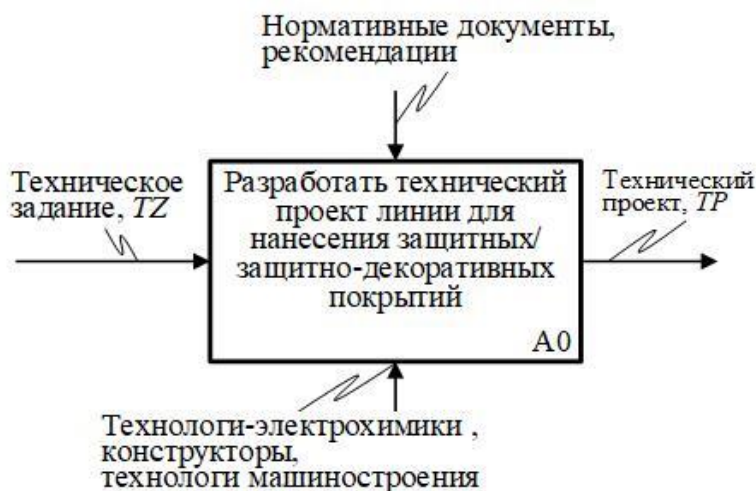


Рис. 1. Контекстная диаграмма верхнего уровня

Функциональная диаграмма A0, представленная на рис. 2, содержит следующие информационные потоки:

TZ – техническое задание на проектирование гальванической линии, $TZ = I_1 \cup I_2$;

I_1 – перечень обрабатываемых ДСЕ, производительность по каждой ДСЕ;

I_2 – технологическая карта (последовательность операций обработки для каждого ДСЕ, состав и количество химических реагентов, добавок, их свойства, продолжительность каждой технологической операции и др.);

I_3 – размер единичной загрузки, используемый технологический спутник, тип, число и рабочее окно ванн на каждой стадии;

I_4 – расположение (координаты) основного и вспомогательного оборудования в линии, координаты трубопроводов;

I_5 – конструкторская и технологическая документация, необходимая для изготовления ванны каждой стадии (чертеж общего вида, чертежи деталей, спецификация, маршрутно-операционные карты, ведомости покупных материалов и комплектующих);

I_6 – проблемные для размещения и трассировки трубопроводов ванны. Причины, по которым нельзя разместить ванну или осуществить трассировку трубопроводов;

I_7 – проблемные для изготовления ванны

$TP = I_3 \cup I_4 \cup I_5$ – технический проект.

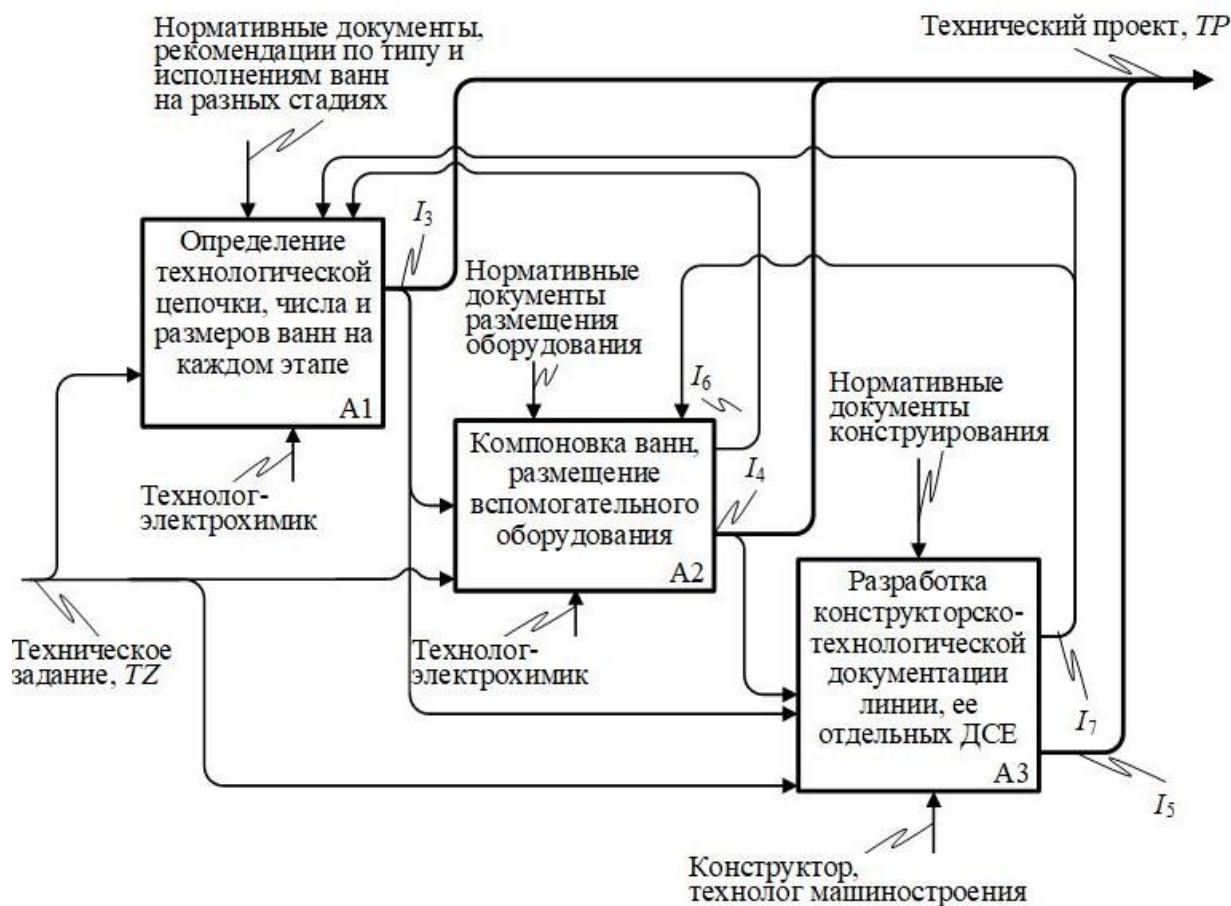


Рис. 2. Функциональная диаграмма A0

Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. В. Г. Мокрозуба.

Список использованных источников

1. Немтинов, В. А. Информационная модель объекта сложной технической системы / В. А. Немтинов, В. Г. Мокрозуб, Ю. В. Немтинова, Е. С. Егоров // Радиотехника. – 2010. – № 12. – С. 41 – 43.
2. Мокрозуб, В. Г. Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.
3. Мокрозуб, В. Г. Функциональная и процедурная модели проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб // Программные системы и вычислительные методы. – 2014. – № 4. – С. 418 – 430.
4. Мокрозуб, В. Г. Процедурные и информационно-логические модели планирования выпуска продукции и ремонтов технологического оборудования многоассортиментных производств / В. Г. Мокрозуб, С. Я. Егоров, В. А. Немтинов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 2. – С. 72 – 76.

Sannikov S. A., Rachkova S. A., Vshivkov F. I.

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

(Tel. (4752)630704, e-mail: e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

FUNCTIONAL MODEL FOR DESIGNING ELECTROPLATING LINES

Abstract. A functional model for designing electroplating lines is described, which includes the following design stages: determining the types, number and size of baths at each stage of the technological process, device layout and pipeline tracing, etc.

Keywords: functional model, design, electroplating lines.

References

1. Nemtinov, V. A. Informacionnaya model' ob"ekta slozhnoj tekhnicheskoy sistemy / V. A. Nemtinov, V. G. Mokrozub, Yu. V. Nemtinova, E. S. Egorov – Tekst: neposredstvennyj // Radiotekhnika. – 2010. – № 12. – S. 41 – 43.

2. Mokrozub, V. G. Sistemnyj analiz processov prinyatiya reshenij pri razrabotke tekhnologicheskogo oborudovaniya / V. G. Mokrozub, E. N. Malygin, S. V. Karpushkin – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2017. – T. 23, № 3. – S. 364 – 373.

3. Mokrozub, V. G. Funkcional'naya i procedurnaya modeli proektirovaniya tekhnologicheskogo oborudovaniya / V. G. Mokrozub. – Tekst: neposredstvennyj // Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody. – 2014. – № 4. – S. 418 – 430.

4. Mokrozub, V. G. Procedurnye i informacionno-logicheskie modeli planirovaniya vypuska produkcii i remontov tekhnologicheskogo oborudovaniya mnogoassortimentnyh proizvodstv / V. G. Mokrozub, S. Ya. Egorov, V. A. Nemtinov. – Tekst: neposredstvennyj // Informacionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve. – 2009. – № 2. – S. 72 – 76.

УДК 004.946

**Роганов В. Р.^{1,2}, Михеев М. Ю.¹, Роганова Э. В.^{2,3},
Гринцова О. В.², Лавендел Ю. О.⁴**

¹ Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия
(E-mail: Vladimir_roganov@mail.ru, mix1959@gmail.com),

² Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия
(E-mail: roganelka@mail.ru, grincova_olga@mail.ru),

³ ООО «Видео3», Пенза, Россия,

⁴ Рижский технический университет, Рига, Латвия
(E-mail: jurijs.lavendels@rtu.lv)

ЗАДАЧА РАЗРАБОТКИ ОПТИКО-ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА «ТРЕХМЕРНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ АТЛАС»

Аннотация. Последние достижения науки и техники позволяют создавать обучающие системы, ориентированные на привитие профессиональных навыков. Примером является трехмерный медицинский атлас.

Ключевые слова: медицинский атлас, 3D-индикатор, обучающие системы.

Исследования в области создания обучающих систем на основе использования возможностей вычислительной техники, начавшиеся при разработке в Рижском политехническом институте в 1980-е годы обучающей системы «Контакт» и продолжившиеся при создании авиационных тренажеров на пензенских предприятиях «Эра» и «ПКБМ» [1], позволили выделить основные направления создания обучающего комплекса «Трехмерный медицинский атлас» [2]. Такой комплекс должен быть реализован на стандартных аппаратно-программных системах с использованием как безочковых 3D-индикаторов [3,4], так и систем с диспаратными очками (при отсутствии у обучаемого системы моделирования трехмерного изображения ему предоставляется возможность работать с двухмерными проекциями исследуемых органов [5]). Особенностью разработанного трехмерного медицинского комплекса, кроме предоставления обучаемому визуально исследовать и изучать органы человека, является недоступная ранее мультязычность [6] (предоставление текстовой и аудиинформации на разных языках [7]), что обусловлено новыми возможностями хранения в «облаке» значительного объема информации и достаточно быстрого ее извлечения по запросам [8].

Исследования показали, что Трехмерный медицинский атлас должен:

- воспроизводить модели человеческого тела, полученные путем видеосъемки реальных патолого-анатомических препаратов, в том числе с наиболее часто встречающейся патологией, а также 3D-модели, полученные с использованием методов машинной графики [9] (например, привязанную к рассматриваемому органу сеть кровеносных сосудов) с учетом топографо-анатомической связи органов [10];
- воспроизводить модели с наиболее часто встречающихся патологий;
- воспроизводить модели, разработанные с использованием данных компьютерной томографии и трехмерного сканирования органов;

- учитывать топографо-анатомические связи органов, информация о которых имеется в постоянно пополняющемся «Мультиязычном трехмерном медицинском атласе»;
- быть ориентированным на кроссплатформенность (возможность работы с различными операционными системами фирмы Microsoft и свободно распространяемыми операционными системами);
- все проведенные работы должны реализовывать принцип «открытой системы», что предполагает возможность пополнения базы данных с информацией об объектах человеческого тела;
- ориентироваться на использование как систем моделирования объемного изображения (созданных на базе диспаратных очков, или на базе безочковых коллиматорных систем), так и на использование обычных мониторов персональных компьютеров;
- объявленная мультиязычность предполагает наличие информационных материалов как минимум на четырех языках: русском, латинском, английском, немецком;
- универсальность комплекса предполагает его использование как в режиме справочника, так и в режиме «учителя», отличающегося тем, что демонстрация материалов сопровождается соответствующим голосовым сообщением [11];
- интеллектуальность, заключающаяся в возможности быстрого поиска материалов на основании текстовых запросов на естественном языке [12].

Выводы. Опытная эксплуатация оптико-программно-аппаратного комплекса «Трехмерный медицинский атлас» появившегося как дальнейшее развитие обучающей систем «Контакт» и авиационных тренажеров показал, что в соответствии с выдвинутым в 1970 гг. академиком В. Глушковым «принципом новых задач» наиболее удачным вариантом надо считать создание модульного комплекса, позволяющего обучаемому имеющего безочковые 3D-индикаторы типа ОКУ или РЭЛЛИ, или двухканальные системы с диспаратными очками рассматривать трехмерную визуально наблюдаемую модель, позволяющую врачу приобретать профессиональные навыки, связанные с диагностированием по визуально наблюдаемому изображению, или рассматривая 2D-проекцию трехмерного органа получать первичные навыки диагностирования. Это же относится к возможности получения необходимой текстовой и аудиинформации. Модернизация такого комплекса заключается в его доукомплектовании соответствующими индикаторными системами.

Список использованных источников

1. Роганов, В. Р. Комплексная организация системы формирования информационного обеспечения авиационного тренажера / В. Р. Роганов // Современные информационные технологии. – 2017. – № 26 (26). – С. 57 – 66.
2. Семочкин, А. В. Определение требований к системе подготовки и визуализации 3D-моделей для оптико-аппаратно-программного комплекса «Трехмерный медицинский атлас» / А. В. Семочкин, В. Р. Роганов // Теория и практика имитационного моделирования и создания тренажеров : сборник. – Пенза, 2015. – С. 38 – 43
3. Патент на изобретение RUS 2146856. Система объемного телевидения / В. Р. Роганов. 30.12.1997.
4. Патент на изобретение RUS 2337606. Оптическая система эндоскопа / Э. В. Роганова. 09.07.2007.

5. Роганов, В. Р. Анализ современного состояния исследований и разработок визуальных баз данных компьютерных генераторов изображений имитаторов визуальной обстановки авиационных тренажеров / В. Р. Роганов // Современные информационные технологии. – 2017. – № 26(26). – С. 45 – 57.
6. Середкин, А. Н. Основы защиты информации и информационные технологии : учебное пособие в 3-х ч. / А. Н. Середкин, В. Р. Роганов, В. О. Филиппенко ; под ред. А. Н. Середкина. Пенза, 2013. Кн. 1. Основные определения и общие вопросы защиты информации.
7. Гришина, Ю. В. Задача разработки сайта пензенского общества охотников и рыболовов / Ю. В. Гришина, В. Р. Роганов // Актуальные вопросы современной науки: теория и практика научных исследований : сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 24.
8. Описание биологической обратной связи с использованием элементов теории автоматического управления / Б. А. Истомин, С. А. Иванов, А. В. Герасименко и др. // В сборнике: Современные технологии и развитие политехнического образования : сборник. – 2016. – С. 711 – 714.
9. Роганов, В. Р. Эффективность алгоритмов удаления невидимых примитивов и их частей при синтезе изображения методами машинной графики / В. Р. Роганов // Актуальные вопросы современной науки: теория и практика научных исследований : сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 69 – 71.
10. Филиппенко, В. О. К вопросу о возможности использования отдельных имитаторов в оптико-программно-техническом комплексе авиационного тренажера / В. О. Филиппенко, А. В. Семочкин, Е. А. Асмолова, А. М. Михеев // Надежность и качество : труды международного симпозиума. – 2015. – Т. 1. – С. 198 – 200.
11. Developing the structure of the quality control system of power supply units in mobile robots / M. Y. Mikheev, V. R. Roganov, P. G. Andreev Et al. // В сборнике: 2017 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2017 – Proceedings 2017. – P. 7998579.
12. Михеев, М. Ю. Обработка информации в системе идентификации по термограмме лица / М. Ю. Михеев, К. В. Гудков, Т. Н. Астахова, Е. Ю. Макарова // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 4(71). – С. 7 – 15.

**Roganov V. R.^{1,2}, Mikheev M. Yu.¹, Roganova E. V.^{2,3},
Grintsova O. V.², Lavendel Yu. O.⁴**

¹ Penza State Technological University, Penza, Russia
(E-mail: Vladimir_roganov @ mail.ru, mix1959@gmail.com),

² Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia
(E-mail: roganelka@mail.ru, grincova_olga@mail.ru),

³ ООО “Video3”, Penza, Russia,

⁴ Riga Technical University, Riga, Latvia
(E-mail: jurijs.lavendels@rtu.lv)

THE PROBLEM OF DEVELOPMENT OF OPTICALLY-SOFTWARE-EQUIPMENT COMPLEX “THREE-DIMENSIONAL MEDICAL ATLAS”

Abstract. The latest achievements of science and technology make it possible to create training systems that are oriented towards the inculcation of professional skills. An example is a three-dimensional medical atlas.

Keywords: medical atlas, 3D indicator, training systems.

References

1. Roganov, V. R. Kompleksnaya organizaciya sistemy formirovaniya informacionnogo obespecheniya aviacionnogo trenazhyora // *Sovremennye informacionnye tekhnologii*. – 2017. – № 26(26). – S. 57 – 66.
2. Syomochkin A. V., Roganov V. R. Opredelenie trebovanij k sisteme podgotovki i vizualizacii 3D-modelej dlya optiko-apparatno-programmnogo kompleksa "Tryohmernyj medicinskij atlas" // *V sbornike: Teoriya i praktika imitacionnogo modelirovaniya i sozdaniya trenazhyorov*. – Penza, 2015. – S. 38 – 43.
3. Roganov, V. R. Sistema ob"emnogo televideniya/patent na izobretenie RUS 2146856 30.12.1997.
4. Roganova, E. V. Opticheskaya sistema endoskopa. Patent na izobretenie RUS 2337606 09.07.2007.
5. Roganov, V. R. Analiz sovremennogo sostoyaniya issledovanij i razrabotok vizual'nyh baz dannyh komp'yuternyh generatorov izobrazhenij imitatorov vizual'noj obstanovki aviacionnyh trenazhyorov // *Sovremennye informacionnye tekhnologii*. – 2017. – № 26(26). – S. 45 – 57.
6. Seryodkin A. N., Roganov V. R., Filippenko V. O. Osnovy zashchity informacii i informacionnye tekhnologii/Uchebnoe posobie v 3-h chastyah. / Pod red. A. N. Seryodkina. Penza, 2013. Tom Kn. 1 Osnovnye opredeleniya i obshchie voprosy zashchity informacii.
7. Grishina Yu. V., Roganov V. R. Zadacha razrabotki sajta penzenskogo obshchestva ohotnikov i rybolovov // *V sbornike: Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki: teoriya i praktika nauchnyh issledovanij Sbornik nauchnyh trudov vsrossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – 2017. – S. 24.
8. Istomin B. A., Ivanov S. A., Gerasimenko A. V., Roganov V. R., Istomin V. V., Istomina T. V. Opisanie biologicheskoy obratnoj svyazi s ispol'zovaniem elementov teorii avtomaticheskogo upravleniya // *V sbornike: Sovremennye tekhnologii i razvitie politekhnicheskogo obrazovaniya Nauchnoe elektronnoe izdanie*. – 2016. – S. 711 – 714.
9. Roganov, V. R. Effektivnost' algoritmov udaleniya nevidimyh primitivov i ih chastej pri sinteze izobrazheniya metodami mashinnoj grafiki // *V sbornike: Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki: teoriya i praktika nauchnyh issledovanij Sbornik nauchnyh trudov vsrossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – 2017. – S. 69 – 71.
10. Filippenko V. O., Syomochkin A. V., Asmolova E. A., Miheev A. M K voprosu o vozmozhnosti ispol'zovaniya otdel'nyh imitatorov v optiko-programmno-tekhnicheskom komplekse aviacionnogo trenazhyora // *Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo*. – 2015. – T. 1. – S. 198 – 200.
11. Mikheev M. Y., Roganov V. R., Andreev P. G., Goryachev N. V., Trusov V. A. Developing the structure of the quality control system of power supply units in mobile robots // *V sbornike: 2017 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2017 – Proceedings 2017*. R. 7998579.
12. Miheev M. Yu., Gudkov K. V., Astahova T. N., Makarova E. Yu. Obrabotka informacii v sisteme identifikacii po termogramme lica // *Vestnik NGIEI*. – 2017. – № 4(71). – S. 7 – 15.

УДК 532.5

Фетисов А. С.¹, Корнаев А. В.², Савин Л. А.³

Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, Орел, Россия

¹(Тел. +79200898133, e-mail: fetisov57rus@mail.ru),²(E-mail: rusakor@inbox.ru),³(E-mail: savin@ostu.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ В ОПОРАХ СКОЛЬЖЕНИЯ С АКТИВНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Аннотация. Описаны основные способы применения магнитореологических жидкостей в триботехнических устройствах с активным управлением. Представлена классификация магнитореологических демпферов. Представлены основные режимы функционирования магнитореологических жидкостей.

Ключевые слова: магнитореологическая жидкость, демпфер, система активного управления, опора скольжения.

Магнитореологические жидкости (МРЖ) относятся к классу «умных» жидкостей, в которых управляемой характеристикой является предел текучести [1]. Изменение их характеристик в течение нескольких долей секунды (для жидкостей с различной структурой эти значения различные) в присутствии приложенного магнитного поля находит применение в различных сферах современной индустрии.

МРЖ состоят из жидкости-носителя, которым обычно является масло, и магнитных частиц, подвешенных в этой жидкости. Также в составе МРЖ присутствуют добавки для стабилизации характеристик смеси. Пока внешнее магнитное поле отсутствует, жидкость ведет себя как ньютоновская, но во внешнем магнитном поле в МРЖ образуются цепочечные и капельные структуры, которые увеличивают сопротивление потоку [2]. В результате реологические свойства жидкости зависят от внешнего приложенного магнитного поля, и МРЖ показывает неньютоновское поведение, которое обычно описывается вязкопластичными реологическими моделями [3]. Объемная доля магнитных частиц в промышленных МРЖ обычно достигает 20 – 40%, а размеры самих частиц колеблются в диапазоне 10 нм – 20 мкм [4].

Основные методы моделирования МРЖ могут быть классифицированы при помощи двух основных подходов: континуального и дискретного. В первом случае, коллоидная смесь дисперсных частиц и жидкости-носителя представляется как гомогенная среда, и ее поведение может быть смоделировано с применением известных реологических моделей. В этом случае коэффициенты и параметры реологической модели являются функцией магнитного поля и характеристик МРЖ. Основная проблема подобного подхода состоит в правильном подборе реологической модели, описывающей поведение МРЖ в широком диапазоне скоростей сдвига и приложенного магнитного поля [5]. Континуальный подход учитывает только макроскопические характеристики, а микроскопи-

ческие свойства, такие как, например, цепочечные структуры не учитываются. Все константы могут быть определены при помощи аппроксимации полученных экспериментальных данных, и как следствие, их применение ограничено узким диапазоном применимости. Дискретный подход базируется на моделировании течения непрерывной жидкости, движения и взаимодействия частиц дискретной фазы, и распределения магнитного поля. Дискретный подход базируется на базовых физических законах, позволяющих моделировать эти три явления и их взаимодействия. Первый подход основан на уравнениях Ньютона и называется методом дискретных элементов. При использовании данного метода для каждой частицы в жидкости решается уравнение на основе второго закона Ньютона [5]. В данном уравнении учитываются силы контактного и неконтактного взаимодействия частицы с частицей, силы взаимодействия частицы и жидкости, а также силы взаимодействия частицы и внешних полей: гравитационного и магнитного полей. Силы броуновского движения также могут быть включены в данное уравнение.

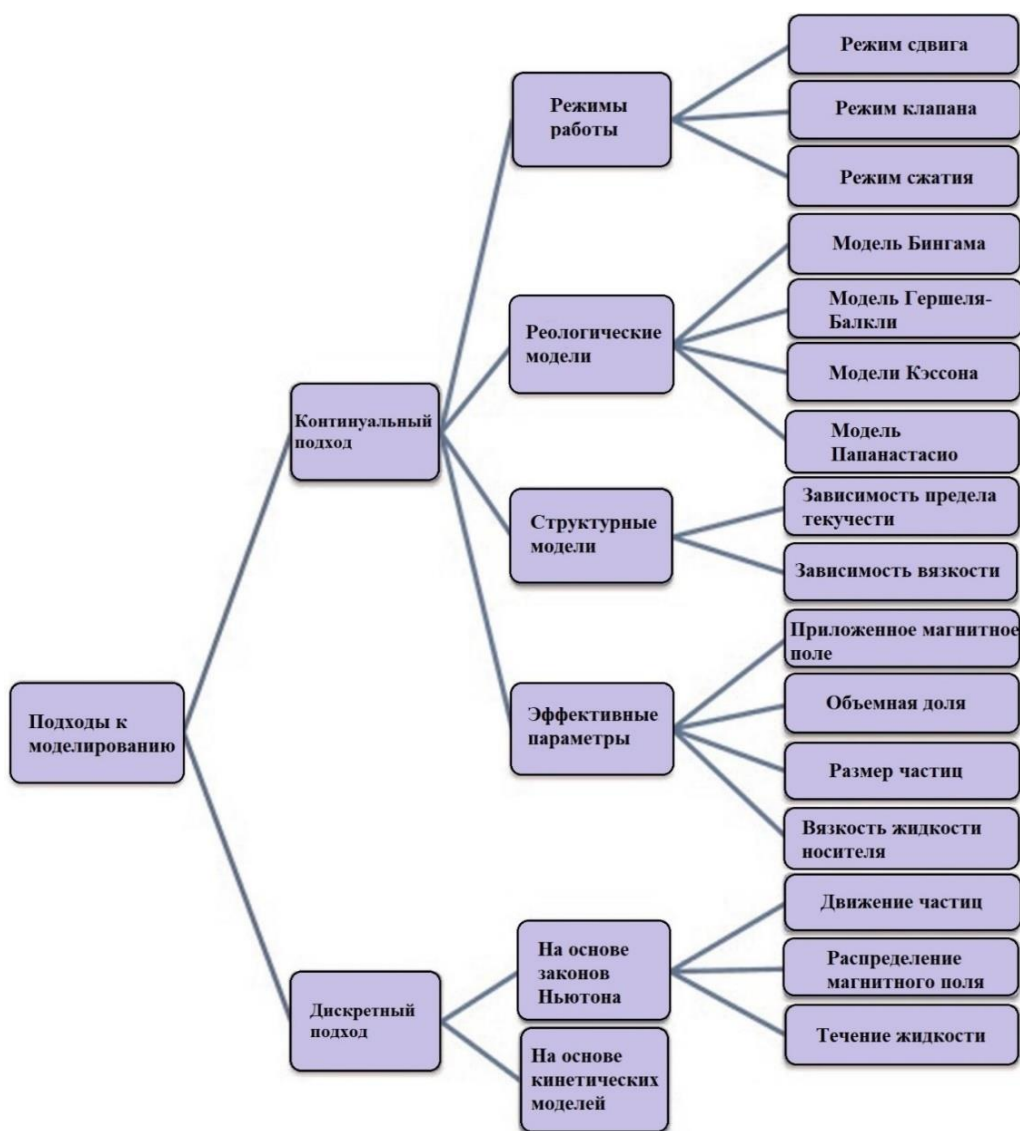


Рис. 1. Основные подходы к моделированию МРЖ

На основании полученных данных о скорости отдельных частиц можно решать уравнения потока жидкости. Так как отдельные частицы передают жидкости некоторый импульс, то в данном методе расчета характеристик МРЖ объемная доля значительно влияет на параметры расчета [5]. Необходимо уточнить, что данный метод также использует законы нормального распределения и является приблизительным в силу различного размера и массы каждой частицы. Также броуновские силы являются стохастическими, следовательно их определение связано с некоторыми статистическими погрешностями. Второй метод основан на теории кинетики, которая рассматривает связанные пары частиц. В обоих методах результаты могут быть получены путем решения уравнений Навье-Стокса. Сложностью дискретного подхода считается сложность уравнений и высокая вычислительная стоимость. Основная классификация подходов к моделированию, а также модели континуального подхода, показана на рис. 1.

В самом общем случае, функционирование магнитореологических устройств происходит в трех режимах (рис. 2). В зависимости от выбранного режима конструкция триботехнического устройства может значительно различаться. Наиболее часто встречающимся видом устройств, использующих МРЖ, являются демпферы, работающие в режиме прямого сдвига (магнитореологические амортизаторы) [6, 7] и режиме сжатия [8 – 10].

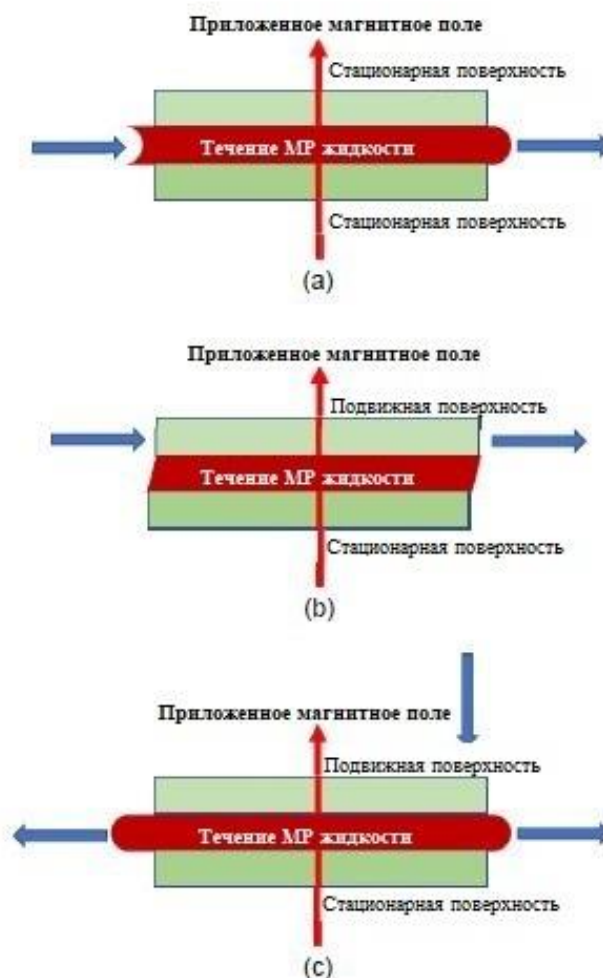


Рис. 2. Режимы работы МР устройств:

a – режима клапана; *b* – режим прямого сдвига; *в* – режим сжатия

Общая классификация магнитоэологических демпферов представлена на рис. 3. В соответствии с дизайном устройства, линейные демпферы можно разделить на одно-трубные, двухтрубные и двусторонние [11]. Однотрубные демпферы представляют собой амортизатор с установленной в поршень электромагнитной катушкой. Данный вид конструкции является наиболее простым в изготовлении и наиболее распространенным в области машиностроения. Двухтрубный является модернизированной версией однотрубного и отличается установкой второго внешнего корпуса, соединяющего два резервуара. МР-демпер с двумя поршневыми штоками схож с однотрубным демпфером по конструкции, не имеет аккумуляторного механизма, и применяется, в основном, в конструкции оружия, транспортных средств и сейсмических устройств. Ротационные МР-демперы делятся на устройства с полным охватом угла жидкости и с частичным охватом [12 – 14]. К устройствам с полным охватом относят магнитоэологические тормоза различного вида. Демпферы с частичным охватом используют одну или несколько (лопастные МР-демперы) радиально направленных электромагнитных катушек.

МР-демперы имеют некоторые преимущества перед пассивными и активными устройствами за счет управляемости свойств, энергетической экономичности, низкой стоимости, высокой надежности [12 – 14].

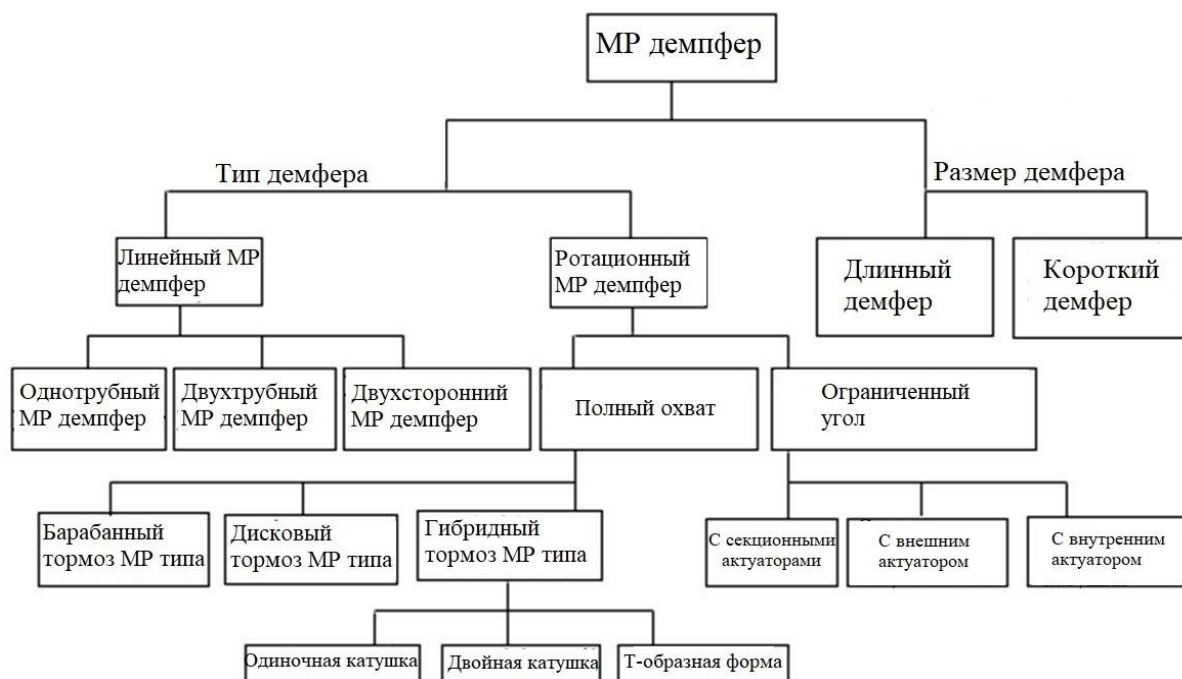


Рис. 3. Классификация демпферов

Применение магнитоэологических жидкостей в качестве смазочного материала опор скольжения является актуальной областью исследований. Развитие исследований в области таких характеристик МРЖ как седиментация, агломерация, износ металлических поверхностей взвешенными в жидкости металлическими частицами, позволяет

говорить о подобной потенциальной применимости. Применение МРЖ позволит значительно изменить характеристики течения жидкости в области зазора опоры за счет магнитного поля. Поэтому можно отнести магнитореологические подшипники скольжения к опорам с активным управлением характеристиками работы. Классификация подшипниковых опор приведена на рис. 4.



Рис. 4. Классификация опор роторных машин

В области магнитореологических опор скольжения выделяются 3 основных области исследований: упорные подшипники [15 – 18], радиальные подшипники [19 – 23], магнитореологическое текстурирование поверхности трения [24–25]. В области конструкций радиальных магнитореологических подшипников скольжения можно выделить различные способы создания магнитного поля. Наиболее простая с точки зрения реализации конструкция – внешнее магнитное поле создается за счет внешних электромагнитных катушек, направленных под каким-то углом к поверхности подшипника, либо отрезка провода, расположенного на некотором расстоянии от зазора подшипника. Подобный подход к созданию управляемых магнитореологических опор характеризуется неоднородностью создаваемого магнитного поля, что приводит к сложности расчета характеристик подобной опоры. Также данный вид конструкций имеет недостаток в виде больших электромагнитных потерь из-за низкой магнитной проницаемости воздуха, через который в подавляющей части случаев замыкаются линии магнитного поля. Подобного недостатка лишены конструкции магнитореологических подшипников скольжения с секторным охватом. Идейно подобные конструкции близки к активным магнитным опорам. Линии магнитного поля замыкаются через участок вала, корпус и два соседних полюса. Отсюда можно констатировать недостаток, связанный с сложностью учета разнонаправленных линий магнитного поля. Третий вид конструкций является относительно новым и характеризуется наличием расположенной в корпусе соосно с валом

одной или нескольких электромагнитных катушек. Подобное решение решает проблемы с направлением линий магнитного поля и его однородностью. Недостатком является потенциальная неоднородность магнитного поля по длине зазора подшипника.

Список использованных источников

1. Rabinow, J. The magnetic fluid clutch / J. Rabinow // Transactions of the American Institute of Electrical Engineers (AIEE). – 1948. – V. 67. – P. 1308 – 1315.
2. Omidbeygi, F. Exact solution and CFD simulation of magnetorheological fluid purely tangential flow within an eccentric annulus / F. Omidbeygi and S. H. Hashemabadi // International Journal of Mechanical Sciences. – 2013. – V. 75. – P. 26 – 33.
3. Lange, U. Flow of magnetorheological fluids / U. Lange, L. Richter and L. Zipser // Journal of Intelligent Material Systems and Structures. – 2001. – V. 12. – P. 161 – 164.
4. Bossis, G. Magnetorheology: fluids, structures and rheology. In: Odenbach S (ed.) / G. Bossis, O. Volkova, S. Lacis // Ferrofluids. Berlin, Heidelberg: Springer – 2003. – P. 202 – 230.
5. Omidbeygi, F. Experimental study and CFD simulation of rotational eccentric cylinder in a magnetorheological fluid / F. Omidbeygi, S. H. Hashemabadi // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2012. – V. 324. – P. 2062 – 2069.
6. Li S. Adhesive particulate flow: the discrete-element method and its application in energy and environmental engineering. / Li S., Marshall J.S., Liu G. et al. // Progress in Energy and Combustion Science. – 2011. – V. 37. – P. 633 – 668.
7. Du, H. Direct voltage control of magnetorheological damper for vehicle suspensions / Du H., Lam, J., Cheung, K. // Smart Materials and Structures. – 2013. – V. 22(10). DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/0964-1726/22/10/105016>.
8. Park, E. J. A performance evaluation of an automotive magnetorheological brake design with a sliding mode controller / E. J. Park, D. Stoikov, L. F.da Luz // Mechatronics. – 2006. – V. 16(7). – P. 405 – 416.
9. Kim, K. J. Design and modeling of semi-active squeeze film dampers using magnetorheological fluids / K. J. Kim, C. W. Lee, J. H. Koo // Smart Materials and Structures. – 2008. – V. 17(3).
10. Ma L. Dynamic characteristics analysis of a misaligned rotor–bearing system with squeeze film dampers / Ma L., Zhang J. H., Lin J. W. // Journal of Zhejiang University-SCIENCE A (Applied Physics & Engineering). – 2016. – V. 17(8). – P. 614 – 631.
11. Yazid I. I.M. Design of magnetorheological damper with a combination of shear and squeeze modes / Yazid, I.I.M., Mazlan, S.A., Kikuchi, T. // Materials & Design. – 2014. – Vol. 54. –P. 87-95. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2013.07.090>.
12. Mahmudur Rahman. A review of advances in magnetorheological dampers: their design optimization and applications / Mahmudur Rahman, Zhi Chao Ong, Sabariah Julai, Md Meftahul Ferdous, Raju Ahamed // Journal of Zhejiang University-SCIENCE A (Applied Physics & Engineering). – 2017. – V. 18(12). – P. 991 – 1010.
13. Hong S.R. A unifying perspective on the quasi-steady analysis of magnetorheological dampers / Hong, S.R., John, S., Wereley, N.M. // Journal of Intelligent Material Systems and Structures. – 2008. – V. 19(8). – P. 959 – 976.
14. Imaduddin, F. A design and modelling review of rotary magnetorheological damper / F. Imaduddin, S. A. Mazlan, H. Zamzuri // Materials & Design. – V. 51. – P. 575 – 591. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2013.04.042>.

15. Zapomel J. Determination of the transient vibrations of a rigid rotor attenuated by a semiactive magnetorheological damping device by means of computational modelling / J. Zapomel, P. Ferfecki, J. Kozanek // *Applied and Computational Mechanics*. – 2013. – V. 7. – P. 223 – 234.
16. Wojciech Horak. Measurement of normal force in magnetorheological and ferrofluid lubricated bearings / J. Salwiński, W. Horak // *Key Engineering Materials*. – 2012. – V. 490. – P. 25 – 32.
17. Wojciech Horak. The influence of selected factors on axial force and friction torque in a thrust bearing lubricated with magnetorheological fluid / Wojciech Horak, Józef Salwiński, Marcin Szczęch // *Tribologia*. – 2016. – V. 5. – P. 51 – 61.
18. Wojciech Horak. Analysis of the influence of selected factors on the capacity of thrust sliding bearings lubricated with magnetic fluids / Wojciech Horak, Marcin Szczęch, Józef Salwiński // *Tribologia*. – 2017. – V. 4. – P. 33 – 38.
19. Wojciech Horak. Influence of pad geometry modification on the performance of thrust bearings lubricated with magnetorheological fluid / Wojciech Horak, Józef Salwiński, Marcin Szczęch // *Tribologia*. – 2018. – V. 2. – P. 29 – 35.
20. Xiaohu Wang. Dynamic characteristics of magnetorheological fluid lubricated journal bearing and its application to rotor vibration control / Xiaohu Wang, Hongguang Li, Ming Li, Huiyu Bai, Guang Meng, Hua Zhang // *jve international ltd. journal of vibroengineering*. – 2015. – V. 17(4). – P. 1912 – 1927.
21. Xiaohu Wang. Rotordynamic coefficients of a controllable magnetorheological fluid lubricated floating ring bearing / Xiaohu Wang, Hongguang Li*, Guang Meng // *Tribology International*. – 2017. – V. 114. – P. 1 – 14
22. Xiaohu Wang. Stiffness and Damping Properties of (Semi) Floating Ring Bearing Using Magnetorheological Fluids as Lubricant / Xiaohu Wang, Hongguang Li, Wen Lu, Guang Meng // *Journal of Tribology*. – 2017. – V. 139. – P. 11.
23. Paras Ram. Ferrofluid lubrication in porous inclined slider bearing / Paras Ram // *Indian Journal of Pure and Applied Mathematics*. – 1999. – V. 30(12). – P. 1273 – 1281.
24. Stefan G. E. Lampaert. Rheological texture in a journal bearing with magnetorheological fluids / Stefan G.E. Lampaert, Federico Quinci, Ron A.J. van Ostayen // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2020. – V. 499. – P. 7.
25. Krishnkant Sahu. A Simulation Study on the Behavior of Magnetorheological Fluid on Herringbone Grooved Hybrid Slot-entry Bearing / Krishnkant Sahu, Satish C. Sharma // *Tribology Transactions*. – 2019. – V. 62, Is. 6. – P. 1099 – 1118. DOI: <https://doi.org/10.1080/10402004.2019.1649775>.

Fetisov A. S.¹, Kornaev A. V.², Savin L. A.³

Orel State University, Orel, Russia

¹(Tel. +79200898133, e-mail: fetisov57rus@mail.ru),

²(E-mail: rusakor@inbox.ru),

³ (E-mail: savin@ostu.ru)

APPLICATION OF MAGNETORHEOLOGICAL FLUIDS WITH ACTIVE SLIDING BEARINGS

Abstract. The article presents the main ways of magnetorheological fluids using in tribotechnical devices with active control systems. A classification of magnetorheological dampers is presented. The main modes of magnetorheological fluids operation are presented.

Keywords: magnetorheological fluid, damper, active control systems, sliding bearing

Секция 4

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И НАДЕЖНОСТЬ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

УДК 621.3.084.2

Плотников А. В.¹, Григорьев А. С.²

Липецкий государственный технический университет, Липецк, Россия

¹ (E-mail: pav@stu.lipetsk.ru),

² (E-mail: andrey_grigoriev96@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Применены методы метрологического обеспечения, определяющие уровень качества измерений электрической энергии, потребляемой мехатронной системой – станом холодной прокатки типа С4 / С6Н на НЛМК. Проведено сравнение трех статистических подходов к обработке полученных результатов. Сделаны выводы о качественном соответствии измерений требованиям технологического процесса.

Ключевые слова: мехатронные системы, качество измерений, метрологическое обеспечение, приборы учета, комплексные величины, точность и достоверность, неопределенность измерений.

Введение. Вопросы актуальности исследования нормативного соответствия метрологических характеристик измерительного оборудования различных классов требованиям потребителей, за счет определения критериев качества, являются одними из приоритетных векторов развития автоматизации производства на предприятиях промышленного отраслевого бизнеса [1].

Объектом анализа выбрана автоматизированная информационно-измерительная система (АИИС) «Электроучет». Данная АИИС предназначена для предоставления полного, точного и достоверного, оперативного и гибкого учета потребления электроэнергии по различным временным интервалам и группам оборудования, а также создания условий для максимально эффективного управления электроснабжением в ходе ведения различных технологических режимов металлургической компании ПАО «НЛМК». При этом она нацелена и на реализацию задач метрологического обеспечения (МО) такой мехатронной системы, как стан холодной прокатки типа «S4/S6H». Например, осуществление управления многотысячным спектром измерительной приборной базы и процессами измерений, позволяющее контролировать точность и достоверность результатов измерений, влияющих на качество продукции [2].

В рамках МО производства [3, 4] также выполняется анализ состояний измерений реестровых приборов учета электроэнергии типового исполнения «СЭТ-4ТМ.02М». Они имеют сопряжение в комплексе узлов АИИС «Электроучет». Соподчинение структур обеспечения, управления и сбора информации процесса холодной прокатки приведено на рис. 1 [5].



Рис. 1. Структура соединения мехатронной системы и АИИС

В рассматриваемой АИИС можно выделить два основных функциональных контура. Первым является измерительная цепь. В нем непосредственно формируется измеряемый сигнал: потребитель (привод мехатронной системы) – преобразователь – силовой трансформатор – измерительный трансформатор тока – прибор учета – измерительный трансформатор напряжения. Вторым будет контур передачи информации: прибор учета – плата сбора – контроллер – сервер.

Формализованная постановка задачи

Оценить качественный уровень АИИС «Электроучет» от эксплуатационного использования для измерения и многотарифного учета активной и реактивной электроэнергии счетчиков СЭТ-4ТМ.02М с установленными основными метрологическими и техническими характеристиками. Они сведены в табл. 1.

1. Характеристики счетчика СЭТ-4ТМ.02М

Название параметра	Величина
Напряжение, В	3×115/57,7
Номинальный ток, А	5
Максимальный ток, А	10
Класс точности по: активной энергии	0,2S
реактивной энергии	0,5
Полная мощность, потребляемая последовательной цепью, В·А	0,1
Активная (полная) [реактивная] мощность, потребляемая параллельной цепью, Вт (В·А)[Var]	115 В – 1,0 (1,5) [0,5] 57,7 В – 0,8 (1,0)[0,6]

Кроме этого, в ходе бездемонстрационной поверки при нормальных условиях получены результаты прямых многократных измерений активной P , Вт, реактивной Q , Вар мощностей (рис. 2). Данный вид метрологического обеспечения проводился согласно методике [6].

Показания по полной мощности S , ВА, – косвенные измерения, формировались как комплексные величины. Действительной составляющей являлась активная мощность. Мнимой – реактивная.

S , ВА	P , Вт	Q , Вар
518.884+j*556.176	518,884	556,176
522.464+j*555.81	522,464	555,81
521.551+j*556.098	521,551	556,098
520.858+j*555.215	520,858	555,215
519.947+j*556.316	519,947	556,316
518.985+j*556.764	518,985	556,764
518.58+j*555.437	518,58	555,437
520.006+j*556.313	520,006	556,313
520.54+j*555.614	520,54	555,614
521.323+j*556.097	521,323	556,097
520.773+j*555.223	520,773	555,223

Рис. 2. Фрагмент выборки результатов измерения P , Q и S

Предлагаемый метод решения

Оценивание достоверности результатов измерений активной, реактивной и полной мощностей проводилось при помощи валидационных характеристик в виде неопределенностей измерения и с использованием ряда методов. Сначала задействовали стандартизированный метод, представленный алгоритмом из GUM [7]. Он адаптирован в [7] под прямые многократные и в [8] косвенные измерения. Далее реализовывали референтный метод. Им являлся метод Монте-Карло (ММК). Оба работают с действительными значениями физических величин. Затем выполняли прикладное приложение алгоритмаиз [9] для оценки неопределенности комплексных величин, с применением GUMTreeCalculator (GTC) [9].

Алгоритм [9], адаптированный для исследуемой системы АИИС «Электроучет», начинался с оценивания неопределенности типа А. Здесь формируется ковариационная матрица из стандартных неопределенностей в действительной и мнимой компоненте с учетом значений корреляции между ними. Это иллюстрирует рис. 3.

Далее оценивали неопределенности: типа В и суммарную стандартную. Шаги алгоритма показаны на рис. 4.

Последовательность действий для выявления расширенной неопределенности отображена на рис. 5.

На рисунке 6 дан заключительный фрагмент блок-схемы, где фиксируются интервалы неопределенности измеряемой величины с доверительной вероятностью, равной 0,95.

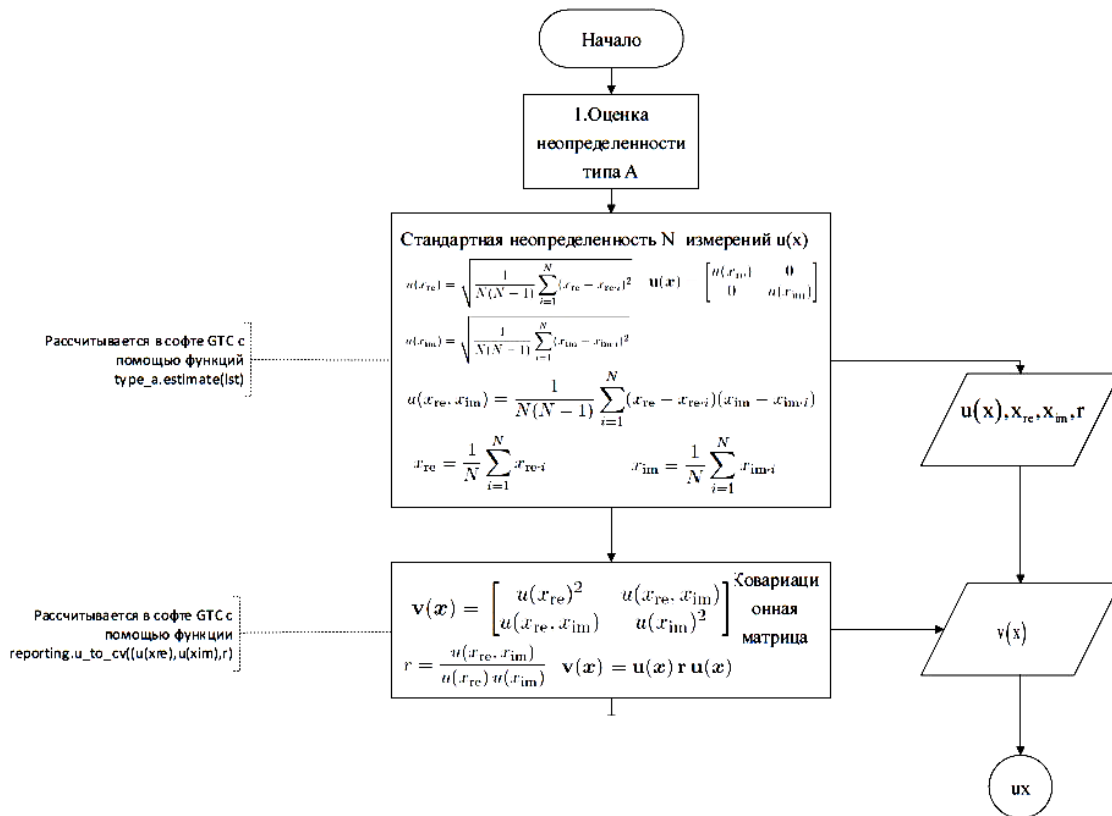


Рис. 3. Первый этап – оценка неопределенности типа А

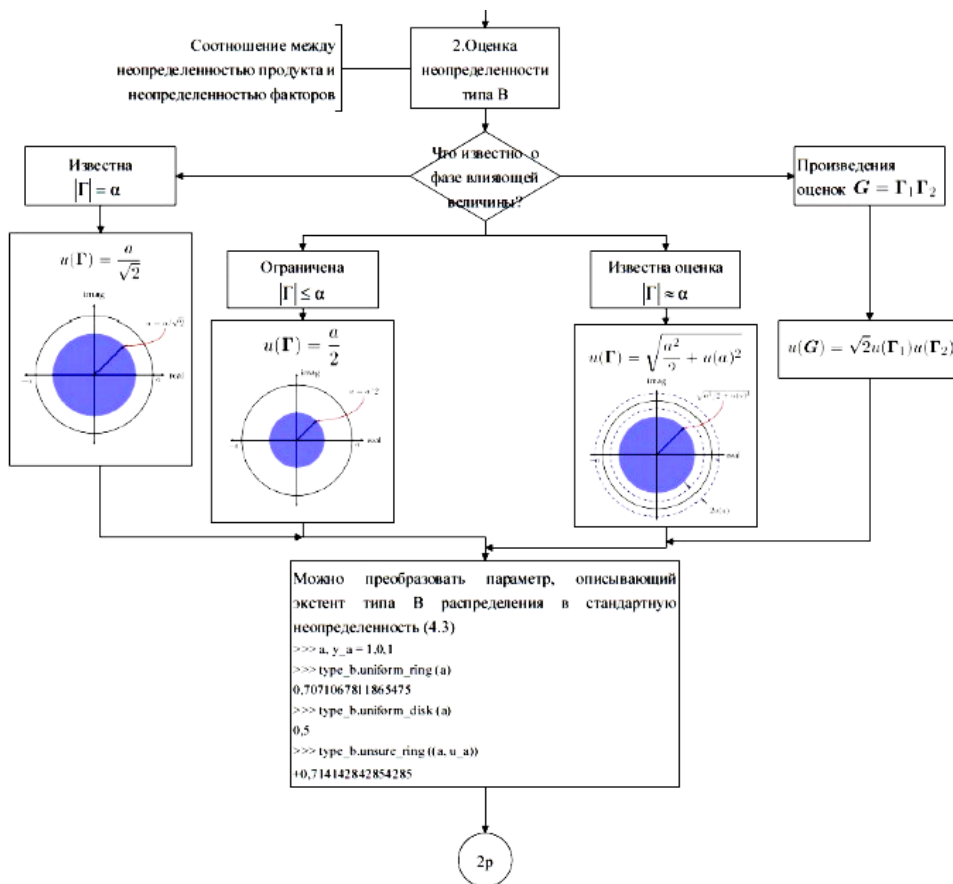


Рис. 4. Продолжение алгоритма оценивания неопределенностей

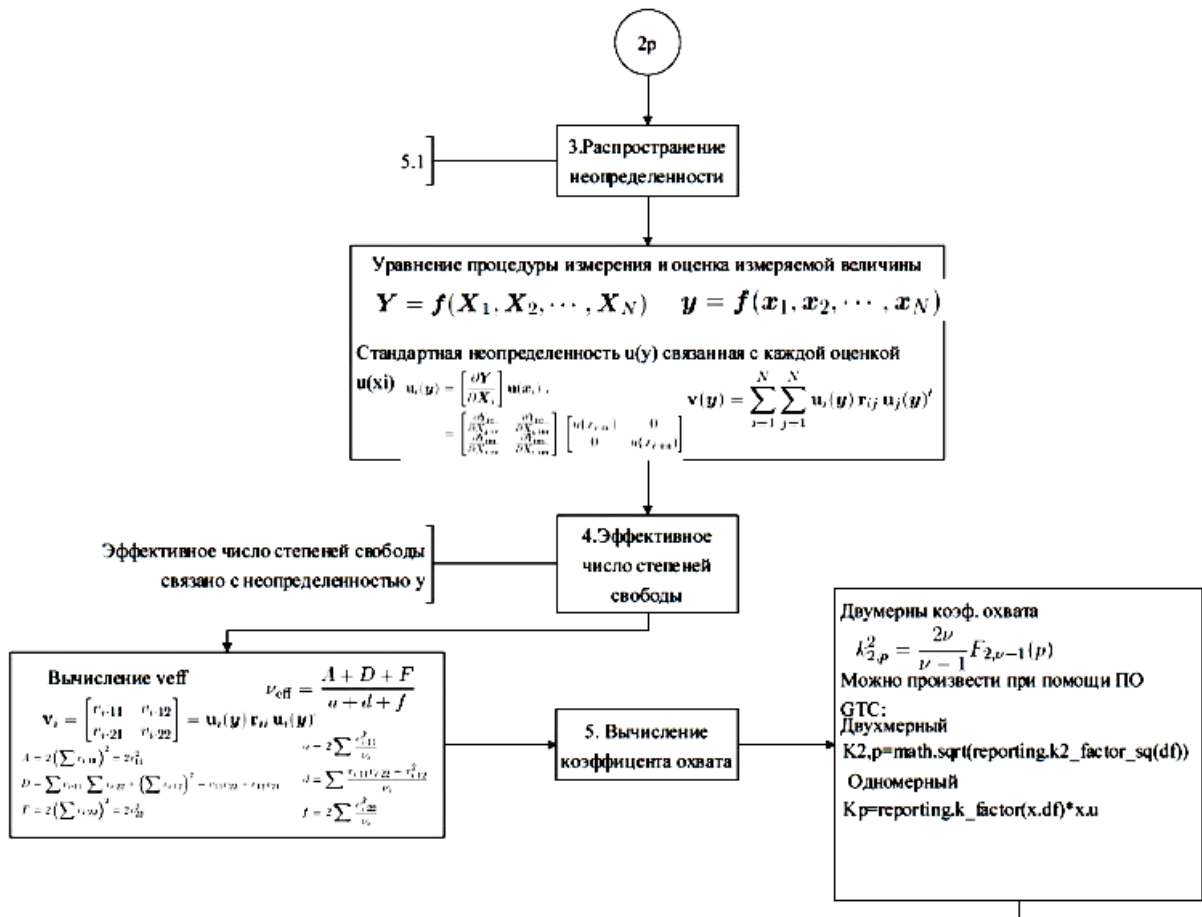


Рис. 5. Следующая ступень алгоритма

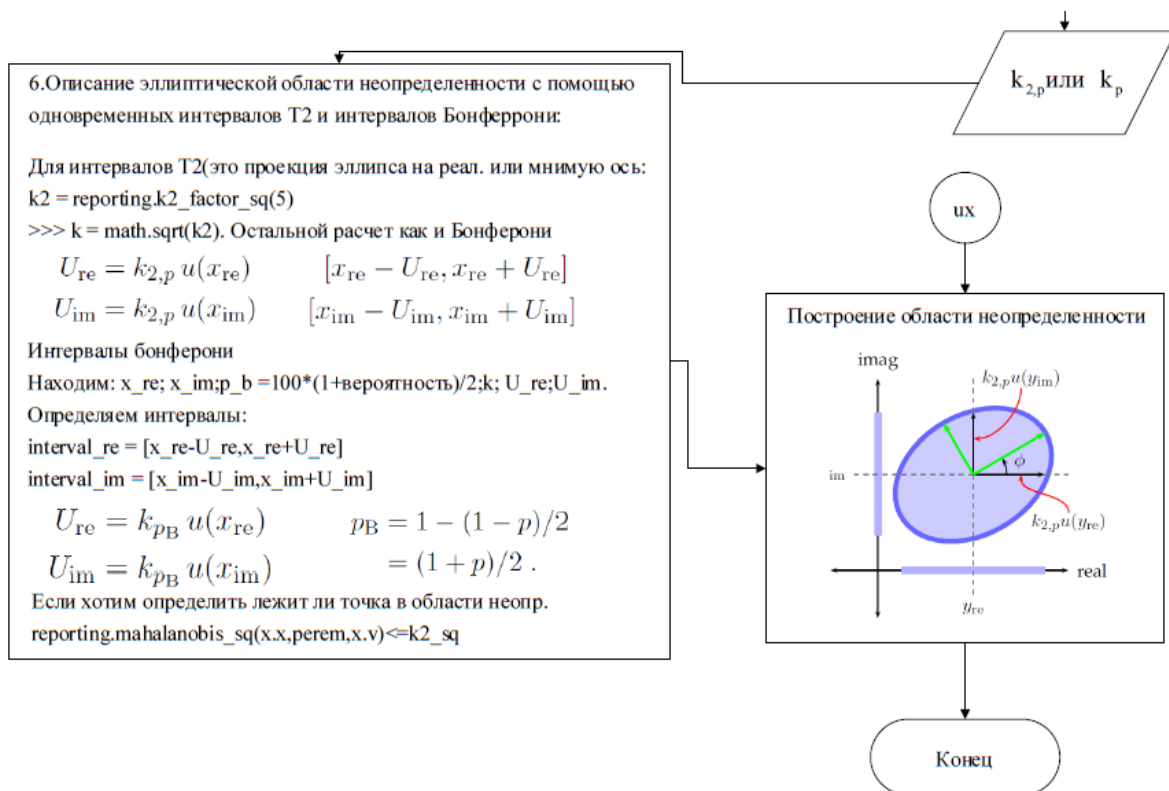


Рис. 6. Идентификация интервалов

Численное сравнение значений расширенной неопределенности результатов измерения активной, реактивной и полной мощностей, полученных тремя разными методами, приведено в табл. 2.

2. К анализу достоверности измерений

Метод оценки	Расширенная неопределенность
ММК	$P = (519,89 \pm 2,37)$ $Q = (555,92 \pm 1,00)$ $S = (761,14 \pm 1,83)$
GUM	$P = (519,89 \pm 2,96)$ $Q = (555,92 \pm 1,26)$ $S = (761,14 \pm 2,27)$
Алгоритм для комплексных величин	$P = (519,89 \pm 6,80)$ $Q = (555,92 \pm 7,26)$

Из таблицы 2 наглядно видно, что применение подходов ММК и GUM, предназначенных для действительных значений, к величинам в комплексной форме, может привести к неадекватной оценке достоверности результатов измерений, поскольку возникает существенный недоучет расширенной неопределенности.

Заключение. ММК дает референтную оценку, выраженную более «узкими» границами интервала для каждой измеряемой величины. По-видимому, это происходит из-за недооценивания неопределенности от пренебрежения при расчете некоторыми параметрами и более простого алгоритма обработки данных.

GUM выполняет переоценку неопределенности и формирует интервальное расширение. Возможно, здесь есть влияние производных первых порядков для определения весовых коэффициентов и ряд других известных недостатков GUM.

Исследовательский алгоритм для комплексных чисел существенно увеличивает интервалы неопределенностей. Так, вследствие вклада мнимых составляющих результата измерения, наблюдается рост в три раза для активной и в семь по отношению к реактивной мощностям. В результате, алгоритм [9], адаптированный к АИИС «Электроучет», осуществляющей электроснабжение мехатронных систем в ПАО «НЛМК», и в частности, стана холодной прокатки типа «S4/S6H», удовлетворяет регламентированным требованиям по качеству измерений [6].

Список использованных источников

1. Григорьев, А. С. К выбору индуктивных датчиков положения по статусу метрологического подтверждения пригодности для обеспечения точного позиционирования сервоприводов / А. С. Григорьев; науч. рук. А. В. Плотников // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения,

Новокузнецк, 14 – 16 апр. 2019 г. / М-во науки и высшего образования Российской Федерации, 2019. – С. 117 – 121.

2. АС «Электроучет» техническое описание [Текст]: листок-каталог: разработчик ПАО «НЛМК». – Липецк., 2012. – 5 с.

3. Григорьев, А. С. К оценке метрологической пригодности индуктивных датчиков положения в обеспечении точного позиционирования сервоприводов и качества реализации технологических процессов / А. С. Григорьев; науч. рук. А. В. Плотников // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения, Новокузнецк, 14 – 16 апр. 2019 г. / М-во науки и высшего образования Российской Федерации, 2019. – С. 112 – 116.

4. Григорьев, А. С. Контроль метрологической пригодности индуктивных датчиков положения сервоприводов в технологических процессах компаний машиностроительного комплекса / А. С. Григорьев; науч. рук. А. В. Плотников // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы XIX Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 25–26 апр. 2019 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель: ПГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – С. 359 – 362.

5. Введение в мехатронику : учеб. пособие / А. И. Грабченко, В. Б. Клепиков, В. Л. Добро-скок и др. – Х. : НТУ «ХПИ», 2014. – 274 с.

6. ИЛГШ.411152.145РЭ1 «Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки» / ФБУ Нижегородский ЦСМ, 2012. – 31 с.

7. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement. 2008. – 134 с.

8. Захаров И. П. Погрешность vs. Неопределенность : учебное пособие / И. П. Захаров. – Санкт-Петербург : Политехника Сервис, 2018. – 100 с.

9. Hall, B. D. Notes on complex measurement uncertainty – part 2 / B. D Hall. – Industrial Research Limited Report 2557. – Lower Hutt, New Zealand. – 2012. – 41 p. 7.

Plotnikov A. V.¹, Grigoriev A. S.²

Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

¹ (E-mail: pav@stu.lipetsk.ru),

² (E-mail: andrey_grigoriev96@mail.ru)

APPLICATION OF METROLOGICAL SUPPORT METHODS TO ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE RESULTS OF ELECTRIC ENERGY ACCOUNTING IN THE FUNCTIONING OF MECHATRONIC SYSTEMS

Abstract. The method of metrological assurance was applied, which determines the quality level of measurements of electrical energy consumed by the mechatronic system – cold rolling mill S4 / S6H at NLMK. Comparison of three statistical methods of processing the results is carried out. Conclusions are made about the compliance of the measurement quality level with the requirements of the technological process.

Keywords: mechatronic systems, measurement quality, metrological support, metering devices, complex quantities, accuracy and reliability, measurement uncertainty.

References

1. Grigorev, A. S. K vyboru induktivnyx datchikov polozheniya po statusu metrologicheskogo podtverzheniya prigodnosti dlya obespecheniya tochnogo pozicionirovaniya servoprivodov / A. S. Grigorev; nauch. ruk. A. V. Plotnikov // Nauka i molodezh: problemy, poiski, resheniya, Novokuzneczk, 14 – 16 apr. 2019 g. / M-vo nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii, 2019. – S. 117 – 121.
2. AS «Elektrouchet» texnicheskoe opisanie [Tekst]: listok-katalog: razrabotchik PAO «NLMK». – Lipeczk, 2012. – 5 s.
3. Grigorev, A. S. K ocenke metrologicheskoy prigodnosti induktivnyx datchikov polozheniya v obespechenii tochnogo pozicionirovaniya servoprivodov i kachestva realizacii texnologicheskix processov / A. S. Grigorev; nauch. ruk. A. V. Plotnikov // Nauka i molo-dezh: problemy, poiski, resheniya, Novokuzneczk, 14 – 16 apr. 2019 g. / M-vo nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii, 2019. – S. 112 – 116.
4. Grigorev, A. S. Kontrol metrologicheskoy prigodnosti induktivnyx datchikov polozheniya servoprivodov v texnologicheskix processax kompanij mashinostroitel'nogo kompleksa / A. S. Grigorev; nauch. ruk. A. V. Plotnikov // Issledovaniya i razrabotki v oblasti mashinostroeniya, energetiki i upravleniya: materialy XIX Mezhdunar. nauch.-texn. konf. studentov, aspirantov i molodyx uchenyx, Gomel, 25–26 apr. 2019 g. / M-vo obrazovaniya Resp. Belarus, Gomel. gos. texn. un-t im. P. O. Suxogo; pod obshh. red. A. A. Bojko. – Go-mel: GGTU im. P. O. Suxogo, 2019. – S. 359 – 362.
5. Vvedenie v mexatroniku: Uch. posobie / A. I. Grabchenko, V. B. Klepikov, V. L. Dobroskok et al. – X. : NTU "XPI", 2014. – 274 s.
6. ILGSh.411152.145RE1 «Rukovodstvo po ekspluatatsii. Chast 2. Metodika poverki» / FBU Nizhegorodskij CzSM, 2012. – 31 s.
7. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement. 2008. – 134 c.
8. Zaxarov, I. P. Pogreshnost vs. neopredelennost: uchebnoe posobie / I. P. Zaxarov. – Sankt-Peterburg: Politehnika Servis, 2018. – 100 s.
9. Hall, B. D. Notes on complex measurement uncertainty – part 2 / B. D Hall – Industrial Research Limited Report 2557. – Lower Hutt, New Zealand. – 2012. – 41 p.7.

УДК 681.51:006.91

Плотников А. В.¹, Григорьев А. С.²

Липецкий государственный технический университет, Липецк, Россия

¹ (E-mail: pav@stu.lipetsk.ru),² (E-mail: andrey_grigoriev96@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКТИВНЫХ ДАТЧИКОВ ПОЛОЖЕНИЯ В СХЕМАХ СЕРВОПРИВОДОВ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЦЕДУРЫ «METROLOGICAL CONFIRMATION»

Аннотация. Выполнено прикладное приложение технологий стандартизированной процедуры «Metrological confirmation». Применена реестровая методика калибровки к установлению пригодности датчиков по метрологическим требованиям потребителей. Целью являлось достижение заявленного уровня качественной реализации функционирования системы управления технологическим процессом.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, технология «Metrological confirmation», метрологическая пригодность, автоматизация, мехатронная система.

Введение. Основные технологические процессы предприятий отраслевого бизнеса, как правило, сопряжены с различными категориями приводов [1]. Одной из них является сервопривод. Его базовым критерием служит точность позиционирования и момента вращения для осуществления перемещения рабочего органа эксплуатируемых на автоматизированных производствах сложных агрегатов и механизмов, консолидированных в мехатронные системы, такие как комплекс ультразвуковой очистки НПП «СПЕЦМАШ» [2] в процессе его функционирования в АО «Липецкое станкостроительное предприятие» (АО «ЛСП»). Внешний вид промышленного оборудования показан на рис. 1 [2].

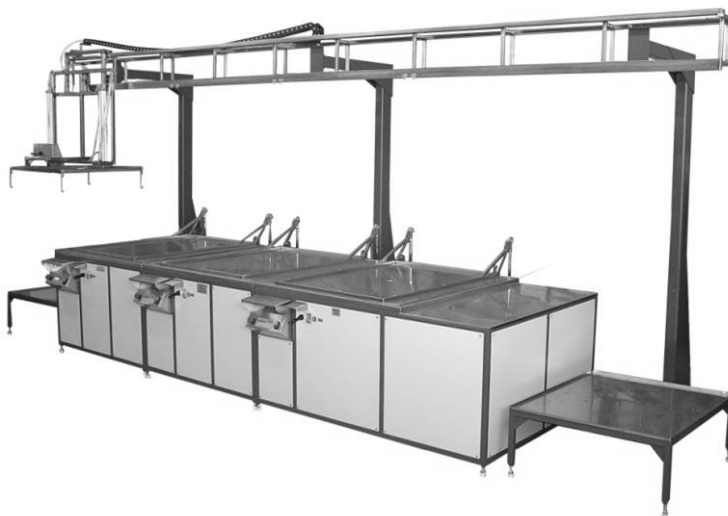


Рис. 1. Вид мехатронной системы

Совместно с сервоприводами используют соответствующие аппаратные средства. Их возможная структурная интеграция приведена на рис. 2 [3]. Здесь к вариациям элементной базы серводвигателей предлагаются типовые решения в виде ЕСМА-G213-06-S и ЕСМА-G213-03-S. У сервопреобразователей это ASD-B2-0721-B и ASD-B2-0421. Редукторы (не отображены на схеме) PA100-A-025-E2255 и PA100-C-010-E2255. Контролер выбран программируемый логический «Delta» DVP-SA2. Установлены фильтры электромагнитных полей 20TDT1W4D и 08TDT1W4S. Рекомендован блок питания DVPPS05.

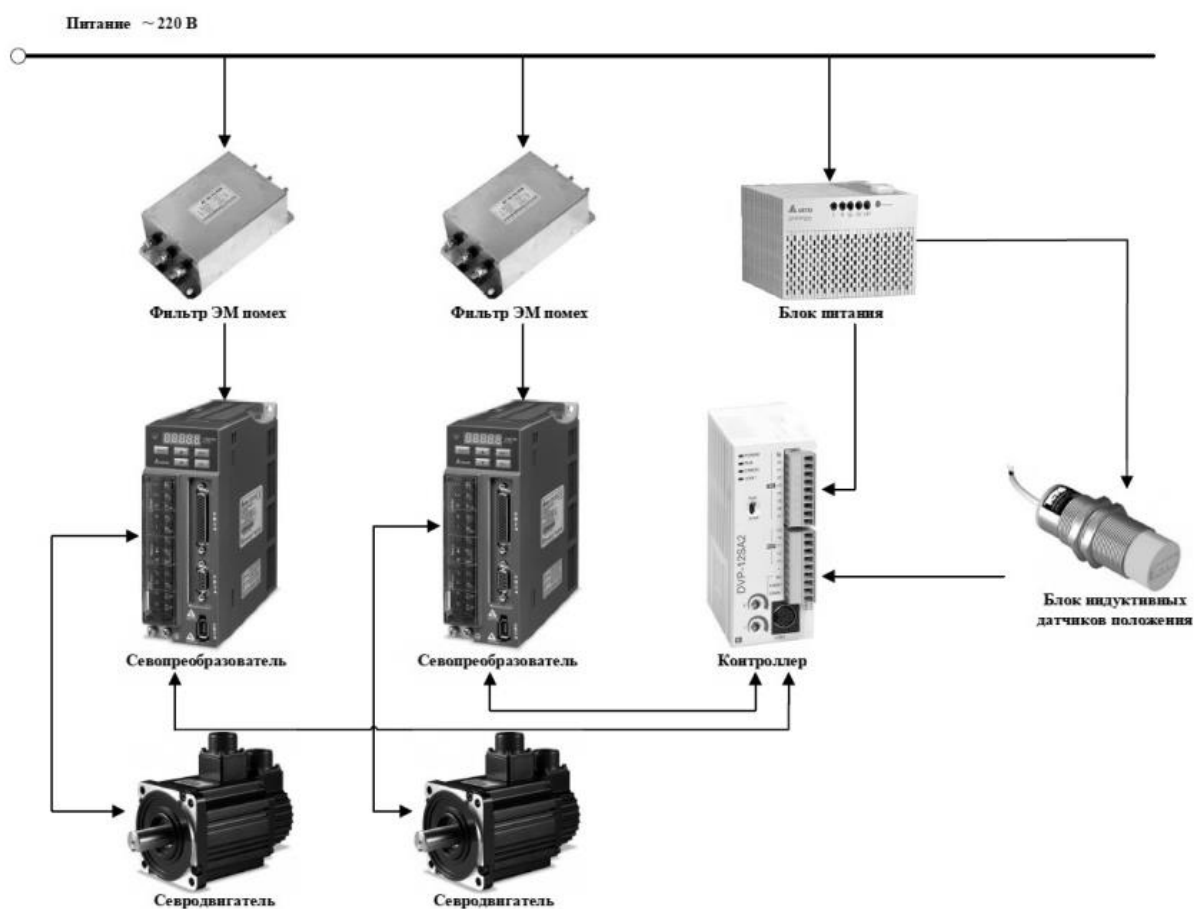


Рис. 2. Фрагмент структурной схемы аппаратной части сервопривода

Формализованная постановка задачи. С целью решения поставленной задачи исследования – обеспечение запросных требований точного позиционирования сервопривода на основе качества выходного сигнала с бесконтактных индуктивных датчиков положения, были проанализированы и оценены по характеристикам три их альтернативных исполнения ISNE6A-31N-10-LZ, LM8-3002NB и BESM18MI-NSC80B-BV03, рис. 3 [4].

В ходе предстоящей эксплуатации, только один из указанных выше типов первичных преобразователей будет сопряжен с управляющим устройством – контроллером,

подключен к питанию, и должен трансформировать наблюдаемую величину в сигнал, в соответствии с принципом действия и назначением структурного компонентного исполнения [5].



Рис. 3. Индуктивные бесконтактные датчики

Конструктивно датчики выведены в отдельный блок. Согласно [6] имеем подходы по выполнению моделирования различных форм сигнала в привязке к «поведению» средства измерения.

Предлагаемый метод решения

Далее проводили проверку правильности выбора датчиков положения в мехатронной системе с сервоприводом. Здесь реализованы методы технологии «Metrological confirmation» – метрологическое подтверждение пригодности. Содержание процедуры выражено требованиями международного стандарта ISO 10012:2003 «Measurement management systems – Requirements for measurement process and measuring equipment» [7]. Процесс, установленный в [7], охватывает значительную часть совокупности операций, необходимых для обеспечения соответствия измерительного оборудования. Там же отображена схема его поэтапного выполнения как в международной, так и национальной метрологических практиках [7].

Метрологическое подтверждение пригодности как процесс запрашивает входы. Их два. Первый включает метрологические требования. Второй – характеристики измерительного оборудования. Выходом является статус метрологического подтверждения пригодности измерительного оборудования. Движение по «ландшафту» процесса началось с подробной идентификации требований потребителя, выдвигаемых к бесконтактным индуктивным датчикам положения исследуемых типов в системном соподчинении с сервоприводом: номинальный зазор – 8 мм; замыкающий контакт – (NPN или PNP); частота переключения – 200 Гц; бесконтактное срабатывание.

На ступени «Калибровка» (рис. 4) [7], датчики были откалиброваны по методике [8] двумя способами. Содержание и выводы сведены в табл. 1 и 2. Такая необходимость продиктована минимизацией погрешности и неопределенности результатов калибровки. Ведь на вариативный разброс значений указанных характеристик влияют факторы – «оборудование», «условия», «метод», «оператор».

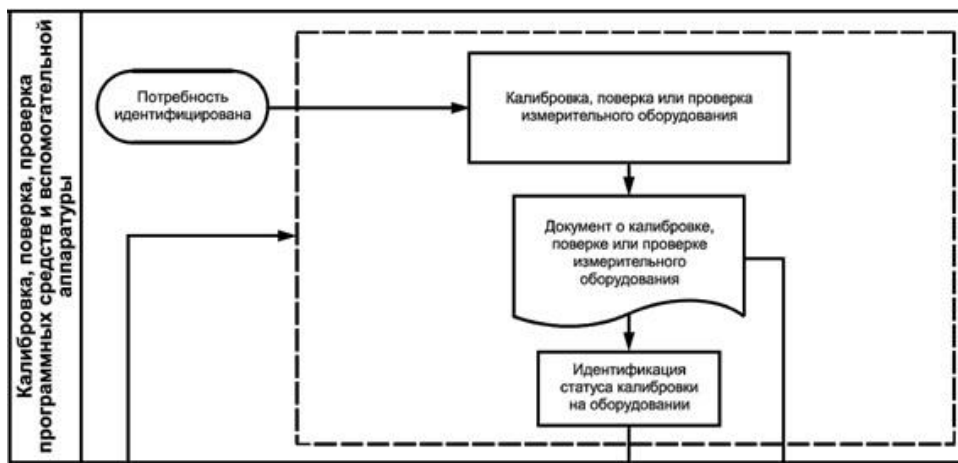


Рис. 4. Фрагмент процесса метрологического подтверждения пригодности

В свою очередь, это основная взаимосвязанная элементная база процесса измерений. В результате приоритетным является его моделирование и идентификация, «правильное» проектирование и разработка, валидация и качественная оценка [9].

1. К калибровке датчиков (содержание)

СПОСОБ № 1	СПОСОБ № 2
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Поочередное подключение каждого калибруемого датчика к одному и тому же откалиброванному каналу контроллера 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Каждому каналу контроллера присваивается собственный датчик, который калибруется и впоследствии эксплуатируется с этим каналом
<ul style="list-style-type: none"> ✓ После выполнения калибровки любой датчик может быть подключен к любому каналу контроллера 	

2. К калибровке датчиков (выводы)

СПОСОБ № 1	СПОСОБ № 2
<p>ВЫВОД: погрешность калибровки увеличивается на величину разброса погрешностей канала, с которым датчик будет эксплуатироваться, по отношению к погрешности канала, на котором проводилась калибровка датчика и может составлять до 1/3 исходной погрешности.</p>	<p>ВЫВОД: разброс погрешностей канала не влияет на величины погрешностей датчиков</p>

Последующий переход на локацию «Проверка метрологических требований потребителей» (рис. 5) [7], позволяет провести сравнение конечных выходов измерительной процедуры «Калибровка».

Наличие явных или латентных несоответствий в реализации измерений может приводить, например, к дрейфу и увеличению скорости дрейфа метрологических характеристик датчиков в отношении потребительских требований. Результаты калибровки здесь нельзя считать точными и достоверными [10].

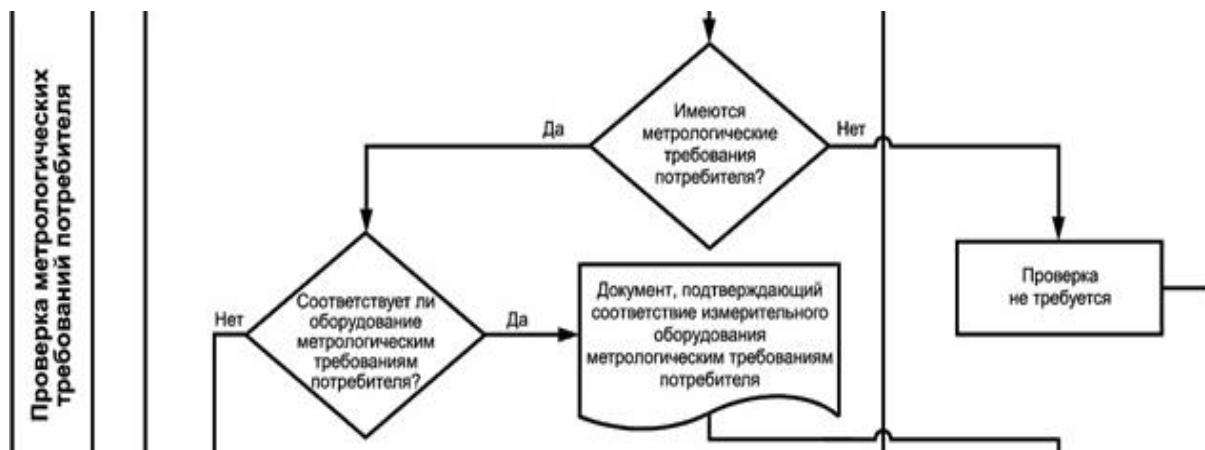


Рис. 5. «Проверка метрологических требований потребителей» процесса [7]

В этом случае блок-схема ступени «Требования и действия» (рис. 6) [7] предлагает предпринять возможные корректирующие действия. Далее следует проинформировать потребителя о получении статуса метрологического подтверждения пригодности измерительного оборудования.

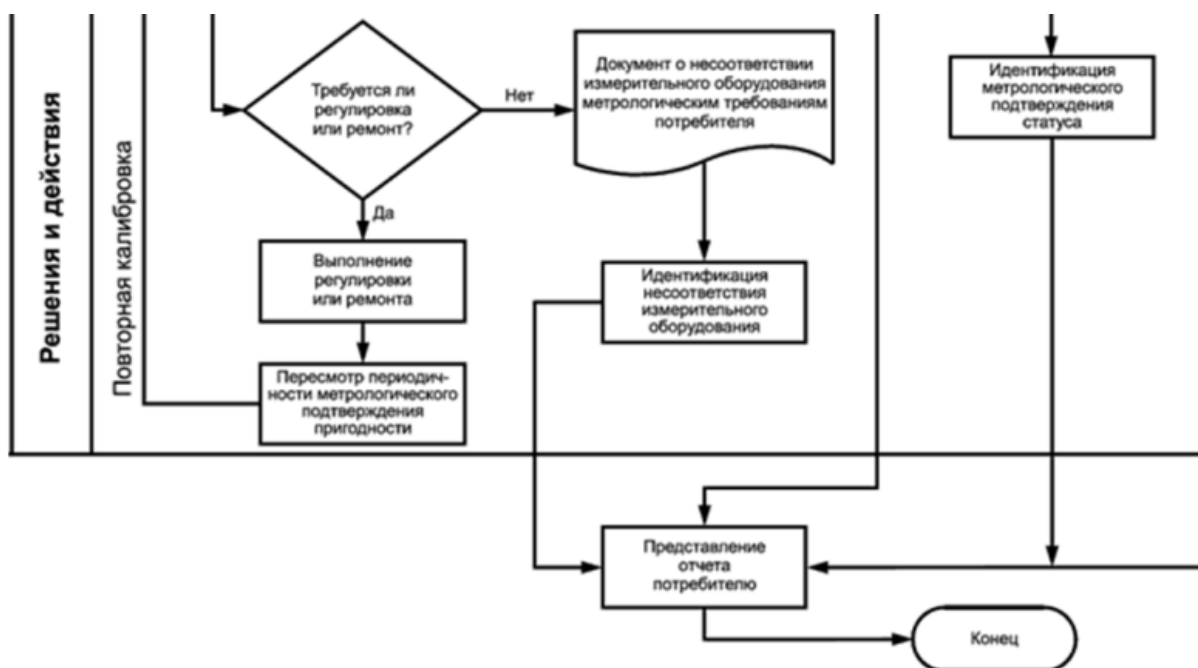


Рис. 6. Ступень процесса [7] «Требования и действия»

Заключение. По результатам метрологического подтверждения пригодности и требований технологического процесса могут быть выбраны датчики ISNE6A-31N-10-LZ.

Затем необходимо реализовать эксплуатационную апробацию предложенных измерительных устройств и программного обеспечения с целью получения оценок точного позиционирования в контрольных точках схемы сервопривода мехатронной системы – комплекса ультразвуковой очистки АО «ЛСК».

Список использованных источников

1. Белов, М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов [Текст] : учебник для студ. высш. учеб. заведений / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 576 с.
2. Спецмаш: Производство ультразвукового оборудования [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL : <http://www.spetsmash-vrn.ru/>.
3. Елисеев, В. А. Справочник по автоматизированному электроприводу [Текст] / В. А. Елисеев, А. В. Шинянский. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.
4. Выключатель индуктивный бесконтактный ISN E6A-31N-10-LP. Паспорт. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL : <https://teko-com.ru/katalog/induktivnye-datchiki/podbor-induktivnih-datchikov-po-parametram/isn-e6a-31n-10-lz.html>
5. ЗАО «Сенсор» Индуктивные бесконтактные выключатели [Электронный ресурс] Электрон. дан. – URL : <http://www.sensor-com.ru/catalog/inductive/desc>.
6. Буркова О. А. Реализация цифроаналогового преобразователя для модели напряжения [Текст] / О. А. Буркова, А. В. Плотников // Летняя школа молодых ученых ЛГТУ-2017 : сб. науч. тр. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов ЛГТУ. – Липецк, 2018. – С. 6 – 10.
7. ISO 10012–2003. Measurement management systems – Requirements for measurement process and measuring equipment [Текст]. – введ. 15.04.03. – ISO, 2003. – 26 с.
8. ЗАО «НПП Промтрансавтоматика» Контроллер измерительный многоканальный БИН-8/1 [Текст]: Методика калибровки индуктивных преобразователей. – Санкт-Петербург, 2008. – 18 с.
9. Гапонова, О. С. Валидация и качественная оценка процессов измерения АИИС КУЭ компаний металлургической отрасли [Текст] / О. С. Гапонова, А. В. Плотников // Школа молодых ученых по проблемам технических наук : сб. матер. областного профильного семинара студентов и аспирантов ЛГТУ. – 9 ноября 2018 г. – Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2018. – С. 46 – 51.
10. Кинжалова, А. В. Оценка межкалибровочных интервалов средств измерений [Текст] / А. В. Кинжалова, А. В. Плотников // Автоматизация и информатика. Тенденции развития современной науки : мат-лы науч. конф. студентов и аспирантов ЛГТУ, 14 – 18 апреля 2018 г. – Липецк, 2018. – С. 58 – 60.

Plotnikov A. V.¹, Grigoriev A. S.²

Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

¹ (E-mail: pav@stu.lipetsk.ru),

² (E-mail: andrey_grigoriev96@mail.ru)

**APPLICATION OF INDUCTIVE POSITION SENSORS IN CIRCUITS
OF SERVO DRIVES MECHATRONIC SYSTEMS ON THE BASIS
OF IMPLEMENTATION TECHNOLOGIES PROCEDURE
“METROLOGICAL CONFIRMATION”**

Abstract. The applied application of the technology of the standardized procedure «Metrological confirmation» has been completed. The register calibration method is applied to establish the suitability of sensors according to the metrological requirements of consumers. The goal was to achieve the declared level of qualitative implementation of the functioning of the technological process control system.

Keywords: metrological support, technology «Metrological confirmation», metrological suitability, automation, mechatronic system.

References

1. Belov, M. P. Avtomatizirovannyj elektroprivod tipovyx proizvodstvennyx mexanizmov i texnologicheskix kompleksov [Tekst]: uchebnik dlya stud. vyssh. ucheb. zavedenij / M.P. Belov, V.A. Novikov, L.N. Rassudov. – M.: Izdatelskij centr «Akademiya», 2007. – 576 s.
2. Spetsmash: Proizvodstvo ultrazvukovogo oborudovaniya [Elektronnyj resurs]. – Elektron. dan. – Rezhim dostupa: <http://www.spetsmash-vrn.ru/>
3. Eliseev, V. A. Spravochnik po avtomatizirovannomu elektroprivodu [Tekst] / V.A. Eliseev, A.V. Shinyanskij. – Moskva: Energoatomizdat, 1983. – 616 s.
4. Vyglyuchatel induktivnyj beskontaktnyj ISN E6A-31N-10-LP. Pasport. Rukovodstvo po ekspluatatsii [Elektronnyj resurs]. – Elektron. dan. – Rezhim dostupa: <https://teko-com.ru/katalog/induktivnye-datchiki/podbor-induktivnih-datchikov-po-parametram/isn-e6a-31n-10-lz.html>
5. ZAO «Sensor» Induktivnye beskontaktnye vyglyuchateli [Elektronnyj resurs] Elektron. dan. – Rezhim dostupa: <http://www.sensor-com.ru/catalog/inductive/desc>.
6. Burkova O.A. Realizaciya cifroanalogovogo preobrazovatelya dlya modeli napryazheniya [Tekst] / O.A. Burkova, A.V. Plotnikov // Letnyaya shkola molodyx uchenyx LGTU-2017: sb. nauch. tr. nauch.-prakt. konf. studentov i aspirantov LGTU. – Lipeck, 2018. – S. 6-10.
7. ISO 10012–2003. Measurement management systems – Requirements for measurement process and measuring equipment [Tekst]. – vved. 15.04.03. – ISO, 2003. – 26 s.
8. ZAO «NPP Promtransavtomatika» Kontroller izmeritelnyj mnogokanalnyj BIN-8/1 [Tekst]: Metodika kalibrovki induktivnyx preobrazovatelej / Sankt-Peterburg, 2008. – 18 s.
9. Gaponova O. S. Validaciya i kvalitativnaya ocenka processov izmereniya AIIS KUE` kompanij metallurgicheskoy otrasli [Tekst] / O.S. Gaponova, A.V. Plotnikov // Shkola molodyx uchenyx po problemam texnicheskix nauk: sb. matlov oblastnogo profilnogo semi-nara studentov i aspirantov LGTU. – 9 noyabrya 2018 g. – Lipeck: Izd-vo LGTU, 2018. – S. 46-51.
10. Kinzhalova A. V. Ocenka mezhkalibrovochnyx intervalov sredstv izmerenij [Tekst] / A. V. Kinzhalova, A. V. Plotnikov // Avtomatizaciya i informatika. Tendencii razvitiya sovremennoj nauki: mat-ly nauch. konf. studentov i aspirantov LGTU, 14-18 aprelya 2018 g. – Lipeck, 2018. – S. 58-60.

УДК 004.056

Филин А. А.¹, Чайко А. А.², Лысов Д. А.³

Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия

¹ (Тел. +7(915)8077930, e-mail: purplecrunk@yandex.ru),² (Тел. +7(910)2906632, e-mail: al.nchko@gmail.com),³ (Тел. +7(910)3305433, e-mail: lysovdmitriia@gmail.com)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ В МЕХАТРОНИКЕ

Аннотация. Рассматривается процесс разработки методики обеспечения безопасности мехатронических автоматизированных систем. Цель данной работы заключается в создании универсальной для большинства автоматизированных производств методики обеспечения безопасности, основанной на действующих в настоящее время нормативных документах. Поскольку в настоящее время наблюдается рост количества используемых в производстве промышленных роботов, возрастает и актуальность обеспечения целостности программного обеспечения на всех этапах производственной цепи. В результате были сформированы рекомендации, соответствующие текущему законодательству и позволяющие повысить эффективность производства путем уменьшения финансовых и материальных потерь от различных атак на систему как внешними, так и внутренними злоумышленниками.

Ключевые слова: мехатроника, автоматизированная система управления технологическим процессом, безопасность, нормативно-правовые документы, промышленные роботы.

Применение промышленных роботов в производстве позволяет повысить экономическую эффективность, тем самым обеспечивая конкурентное преимущество. Не менее важным аспектом является внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Что подразумевает внедрение системы, которая позволит оптимизировать задачу управления на операторском, организационном и производственном уровнях. Переход на автоматизацию позволяет повысить точность выполняемых операций за счет уменьшения воздействия человеческого фактора на управление технологическими процессами. Важно отметить, что уменьшение воздействия человеческого фактора не исключает человека из процесса, а позволяет ему осуществлять детальный контроль.

На сегодняшний день автоматизация может использоваться как в отдельных производственных процессах, так и в работе организации в целом.

Однако, автоматизация без выполнения требований по безопасности может быть чрезвычайно опасна. Отрасли, для которых защита АСУ ТП наиболее актуальна – это те, в которых возможен максимальный ущерб и может пострадать наибольшее количество

людей. Примером могут являться отрасли энергетики, нефти, газа, металлургии, транспорта, машиностроения.

Так, к примеру, «Лаборатория Касперского» провела исследование, показав процент компьютеров АСУ в энергетике, на которых в первом квартале 2020 года было заблокировано вредоносное программное обеспечение (ПО). Всего в первом полугодии 2020 года в Европе продукты «Лаборатории Касперского» сработали на 20,4% компьютеров АСУ в энергетике. Антивирусное программное обеспечение заблокировало в общей сложности 1485 модификаций вредоносного ПО из 633 различных семейств, в том числе различные многофункциональные шпионские программы (4,4%), а также вредоносные программы-вымогатели (1%) и эксплойты для офисных программных пакетов (3,4%), внедренные в документы, распространяемые через фишинговые рассылки и применяемые для развертывания шпионского ПО и программ-вымогателей – угроз, представляющих особую опасность и способных оказывать негативное воздействие на доступность и целостность систем и сетей АСУ ТП.

Безопасность всей промышленной сети и АСУ ТП должна обеспечиваться комплексно, учитывая специфику и особенности промышленных систем, требования и рекомендации как международных стандартов, так и российских нормативных документов по обеспечению информационной безопасности промышленных систем.

В производственных процессах, управляемых АСУ ТП, имеется вероятность реализации множества угроз, в частности несанкционированного изменения параметров, что может повлечь за собой серьезные как для производства, так и для работников последствия.

Важным этапом обеспечения безопасности автоматизированной производственной цепи является определение перечня угроз, актуальных для каждой рассматриваемой системы.

Согласно приказу ФСТЭК России от 14 марта 2014 г. № 31 «Об утверждении требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды» при определении угроз безопасности информации должны учитываться структурные и функциональные характеристики автоматизированной системы управления, которые включают в себя уровни этой системы (сегменты), состав автоматизированной системы управления, физические, логические, функциональные и технологические взаимосвязи в автоматизированной системе управления, взаимодействие с иными автоматизированными (информационными) системами и информационно-телекоммуникационными сетями, режимы функционирования автоматизированной системы управления, а также иные особенности ее построения и функционирования.

Для определения угроз безопасности информации применяются методические документы ФСТЭК России. Обобщенно разработку системы обеспечения безопасности можно представить в виде следующих этапов:

1. Проектирование системы защиты автоматизированной системы управления.
2. Разработка эксплуатационной документации на систему защиты автоматизированной системы управления.
3. Внедрение системы защиты автоматизированной системы управления и ввод ее в действие.
4. Эксплуатация и обеспечение защиты в ходе эксплуатации системы.

При проектировании системы защиты автоматизированной системы управления определяются:

- субъекты и объекты доступа;
- методы управления доступом и конкретные типы доступа к объектам для субъектов;
- меры защиты информации, подлежащие реализации в рамках системы защиты автоматизированной системы управления;
- параметры настройки программного обеспечения, которое обеспечивает реализацию мер защиты информации;
- типы и виды средств защиты;
- структура системы защиты автоматизированной системы управления;
- меры защиты информации при наличии взаимодействия с внешними системами и сетями;
- осуществляется проверка совместимости средств защиты;
- закрепление результатов в проектной документации.

Эксплуатационная документация должна включать в себя:

- структуру системы защиты автоматизированной системы управления;
- состав, места установки, параметры и порядок настройки средств защиты информации, программного обеспечения и технических средств;
- правила эксплуатации системы защиты автоматизированной системы управления.

Внедрение системы защиты автоматизированной системы управления осуществляется в соответствии с составленной на предыдущих этапах проектной и эксплуатационной документацией и включает в себя:

- настройку программного обеспечения;
- разработку документации, определяющей политики, применяемые для обеспечения защиты информации в автоматизированной системе управления в ходе ее эксплуатации;
- внедрение организационных мер защиты информации;

- установку и настройку средств защиты информации в автоматизированной системе управления;
- предварительные испытания системы защиты;
- опытную эксплуатацию (по определенной программе) системы защиты автоматизированной системы управления;
- анализ выявленных уязвимостей системы управления и принятие мер по их устранению;
- приемочные испытания системы защиты автоматизированной системы управления.

В ходе эксплуатации автоматизированной системы управления обеспечение безопасности осуществляется оператором в соответствии с эксплуатационной документацией на систему защиты и организационно-распорядительными документами по защите информации и включает:

- планирование мероприятий по обеспечению защиты информации;
- обеспечение действий в нештатных (непредвиденных) ситуациях в ходе эксплуатации автоматизированной системы управления;
- информирование и обучение персонала автоматизированной системы управления;
- периодический анализ угроз безопасности информации в автоматизированной системе управления и рисков от их реализации;
- администрирование системы защиты автоматизированной системы управления;
- выявление инцидентов в ходе эксплуатации автоматизированной системы управления и реагирование на них;
- управление конфигурацией автоматизированной системы управления и ее системы защиты;
- мониторинг обеспечения уровня защищенности автоматизированной системы управления.

Злоумышленники разрабатывают все более разнообразные способы преодоления защиты и осуществления несанкционированного доступа. Поскольку атаки на АСУ ТП могут представлять собой не единичную атаку, а цепь из непрерывных связанных преднамеренных действий, руководство и служба безопасности должны быть готовы принять ответные меры.

Список использованных источников

1. Скляр, В. В. Обеспечение безопасности АСУТП в соответствии с современными стандартами / В. В. Скляр. – М., 2018.
2. Приказ ФСТЭК России от 14 марта 2014 г. № 31. Об утверждении требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными

и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды [Текст]. – Зарегистрировано в Минюсте России 30 июня 2014 г. № 32919.

3. Лаборатория Касперского. Отчет «Кибератаки на системы АСУ ТП в энергетике в Европе. Первый квартал 2020 года» [Электронный ресурс], 2020 г. (<https://ics-cert.kaspersky.ru/reports/2020/09/03/cyberthreats-for-ics-in-energy-in-europe-q1-2020/>).

Filin A. A.¹, Chayko A. A.², Lysov D. A.³

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

¹ (Tel.+7(915)8077930, e-mail: purplecrunk@yandex.ru),

² (Tel.+7(910)2906632, e-mail: al.nchko@gmail.com),

³ (Tel. +7(910)3305433, e-mail: lysovdmittiia@gmail.com)

THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR ENSURING THE SAFETY OF AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEMS IN MECHATRONICS

Abstract. this article is devoted to the process of developing a methodology for ensuring the safety of mechatronic automated systems. The purpose of this work is to create a universal for most automated production methods of safety, based on the current regulatory documents. As the number of industrial robots used in production is currently growing, the importance of ensuring software integrity at all stages of the production chain is also increasing. As a result, recommendations were formed that comply with current legislation and make it possible to increase production efficiency by reducing financial and material losses from various attacks on the system by both external and internal malicious users.

Keywords: mechatronics, automated process control system, security, regulatory documents, industrial robots.

Секция 5

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ИТ И МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМАХ

УДК 005

Сумин В. И.¹, Смоленцева Т. Е.²

¹ ФКОУ ВО «Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний», Воронеж, Россия
(Тел. (4732) 60-68, e-mail: viktorsumin51@yandex.ru),

² ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва, Россия
(Тел. +7 (499) 215-65-65, e-mail: smoltan@bk.ru)

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Аннотация. Рассмотрена структура автоматизированной информационной справочной системы поддержки принятия решений, основной задачей которой является формирование структуры обеспечивающей информации. Для решения данной задачи рассмотрены основные этапы: вычисление коэффициентов важности и формализация суждений на основе опроса экспертов. Проанализированы результаты по применению предложенного подхода по формированию структурной компоненты рассматриваемой системы.

Ключевые слова: обеспечивающая информация, оценки важности, управляющие воздействия, коэффициенты важности.

Главной задачей, обеспечивающей функционирование автоматизированной информационной справочной системы поддержки принятия решений (АИСС ППР), является формирование оптимальной структуры элементов процедурного компонента получения обеспечивающей информации (ОИ).

Решение этой задачи осуществляется в два этапа: вычисление коэффициентов важности ω_n элементов I_{On} ОИ; решение задачи оптимизации состава ОИ.

Для вычисления оценок важности можно применять множество математических методов, которые, как правило, привязаны к определенной предметной области, и для принятия каждого управляющего воздействия (УВ) необходимо разрабатывать специальный метод. Более целесообразно применять универсальные методы. Одним из универсальных методов является метод Т. Саати [1,4].

Одной из основных трудностей использования моделей для формирования УВ является использование суждений, идентифицированных численными значениями с помощью некоторой шкалы.

Эти методы должны удовлетворять многим критериям. Например, адекватно отражать чувства субъекта в его суждениях; присутствие неопределенности в суждениях не должно оказывать влияние на необходимое числовое значение; большая разница в суждениях должна отражать значительное расхождение на числовой шкале.

Разработанная модель должна обеспечивать близкие значения при небольших отклонениях в числовом представлении суждений. Сравнение двух сложных объектов, описывающих суждения, не так-то просто осуществлять на основе цифр чувства и опыта по поводу того, насколько влияние одного из объектов влияет на достижение некоторой заданной цели больше, чем второго. Сама идея с определением цифр кажется искусственной, так как осуществляется произвольно.

По мере накопления статических данных первоначальная шкала, которая была определена для попарных сравнений, может быть скорректирована и обобщена. Чтобы результат сравнения двух объектов сформировать в виде объективных цифр, необходимо провести более детальный анализ функционирования этих объектов и в особенности того, как их параметры будут влиять на достижение главной цели. Источником для формализации сущности суждений является опрос экспертов, которые являются специалистами в исследуемой предметной области.

Эти суждения будут определять относительную важность функционирования одного объекта по сравнению с другим с точки зрения возможности достижения каждого своих целей. Обычно при формировании численных предпочтений эксперту задают следующие вопросы: какой из двух исследуемых объектов, по его мнению, более важен; необходимо определить разницу по заданной шкале имеющую большую важность.

Влияние одного объекта на другой учитывается только для тех параметров, которые на прямую влияют на функционирование объектов, и позволяет достигать сформированных целей. Для учета влияния косвенных воздействий на объекты можно осуществлять за счет соотношения типа вход–выход между этими объектами. Такой подход применяется, например, при распределении энергетических ресурсов между взаимозависимыми отраслями производства с учетом их с приоритетов. Разработку шкалы важности объектов будем осуществлять с определением рангов важности.

Определим набор (w_1, \dots, w_n) истинных значений важности соответственно для каждого n -го объекта, а определенные выше суждения позволяют сформировать сравнительные оценки важностей.

Каждый элемент w_{ij} матрицы попарных сравнений A формирует экспертную оценку отношения в виде выражения:

$$w_{ij} = w_i/w_j. \quad (1)$$

Определим матрицу состоятельности при выполнении соотношений $w_{ij}w_{ik} = w_{ik}$ и, частности, $w_{ii} = 1$ $w_{ji} = 1/w_{ij}$. Однако, матрица, сформированная экспертами, может быть несостоятельной, т.к. человеческие суждения трудно формализуемы. Для повышения состоятельности матрицы рекомендуется, чтобы, указав в качестве результата сравнения i -го объекта с j -м некоторое число w_{ij} , эксперты старались для w_{ji} указать значение $1/w_{ij}$.

В частности, желательно определять $w_{ii} = 1$. При этом подходе, считая, что один объект имеет важность в w раз по сравнению с другим, эксперт определит важность второго объекта как $1/w$ от важности первого. Легко видеть, что при формировании матрицы

A она имеет единичный ранг, т.е. если известны значения одной ее строки можно вычислить все ее элементы ($w_{ij} = w_{1j}/w_{1i}$).

Для матрицы A предполагаем, что $w_{1i} \neq 0$ для всех i . При нулевом попарном сравнении эти два объекта несравнимы. В том случае если суждения не состоятельны, тогда они могут быть и нетранзитивными, т.е., если сравнительная важность объекта C_1 больше важности объекта C_2 , а сравнительная важность C_2 больше важности C_3 , то не исключено, что объект C_3 будет оценен как более важный при сравнении с C_1 .

Частный случай состоятельности матрицы легче поддается анализу, но тогда задача будет состоять в том, чтобы определить рациональные способы принятия управленческих решений независимо от несостоятельности.

Если все суждения определяются одним или группой экспертов (например, если знания каждого эксперта недостаточны для ответа на все вопросы), то главной проблемой в этом случае является большое количество вопросов, задаваемых эксперту, и тогда необходимо сформировать $0,5n(n - 1)$ суждений относительно каждой из определенных целей при вычислении обратных значений.

Считаем, что искомый набор:

$$(w_1, \dots, w_n), \quad (2)$$

должен удовлетворять уравнению $Aw = l_{\max}$, где l_{\max} – является наибольшим собственным значением A . В том случае, если матрица A будет неотрицательной и неприводимой, тогда это уравнение будет единственным (с точностью до постоянного множителя) и будет иметь неотрицательное решение w .

В том случае, если эксперты сформировали сравнительные суждения и определили первую строку или столбец, другие попарные сравнения можно использовать для более точного определения важности объектов, т.к. при небольших отклонениях от состоятельности можно увеличить устойчивость. В том случае, если каждый из группы эксперт сформирует независимую сравнительную каждую пару объектов, то появляется возможность осуществить многомерные тесты.

Следовательно, предлагаемый метод требует сформировать матрицу с перечнем всех объектов. Далее определяется некоторая цель и, на базе всех имеющихся сведений об относительной важности одного объекта по сравнению с другим при достижении определенной цели последовательно формируются элементы матрицы. Для каждой цели процесс повторяется и формируется несколько матриц. Далее так же осуществляется попарное сравнение этих целей по их вкладу в достижение глобальной цели [2].

Для каждой матрицы суждений A определяется решение уравнения $Aw = l_{\max}$, где l_{\max} – максимальное собственное значение. Определяется вектор w , после нормализации коэффициенты важности, которые подчеркивают вклад каждого объекта в достижение исследуемой цели.

Определив для каждой из частных целей и матрицы сравнения частных целей, формируем коэффициенты важности по каждой частной цели на основе коэффициента важности частных целей и в этом случае формируем глобальную меру важности для всех объектов [3, 5].

Предложенный метод имеет следующие преимущества:

- обеспечивает сравнительную элементарную формализацию знаний экспертов (используемых для формирования A) в числовые значения важностей.
- отличает простоту вычислений и, для различных проведенных экспериментов, показал хорошие результаты.
- отличает простоту вычислений, например, небольшие изменения в A приводят к небольшим изменениям результата.

Список использованных источников

1. Замятина, О. М. Моделирование систем / О. М. Замятина // Издательство ТПУ. – 2009.
2. Кононеко, А. Ф. Принятие решений в условиях неопределенности / А. Ф. Кононеко, А. Д. Халезов, В. В. Чумаков. – М. : ВЦ АН СССР, 1991. – 196 с.
3. Смоленцева, Т. Е. Формирование модели управления иерархическими многоуровневыми организационными системами : сборник научных трудов международной научно-технической конференции. Проблемы и перспективы развития машиностроения / Т. Е. Смоленцева. – 2016.
4. Сумин, В. И. Разработка модели динамической системы на основе странного аттрактора / В. И. Сумин, Т. Е. Смоленцева // Вестник Воронеж. ин-та ФСИН России : сб. науч. тр. – Воронеж, 2014. – № 2, апрель–июнь.
5. Сумин, В. И. Методика группирования базовой информации для информационных процессов сложных систем [Текст] / В. И. Сумин, Т. Е. Смоленцева, М. А. Дыбова // Фундаментальные исследования. – № 2/5. – 2015. – С. 931 – 934.

Sumin V. I.¹, Smolentseva T. E.²

¹ Voronezh Institute of the Federal penitentiary service doctor
of technical Sciences, Voronezh, Russia
(Tel. (4732) 60-68, e-mail: viktorsumin51@yandex.ru),

² “MIREA-Russian Technological University”, Moscow, Russia
(Tel. +7 (499) 215-65-65, e-mail: smoltan@bk.ru)

OPTIMIZATION OF THE STRUCTURE OF THE AUTOMATED INFORMATION REFERENCE SYSTEM FOR DECISION SUPPORT

Abstract. The paper considers the structure of an automated information reference system for decision support, the main task of which is to form the structure of providing information. To solve this problem, the main stages are considered: calculating the importance coefficients and formalizing judgments based on a survey of experts. The results of applying the proposed approach to the formation of the structural component of the system under consideration are analyzed.

Keywords: providing information, evaluating the importance, the control influence coefficients of importance.

УДК 005

Смоленцева Т. Е.¹, Натаров П. А.²

¹ ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва, Россия
(Тел.: +7 (499) 215-65-65, e-mail: smoltan@bk.ru),

² АО «ОЭК» – Объединенная энергетическая компания, Москва, Россия
(Тел.: +7 (499) 215-65-65, e-mail: paulnatarov@gmail.com)

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СОПРОВОЖДЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ SAP С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ПОДРЯДНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АО «ОЭК» С ООО «АНСИСТЕМС»

Аннотация. Рассмотрены аспекты сопровождения системы управления ресурсами SAP. В процессе анализа рассматриваемой предметной области сформированы основные группы запросов на примере организаций АО «ОЭК» и ООО «Ансисистемс». Предложены варианты сопровождения систем управления ресурсами с помощью внешней системы SAPSolutionManager (SM).

Ключевые слова: системы управления ресурсами SAP, концептуальный проект, запрос на обслуживание.

Компания SAP занимается разработкой автоматизированных систем управления такими внутренними процессами предприятия, как: бухгалтерский учет, торговля, производство, финансы, управление персоналом, управление складами и т.д.

Приложения обычно можно адаптировать под правовой контекст определенной страны. Кроме поставок программного обеспечения, фирма предлагает услуги по его внедрению, используя для этого собственную методологию внедрения (изначальное название ASAP – Accelerated SAP, впоследствии – ValueSAP).

Самый максимальный эффект от использования системы можно достичь только в том случае, если предприятие выполняет все операции в единой информационной среде. Система SAP ERP позволяет актуализировать и проводить данные, которые поступают ко всем необходимым отделам предприятия. Система использует модель, состоящую из трех звеньев:

- клиент;
- сервер приложений;
- система, управляющая различными базами данных [3].

Конечный потребитель предполагает, что бухгалтерская система объединила основные функции в двух областях:

- отчетность и бухгалтерский учет, включающий все необходимое. Также программа учитывает внутрипроизводственные затраты во всех возникающих местах, позволяет управлять заказами и денежными средствами, а также учитывать все остальные результаты;

– логистика позволяет объединять не только планирование, но и управление, и сбыт, к которому относятся выставление счетов, дальнейшие продажи и отгрузки. Логистика предусматривает также материально-техническое снабжение, позволяющее производить закупки, контролировать счета и управлять запасами.

Сопровождение системы управления ресурсами SAP осуществляется с помощью внешней системы SAPSolutionManager (SM).

При возникновении проблемы, связанной с работой в системе, пожеланием в оптимизации, улучшении или доработке нового функционала, инициатором (пользователем системы, отделом управления заказчика или сотрудником подрядной организации) формируется обращение [1, 3].

В зависимости от вида обращения (запрос на обслуживание, инцидент, запрос на изменение, определяемого администратором в SM) в системе SM выставляются временные рамки в зависимости от приоритета задачи (SLA).

У обращения существует SLA-времени реагирования (это момент от создания обращения и начала отображения в системе в статусе «Новое» до момента назначения ответственного обращения и взятия его в работу) и SLA-времени решения (момент от взятия обращения в обработку до момента полного его выполнения).

Структурная схема по возможным направлениям работы с основными аспектами процесса сопровождения системы управления ресурсами SAP представлена на рис. 1.

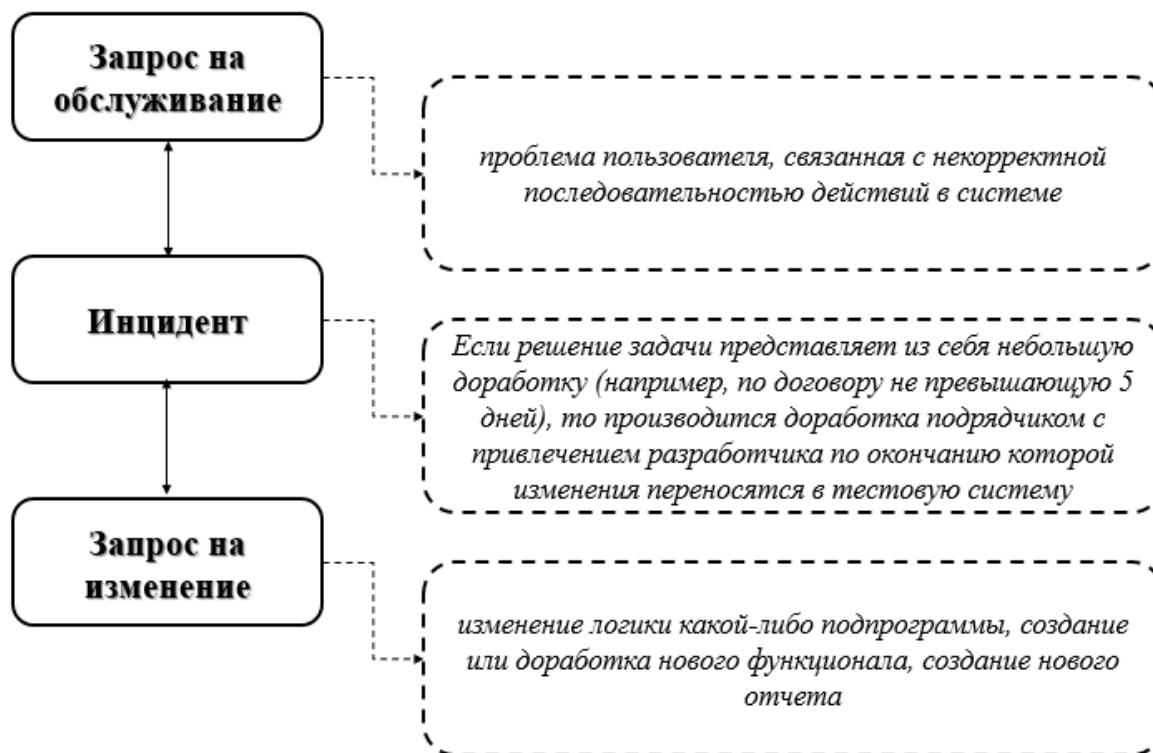


Рис. 1. Структурная схема по работе с основными аспектами процесса сопровождения системы управления ресурсами SAP

Запрос на обслуживание

Обращения данной категории обычно представляют собой проблему пользователя, связанную с: неправильной последовательностью действий в системе при выполнении какого-либо действия; возникновения ошибки; запроса консультации по функционалу.

В случае если ошибка связана с некорректной работой системы или возникновением дампа при выполнении каких-либо действий: категория обращения меняется на «Инцидент».

Инцидент

В зависимости от сложности инцидента, сотрудник нулевой линии поддержки (сотрудник со стороны компании) принимает решение о выполнении задачи своими силами или эскалировали задачи на первую линию группы поддержки (Поддержка со стороны подрядной организации в рамках договора сопровождения).

Если решение задачи представляет из себя небольшую доработку (например, по договору не превышающую 5 дней), то производится доработка подрядчиком с привлечением разработчика по окончании которой изменения переносятся в тестовую систему и своими силами или вместе со специалистом 0-линии поддержки производится тестирование. В случае успешного тестирования, доработка согласовывается и производится перенос в продуктивную систему в нерабочее время пользователя [2].

В случае если доработка превышает значение, например, в 5 дней, создается карточка с описанием бизнес-требований для решения данного инцидента, после чего статус обращения при подтверждении переводится в «Запрос на изменение».

Запрос на изменение

Запрос на изменение представляет собой значительную доработку системы: изменение логики какой-либо подпрограммы, создание или доработка нового функционала, создание нового отчета и т.д.

После написания концептуального проекта, данное изменение оговаривается и согласовывается с первоначальным инициатором обращения (сотрудником компании). При необходимости в концепт вносятся правки и повторно согласовываются, также подрядной организацией производится оценка трудозатрат.

После согласования всеми ответственными лицами карточки изменений, ответственным за внесение данных доработок составляется и подписывается договор, техническое задание и начинается работа над карточкой.

При реализации изменений в соответствии с концептом, может быть привлечен первоначальный функциональный заказчик доработки (пользователь или отдел, которому необходима данная доработка) для уточнений технических моментов и тестированию. Помимо этого, сотрудник 0-линии ответственный за модуль, по которому осуществляется доработка также контролирует и тестирует доработку.

Прием работы осуществляется подписанием акта приема-передачи, при отсутствии вопросов или возражений в доработке [4, 5].

Список использованных источников

1. Замятина, О. М. Моделирование систем / О. М. Замятина. – Изд-во ТПУ. – 2009.
2. Кононеко, А. Ф. Принятие решений в условиях неопределенности / А. Ф. Кононеко, А. Д. Халезов, В. В. Чумаков. – М.: ВЦ АН СССР, 1991. – 196 с.
3. Мюррей, М. Логистика в системе SAP. SAP ERP и SAP / М. Мюррей. – 2017. – 420 с.
4. Смоленцева, Т. Е. Формирование модели управления иерархическими многоуровневыми организационными системами : сборник научных трудов международной научно-технической конференции / Т. Е. Смоленцева // Проблемы и перспективы развития машиностроения. – 2016.
5. Теобальт, П. Антология SAP APO. Секреты долгосрочного планирования и оптимизации / П. Теобальт. – 2017. – 376 с.

Smolentseva T. E.¹, Natarov P. A.²

¹ “MIREA-Russian Technological University”, Moscow, Russia
(Tel. +7 (499) 215-65-65, e-mail: smoltan@bk.ru),

² OEC JSC – United Energy Company, Moscow, Russia
(Tel. +7 (499) 215-65-65, e-mail: paulnatarov@gmail.com)

**ANALYSIS OF THE PROCESS OF MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM
SAP WITH THE INVOLVEMENT OF A CONTRACTOR
ON THE INTERACTION OF JSC “UEC” WITH “INSYSTEMS”**

Abstract. The paper considers aspects of maintenance of the SAP resource management system. In the process of analyzing the subject area under consideration, the main groups of queries were formed on the example of the organizations of JSC “OEC” and LLC “Ansystems”. Options for supporting resource management systems using an external SAP Solution Manager (SM) system are proposed.

Keywords: SAP resource management systems, conceptual design, service request.

УДК 613.6.01

Воякина Ю. Н.¹, Пономарев С. В.²

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

¹ (Тел. +79537176617, e-mail: miss.voyakina2011@yandex.ru),² (Тел.+79027286032, e-mail: svponom@yahoo.ru)**ПРИМЕНЕНИЕ FMEA-МЕТОДОЛОГИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ
УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ**

Аннотация. С применением балльных квалиметрических шкал и методики оценки показателя «Приоритетное число риска», базирующейся на использовании трех показателей, выявлены наиболее вероятные отказы в процессе управления охраной труда в системе менеджмента качества высшего учебного заведения на примере ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Ключевые слова: процесс, система управления охраной труда (СУОТ), система менеджмента качества (СМК), высшее учебное заведение (вуз), FMEA-методология.

Контроль за охраной труда (ОТ) – одна из важнейших составляющих СМК в любой организации, в том числе и в вузе. СУОТ является частью общей системы менеджмента организации, и направлена на снижение воздействия опасных и вредных факторов и рисков, а также на повышение производительности труда, что является важным условием функционирования СМК в целом.

Процесс управления охраной труда в ФГБОУ ВО «ТГТУ» осуществляется согласно действующему Положению «О системе управления охраной труда», утвержденному ректором. В университете устанавливаются следующие формы проведения контроля:

- постоянный контроль (проверка) работниками и обучающимися исправности оборудования, приспособлений, инструмента, ограждений, защитного заземления и других средств защиты до начала и в процессе выполнения работ;
- оперативный контроль – периодический четырехступенчатый административно-общественный контроль (далее производственный контроль), проводимый руководителями работ с привлечением Профкома ТГТУ и работников структурных подразделений университета в процессе оперативного руководства коллективами или закрепленными участками работ;
- выборочный контроль состояния охраны труда и условий безопасности, проводимый отделом охраны труда.

Все внутренние и внешние изменения, которые могут повлиять на охрану труда (например, изменение организационной структуры), оцениваются, а соответствующие предупредительные меры выполняются своевременно. Перед любым изменением или применением новых приемов труда, материалов, процессов или оборудования соответствующим руководителем и отделом охраны труда должно быть выполнено определение возможных опасностей и оценка рисков на рабочих местах. Такая оценка осуществляется с участием работников и с учетом мнения Профкома ТГТУ. При выполнении «решений

об изменениях» следует обязательно обеспечивать качественное и своевременное информирование и подготовку всех работников университета, которых затрагивает это решение [1].

Для определения основных категорий процессов управления ОТ в ТГТУ, для которых наиболее вероятно возникновение потенциальных отказов, был использован анализ форм и последствий отказов (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA-методология), известный также под названием «Анализ рисков». Данная методология используется в качестве одной из превентивных мер для системного обнаружения причин, вероятных последствий, а также для планирования возможных противодействий по отношению к отслеживаемым отказам [2]. В текущей версии стандарта ГОСТ Р 51901.12–2007 утверждается, что принципы FMEA могут быть применены вне разработки проекта на всех стадиях процесса [3].

Для подробного изучения процесса управления ОТ в ФГБОУ ВО «ТГТУ», а также выявления потенциальных отказов была сформирована команда экспертов, результаты работы которой приведены в таблице 1.

Члены команды выделили в рассматриваемом процессе 1 основные категории подпроцессов, при осуществлении которых могут возникнуть отказы:

- процессы измерения, анализа и улучшения;
- общеорганизационные процессы.

Анализ содержания деятельности этих подпроцессов выявил следующие возможные проявления отказов:

- 1) вероятность низкой оптимизации условий труда, несоответствия их эргономическим требованиям;
- 2) получение некорректных результатов измерений параметров микроклимата в аудиториях вуза;
- 3) несвоевременное доведение информации о несоответствии состояния условий труда нормам до ответственных за состояние охраны труда в структурных подразделениях;
- 4) неосведомленность персонала о правилах и сроках проведения аттестации рабочих мест, а также о нормах параметров микроклимата;
- 5) неправильное функционирование СУОТ в целом.

После идентификации потенциальных отказов в каждом из подпроцессов члены экспертной команды:

- выявили причины и способы решения проблем;
- количественно оценили узкие места рассматриваемых подпроцессов и вычислили значения приоритетных чисел риска (ПЧР) на основе использования трех показателей.

С использованием приведенных в [2] квалитетических шкал были получены балльные оценки для трех показателей (см. табл. 1):

- S – балл значимости потенциального отказа;
- O – балл вероятности возникновения дефекта;
- D – балл вероятности обнаружения отказа.

1. Результаты работы членов экспертной команды

Дата:	ФГБОУ ВО «ТГТУ» Изучаемый процесс: контроль за состоянием охраны труда								
Категория процессов	Проявление отказа	Причины отказа	Последствия отказа	S	O	D	ПЧР	Средства решения проблемы	Ответственный
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Процессы измерения, анализа и улучшения	Низкая оптимизация условий труда, несоответствие их эргономическим требованиям	Недостаточная квалификация или отсутствие опыта работы у инженера по ОТ	Несоответствие параметров микроклимата нормам, дискомфорт мешает выполнению работы,	8	7	8	448	Замена инженера по ОТ либо дополнительное обучение	Первый проректор
	Некорректные результаты измерений параметров микроклимата	Устаревшее измерительное оборудование	увеличение времени, затрачиваемого на выполнение работы, увеличение количества ошибок	6	5	5	150	Закупка необходимого измерительного оборудования	Начальник ООТ
Общезаконодательные процессы	Информация о несоответствии состояния условий труда нормам не сообщается вовремя	Недостаточное информационное взаимодействие различных звеньев, участвующих в управлении охраной труда	Несвоевременное реагирование на несоответствие показателей условий труда нормам и требованиям	9	8	10	720	Разработка комплексной информационной системы анализа риска, учета и контроля всего информационного потока	Первый проректор
	Неосведомленность персонала о правилах и сроках проведения аттестации рабочих мест, а также о нормах параметров микроклимата	Несвоевременное обеспечение персонала нормативно-правовыми актами в области ОТ	Несвоевременная оценка показателей условий труда	5	5	4	100	Обеспечение доступа персонала ко всем нормативно-правовым актам, регулирующим сферу ОТ, а также к информации, необходимой для принятия управленческих решений	Начальник ООТ
	Неправильное функционирование СУОТ	Неправильно сформированная база управления ОТ		6	8	7	336	Привлечение сторонних специалистов для формирования нормативно-правовой, методической, информационной и справочной базы управления ОТ	Первый проректор

После определения балльных оценок показателей S , O , D экспертным методом значения приоритетных чисел риска были вычислены как произведение значений балльных оценок этих трех показателей $ПЧР = S \cdot O \cdot D$.

Результаты работы членов экспертной команды при назначении числовых значений факторов S , O , D , а также вычисленные значения ПЧР приведены в табл. 1.

Таким образом, члены команды экспертов (при работе над выявлением потенциальных отказов в рассматриваемом процессе) определили, что наиболее вероятным является возникновение недостаточного информационного взаимодействия различных звеньев, участвующих в управлении охраной труда, так как значение приоритетного числа риска ПЧР для этого отказа составляет наибольшую величину $ПЧР = 720$.

Список использованных источников

1. Положение о системе управления охраной труда в Тамбовском государственном техническом университете [Электронный ресурс]. – URL : <https://tstu.ru/general/docum/pdf/rabsotr/polohrtrud.pdf>
2. Управление качеством процессов и продукции : в 3-х кн. Кн. 2: Инструменты и методы менеджмента качества процессов в производственной, коммерческой и образовательной сферах: учебное пособие / С. В. Пономарев, Г. А. Соседов, Е. С. Мищенко и др. ; под ред. д-ра техн. наук, проф. С. В. Пономарева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 212 с.
3. ГОСТ Р 51901.12–2007. Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов. – М.: Издательство стандартов, 2007. – 34 с.

Voyakina Y. N.¹, Ponomarev S. V.²

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

¹ (Tel. +79537176617, e-mail: miss.voyakina2011@yandex.ru),

² (Tel. +79027286032, e-mail: svponom@yahoo.ru)

APPLICATION OF FMEA-METHODOLOGY FOR IMPROVING THE PROCESSES OF OCCUPATION SAFETY MANAGEMENT IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

Abstract. Using point qualimetric scales and methodology for assessing the “Priority number of risk” indicator, based on the use of three indicators, the most probable failures in the process of occupational safety management in the quality management system of a higher educational institution were identified using the example of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “TSTU”.

Keywords: process, occupational safety and health management system (OSHMS), quality management system (QMS), higher education institution (HEI), FMEA-methodology.

References

1. Polozhenie o sisteme upravleniya ohranoj truda v Tambovskom gosudarstvennom tekhnicheskom universitete [Elektronnyj resurs]. – URL : <https://tstu.ru/general/docum/pdf/rabsotr/polohrtrud.pdf>
2. Upravlenie kachestvom processov i produkcii. V 3-h kn. Kn. 2: Instrumenty i metody menedzhmenta kachestva processov v proizvodstvennoj, kommercheskoj i obrazovatel'noj sferah: uchebnoe posobie / S.V. Ponomarev, G.A. Sosedov, E.S. Mishchenko i dr.; pod red. d-ra tekhn. nauk, prof. S.V. Ponomareva. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2012. – 212 p.
3. GOST R 51901.12–2007. Menedzhment riska. Metod analiza vidov i posledstvij otkazov. – M. : Izdatel'stvo standartov, 2007. – 34 s.

УДК 004.056

Горлов А. П.¹, Лысов Д. А.², Иванова М. И.³¹ Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия¹ (Тел. +7-980-302-53-80, e-mail: apgorlov@gmail.com),² (Тел. +7-910-330-54-33, e-mail: lysovdmitriia@Gmail.com),³ (Тел. +7-920-604-22-05, e-mail: homychok2@mail.ru)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ КОММЕРЧЕСКОЙ ТАЙНЫ НА ОБЪЕКТЕ

Аннотация. Оценка защищенности и последующий выбор защитных мер является актуальной задачей из-за постоянного роста количества и сложности киберпреступлений. Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005–2010 оценка защищенности должна включать в себя определение источников риска, количественную оценку риска и сравнение полученных оценок с заданными критериями. Контрмеры применяются для избегания, оптимизации, переноса или сохранения риска. Определение угроз безопасности информации носит систематический характер и осуществляется на всех этапах существования информационной системы. Методика базируется на детальном исследовании характеристик атак и защитных мер, например, уровнем навыков атакующего, вероятностью атаки. Данная методика поможет эффективно и в кратчайший срок выявить уровень защищенности.

Ключевые слова: информационная безопасность, коммерческая тайна, суммарный уровень защищенности, суммарная вероятность реализации угроз, методика оценки защищенности.

Коммерческая тайна – это режим конфиденциальности информации, который позволяет владельцу этой информации увеличить доходы, избежать неоправданных расходов, сохранить положение на рынке товаров, работ, услуг или получить иную коммерческую выгоду при существующих или возможных обстоятельствах (п. 1 Ст. 3 ФЗ № 98 «О коммерческой тайне»).

В наше время идет непрерывная гонка технологий и борьба за секреты производства в пределах как локальных рынков, так и международных, побеждает тот, кто обладает информацией, позволяющей оставить далеко позади себя своих конкурентов, что непременно приведет предприятие, компанию или простого предпринимателя к выгоде.

Стоит заметить, что защищать коммерческую тайну вовсе не обязательно, ведь государство вовсе не заставляет, а лишь дает право это сделать. Предприятие будет вполне спокойно существовать до того момента, пока ваш секрет производства, клиентская база или что-то, от чего зависит прибыль вашего предприятия, не попадут в руки к вашим конкурентам, которые, вне всяких сомнений, найдут этой информации применение.

Для оценки уровня защищенности коммерческой тайны предприятия необходимо разработать подход, в результате чего мы сможем выяснить: какие уязвимости, создающие угрозу коммерческой тайне, присутствуют на предприятии, как их нейтрализовать и тем самым повысить уровень защиты.

Эффективное использование информации приобретает все более важное значение для обеспечения работы организации в целом. Чем тщательнее для организации подобрано программное обеспечение, тем оно более функционально и экономически эффективно. В связи с этим зачастую программное обеспечение разрабатывается под работу конкретной организации, поэтому для скорой оценки защищенности коммерческой тайны на предприятии необходимо разработать специализированное приложение.

Объектом исследования в статье является процесс оценки защищенности коммерческой тайны.

Предметом исследования, в свою очередь, являются методики однозначного определения степени возможного ущерба, реализации состава базовых мер защиты и оценки защищенности коммерческой тайны.

Целью является разработка автоматизированной системы оценки защищенности коммерческой тайны.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ существующей нормативно-правовой базы, методических документов и научных статей в области защиты коммерческой тайны.
2. Разработать методику однозначного определения степени возможного ущерба.
3. Разработать методику оценки защищенности коммерческой тайны на основании организационных мер защиты информации и проведенного сравнительного анализа сертифицированных средств защиты информации.

Обоснованность и достоверность научных положений, основанных на выводах и результатах статьи, обеспечивается тщательным анализом состояния исследований в данной области и подтверждается корректностью предложенных методик, согласованностью результатов, полученных при программной реализации, апробацией основных теоретических положений диссертации в докладах на научных конференциях.

Основные научные результаты и их научная новизна состоят в следующем:

1. Разработана методика однозначного определения степени возможного ущерба, отличающаяся оценкой нарушения свойств безопасности информации.
2. Разработана методика оценки защищенности коммерческой тайны на основании анализа организационных мер защиты информации и проведенного сравнения сертифицированных средств защиты информации, отличающаяся применением метода анализа иерархий.

Практическая значимость выражается в повышении эффективности проведения процедуры оценки защищенности коммерческой тайны, оптимизации временных и финансовых затрат.

Для определения уровня угроз воспользуемся формулой (1)

$$Y = Y1 - Y2, \quad (1)$$

где $Y1$ (табл. 2) – суммарный уровень защищенности, а $Y2$ (табл. 1) – суммарная вероятность реализации угроз.

Высокий уровень $У > 7$,

Средний уровень $2 < У < 7$,

Низкий уровень $2 > У$.

1. Определение суммарной вероятности реализации угроз

Условное обозначение и номер меры	Меры защиты информации, содержащие коммерческую тайну	Уровни защищенности		
		3	2	1

II. Управление доступом субъектов доступа к объектам доступа (УПД)

УПД.1	Управление (заведение, активация, блокирование и уничтожение) учетными записями пользователей, в том числе внешних пользователей		+	
УПД.2	Реализация необходимых методов (дискреционный, мандатный, ролевой или иной метод), типов (чтение, запись, выполнение или иной тип) и правил разграничения доступа	+		
УПД.3	Управление (фильтрация, маршрутизация, контроль соединений, однонаправленная передача и иные способы управления) информационными потоками между устройствами, сегментами информационной системы, а также между информационными системами	+		
УПД.4	Разделение полномочий (ролей) пользователей, администраторов и лиц, обеспечивающих функционирование информационной системы		+	
УПД.5	Назначение минимально необходимых прав и привилегий пользователям, администраторам и лицам, обеспечивающим функционирование информационной системы		+	
...

Продолжение табл. 1

Высокий К1 (количество+)	У1 = 20, если преобладает
Средний К2 (количество+)	Высокий У1 = 15, если преобладает
Низкий К3 (количество+)	Средний У1 = 10, если преобладает Низкий

2. Определение суммарного уровня защищенности

Идентификация и аутентификация			
Обозначение частного показателя	Наименование частного показателя	Оценка частного показателя, Ch	Важность
1. Наличие коммутаторов			0,13
+	1. ALLCTRL.SCADA	0,2	
	2. Cisco CGR2000	0,4	
	3. Cisco CGS2500	0,6	
	4. Отсутствуют	0	
2. Идентификация пользователей и инициируемых ими процессов			0,07
	1. Отсутствует	0,1	
	2. Штрих-кодовая идентификация	0,3	
+	3. Радиочастотная идентификация	0,6	
	4. Биометрическая идентификация	0,9	
...

Результатом работы является разработанная методика оценки защищенности коммерческой тайны.

Для этого были выявлены состав мер защиты информации и их базовые наборы для соответствующего класса защищенности автоматизированной системы управления и

требования к мерам защиты информации в автоматизированной системе управления, а также проведено категорирование автоматизированных систем управления технологическим процессом.

Данная методика поможет эффективно и в кратчайший срок выявить уровень защищенности.

Список использованных источников

1. Приказ ФСТЭК России от 18 февраля 2013 г. № 21 [Электронный ресурс]. – URL : <https://fstec.ru/normotvorcheskaya/akty/53-prikazy/691>.
2. Кобозева, А. А. Анализ информационной безопасности [Текст] : монография / А. А. Кобозева, В. А. Хорошко. – Киев : Изд-во Гос.ун-та информ.-коммуникац. технол., 2009.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005–2010. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-27005-2010>.
4. Золотарев, В. В. Фундаментальные основы методик базового экспертного анализа информационных рисков [Текст] / В. В. Золотарев, Е. А. Ширкова / Прикладная дискретная математика – Вып. 2. – Томск : Изд-во Томского гос. ун-та, 2008. – С. 71 – 75.
5. Золотарев, В. В. Анализ защищенности автоматизированных систем [Текст]: учебное пособие. / В. В. Золотарев, Н. А. Федорова – Красноярск : Изд-во Сиб. гос. аэрокос. ун-та, 2007.
6. Домарев, В. В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты [Текст] / В. В. Домарев. – Киев : ООО «ТИД «ДС», 2002.
7. Методика определения угроз безопасности информации в информационных системах [Электронный ресурс]. – URL : <https://fstec.ru/component/attachments/download/812>.

Gorlov A. P., Lysov D. A., Ivanova M. I.

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

¹ (Тел. +7-980-302-53-80, e-mail: apgorlov@gmail.com),

² (Тел. +7-910-330-54-33, e-mail: lysovdmitriia@gmail.com),

³ (Тел. +7-920-604-22-05, e-mail: homychok2@mail.ru)

DEVELOPMENT OF A PROCEDURE FOR ASSESSING THE SECURITY OF COMMERCIAL SECRETS AT THE SITE

Abstract. Security assessment and subsequent selection of protective measures is an urgent task due to the constant increase in the number and complexity of cybercrimes. According to GOST R ISO/IEC 27005–2010, the security assessment should include identification of risk sources, quantitative risk assessment, and comparison of the obtained estimates with the specified criteria. Countermeasures are used to avoid, optimize, transfer, or preserve risk. Identification of threats to information security is systematic and is carried out at all stages of the information system's existence. The method is based on a detailed study of the characteristics of attacks and defensive measures, for example, the level of skills of the attacker, the probability of an attack. This technique will help you effectively and quickly identify the level of security.

Keywords: information security, trade secret, total security level, total probability of threats implementation, security assessment methodology.

УДК 362:621

Порошина Н. А.¹, Пономарев С. В.²

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

¹ (Тел. +79027261757, e-mail: natalie.poroshina.tmb@gmail.com),² (Тел. +79027286032, e-mail: svponom@yahoo.ru)

**ПРИМЕНЕНИЕ FMEA-МЕТОДОЛОГИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ
КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ
ВТУЛОК С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
НА ПАО «ЭЛЕКТРОПРИБОР»**

Аннотация. С применения бальных квалиметрических шкал и методики оценки показателя «Приоритетное число риска», базирующейся на использовании трех показателей, выявлены наиболее вероятные отказы в процессе управления качеством процесса шлифования втулок с применением роботизированной системы на ПАО «Электроприбор».

Ключевые слова: процесс, управление рисками, система менеджмента качества (СМК), FMEA-методология, шлифование втулок.

С увеличением объемов производства и требований к качеству обработки поверхностей все более возрастают требования к правильному нормированию параметров текстуры поверхности и методам их измерений. За последние годы в мире накоплен огромный опыт в использовании связи качества поверхности с функциональным назначением деталей. За счет оптимального нормирования параметров шероховатости и их технологического обеспечения достигнуто значительное улучшение качества машин и механизмов [1].

В последние годы шлифовка деталей является обязательной процедурой при производстве деталей, специалисты разрабатывают новые методы шлифования, которые являются более качественными. В условиях производства без широкого применения автоматизации, теории и техники очень сложно получить поверхность детали высокого качества.

Одна из основных задач промышленной безопасности в обрабатывающей промышленности (шлифование) – выявление потенциальных несоответствий и предотвращение их появления на всех этапах жизненного цикла продукта. Важнейшим методом решения этой проблемы является анализ типов и последствий потенциальных отклонений (FMEA). Анализ типов и последствий возможных несоответствий широко используется многими мировыми компаниями как для разработки новых конструкций и технологий, так и для анализа и планирования качества производственных процессов и продукции. Метод FMEA позволяет оценить риск и потенциальный ущерб от возможных отклонений в проектировании и технологических процессах на самой ранней стадии проектирования. Мы использовали этот метод для оценки рисков при шлифовании.

Все внутренние и внешние изменения, которые могут повлиять на результат шлифования, оцениваются, а соответствующие предупредительные меры выполняются

своевременно. Перед любым изменением или применением новых приемов труда, материалов, процессов или оборудования соответствующим руководителем должно быть выполнено определение возможных опасностей и оценка рисков на рабочих местах. Такая оценка осуществляется с участием работников предприятия. При выполнении «решений об изменениях» следует обязательно обеспечивать качественное и своевременное информирование и подготовку всех работников предприятия, которых затрагивает это решение.

Для определения основных категорий процессов управления качеством шлифования на производстве, для которых наиболее вероятно возникновение потенциальных отказов, был использован анализ форм и последствий отказов (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA-методология), известный также под названием «Анализ рисков». Данная методология используется в качестве одной из превентивных мер для системного обнаружения причин, вероятных последствий, а также для планирования возможных противодействий по отношению к отслеживаемым отказам [2]. В текущей версии стандарта ГОСТ Р 51901.12-2007 утверждается, что принципы FMEA могут быть применены при разработке проекта на всех стадиях процесса [3].

Для подробного изучения процесса управления качеством процесса шлифования втулок, а также выявления потенциальных отказов была сформирована команда экспертов, результаты работы которой приведены в табл. 1.

Члены команды выделили в рассматриваемом процессе 1 основных категории подпроцессов, при осуществлении которых могут возникнуть отказы:

- процессы измерения, анализа и улучшения;
- общеорганизационные процессы.

Анализ содержания деятельности этих подпроцессов выявил следующие возможные проявления отказов:

- 1) Опасность падения втулок;
- 2) Нарушение уровня установки втулки;
- 3) Несоответствие размеров втулки требованиям;
- 4) Несоответствие заявленной шероховатости;

После идентификации потенциальных отказов в каждом из подпроцессов члены экспертной команды:

- выявили причины и способы решения проблем;
- количественно оценили узкие места рассматриваемых подпроцессов и вычислили значения приоритетных чисел риска (ПЧР) на основе использования трех показателей.

С использованием приведенных в [2] квалиметрических шкал были получены балльные оценки для трех показателей (см. табл. 1):

- S – балл значимости потенциального отказа,
- O – балл вероятности возникновения дефекта,
- D – балл вероятности обнаружения отказа.

После определения балльных оценок показателей S, O, D экспертным методом значения приоритетных чисел риска были вычислены как произведение значений балльных оценок этих трех показателей $ПЧР=S \cdot O \cdot D$.

Результаты работы членов экспертной команды при назначении числовых значений факторов S, O, D, а также вычисленные значения ПЧР, приведены в табл. 1.

1. Результаты работы членов экспертной команды

Дата:	ФГБОУ ВО «ТГТУ» Изучаемый процесс: контроль за состоянием процесса шлифования								
Категория процессов	Проявление отказа	Причины отказа	Последствия отказа	S	O	D	ПЧР	Средства решения проблемы	Ответственный
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Процессы измерения, анализа и улучшения	Некорректные результаты измерений шероховатости	Устаревшее измерительное оборудование	Необходимость замены измерительного оборудования	4	4	5	80	Закупка необходимого измерительного оборудования	Начальник бюро метрологии
Общеорганизационные процессы	Опасность падения втулок при транспортировке	Повреждение втулок	Несоответствие параметров втулок (деформация)	8	2	1	16	Разработка роботизированной системы для перемещения и транспортировки втулок	Директор по производству
	Нарушение уровня и позиции установки втулки	Невыполнение рабочих инструкций персоналом	Неравномерное шлифование втулки	6	7	2	84	Провести дополнительное обучение, инструктаж персонала	Начальник цеха
	Несоответствие программы станка шероховатости втулки	Используется программа, не соответствующая параметрам шероховатости втулки	Толщина металла втулки не соответствует заявленной	5	9	6	270	Проведение перепрограммирования шлифовального станка	Старший мастер

Таким образом, члены команды экспертов (при работе над выявлением потенциальных отказов в рассматриваемом процессе) определили, что наиболее вероятным является возникновение несоответствия используемой программы станка, так как значение приоритетного числа риска ПЧР для этого отказа составляет наибольшую величину $ПЧР = 270$.

Список использованных источников

1. Табенкин, А. Н. Шероховатость, волнистость, профиль : учебное пособие / А. Н. Табенкин, С. Б. Тарасов. – СПб. : Изд-во Политехн ун-та, 2007. – 136 с.
2. Управление качеством процессов и продукции : в 3-х кн. Кн. 2: Инструменты и методы менеджмента качества процессов в производственной, коммерческой и образовательной сферах: учебное пособие / С. В. Пономарев, Г. А. Соседов, Е. С. Мищенко и др. ; под ред. д-ра техн. наук, проф. С. В. Пономарева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 212 с.
3. ГОСТ Р 51901.12–2007. Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов. – М. : Издательство стандартов, 2007. – 34 с.

Poroshina N. A.¹, Ponomarev S. V.²

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

¹(Tel. +79027261757, e-mail: natalie.poroshina.tmb@gmail.com),

²(Tel. +79027286032, e-mail: svponom@yahoo.ru)

**APPLICATION OF FMEA METHODOLOGY TO IMPROVE
CONTROL AND QUALITY MANAGEMENT OF SLEEVE GRINDING
WITH THE APPLICATION OF A ROBOTIC SYSTEM**

Abstract. Using point qualimetric scales and methodology for assessing the “Priority number of risk” indicator, based on the use of three indicators, identified the most probable failures in the process of quality control of the grinding process of bushings using a robotic system at PJSC “Electropribor”.

Keywords: process, risk management, quality management system (QMS), FMEA methodology, bushing grinding.

References

1. Tabenkin, A. N. Roughness, waviness, profile : Textbook / A. N. Tabenkin, S. B. Tarasov. – SPb. : Publishing house of Polytechnic University, 2007. – 136 p.
2. Upravlenie kachestvom processov i produkcii. V 3-h kn. Kn. 2: Instrumenty i metody menedzhmenta kachestva processov v proizvodstvennoj, kommercheskoj i obrazovatel'noj sferah: uchebnoe posobie / S. V. Ponomarev, G. A. Sosedov, E. S. Mishchenko i dr. ; pod red. d-ra tekhn. nauk, prof. S.V. Ponomareva. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2012. – 212 p.
3. GOST R 51901.12–2007. Menedzhment riska. Metod analiza vidov i posledstvij otkazov. – M. : Izdatel'stvo standartov, 2007. – 34 s.

УДК 004.047

Смоленцева Т. Е.¹, Свищёв А. В.²

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва, Россия

¹ (Тел. +7 (499) 215-65-65, e-mail: smoltan@bk.ru),² (Тел. +7 (499) 215-65-65, e-mail: svishev7@mail.ru)

АНАЛИЗ СИСТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

Аннотация. Рассмотрен процесс организации оптимального планирования грузоперевозок (ОПГ). Проанализированы современные системы планирования грузоперевозок с учетом использования и области применения. Для решения задачи по анализу современных систем ОПГ сформирована структурная схема спроса на грузовые перевозки с определением факторов данного процесса.

Ключевые слова: оптимальное планирование грузоперевозок, логистика, доставки грузов.

На сегодняшний день планирование грузоперевозок представляет собой одну из важных функций, которая имеет весомое значение в процессе распределения готовой продукции. Планирование – это принятие решений, которые предшествуют совершению основного действия. При условии правильно составленного плана удастся существенно ускорить некоторые циклы ряда коммерческих операций. А это, в свою очередь, позволяет сэкономить приличную сумму денежных средств за хранение груза. Стоит отметить, что планирование дает возможность быстро предпринять меры в случае происходящих изменений потребительского спроса.

Для более глубокого и содержательного представления спроса на грузовые перевозки можно сформировать структуру, наиболее емко иллюстрирующую взаимосвязь факторов, участвующих в процессе организации доставки грузов (рис. 1).

Факторы, влияющие на спрос, можно представить в виде множества:

$$M = \{C, V, W\}, \quad (1)$$

где C – стоимость грузоперевозок $\sum c_j \rightarrow \min$; V – скорость доставки: $\sum v_i \rightarrow \max$; W – вид транспорта.

С учетом динамики изменения объемов производства продуктов необходимо проверять изменения, связанные с: выбором вида транспорта, и конечно же, своевременно отслеживать изменения стоимости грузоперевозок.

Для решения задачи по организации доставки грузов необходимо учитывать формирование:

- транспортных коридоров;
- создание единой системы транспортно-складского и производственного процесса [3].

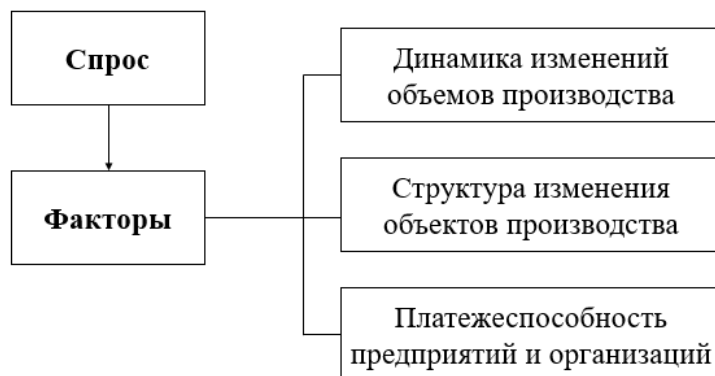


Рис. 1. Структурная схема спроса на грузовые перевозки

Благодаря информационным технологиям глобализация происходит стремительно, и товарообмен на международном уровне растет быстрыми темпами. Таким образом, рост товарного обмена подталкивает транспортно-логистических операторов постоянно улучшать и расширять свой портфель транспортных услуг.

Такие инструменты как TransportationManagementSystem нацелены на решение практических задач в области логистики, цепочки поставок. В целом весь комплекс инструментов, содержащийся в данном программном обеспечении, образует систему управления транспортом. Основным практическим направлением является формирование оптимального плана транспортировки с накладываемыми условиями – бизнес-ограничения, целью которых является понижения показателя – транспортные издержки [1, 4].

Ценность TMS-решений можно продемонстрировать с помощью моделирования существующей ММ ТРС компании и сценарного анализа «что-если». В процессе моделирования и оптимизации по различным критериям (выбор оптимального маршрута, консолидации и деконсолидации грузов, ТС и ПС, формирования маршрутов) можно проанализировать различные сценарные планы транспортировки и принять экономически обоснованное решение по наилучшему варианту [2].

Сравнительный анализ современных систем планирования грузоперевозок представлен в табл. 1.

1. Современные системы оптимального планирования грузоперевозок (ОПГ)

Пример программ для ОПГ	Описание	Применение	Тариф
4logist	Многофункциональный сервис для транспортных и логистических компаний – разработан для оптимизации и упрощения всех бизнес-процессов экспедиционных и транспортных	В транспортных компаниях: REMlogistic, Трансстар, НГ транс, TOFtrans, Artokstrans, Маэстро грузоперевозки по России и СНГ и др.	Тариф: 12 EUR (monthly) 14 дней пробный период, бесплатный тариф отсутствует

Продолжение табл. 1

Пример программ для ОПГ	Описание	Применение	Тариф
	компаний. CRM для экспедиторов и логистов, Демо-доступ, Возврат денег в течение 3 месяцев, если нет результатов. Скидка 20% при оплате за год		
Умная логистика	CRM система для автоматизации работы компаний перевозчиков. Помимо браузерного решения доступны варианты для Windows, MacOS и iOS. Программное обеспечение ускоряет процесс создания документов, упрощает анализ работы персонала и ведение бухгалтерии, а также позволяет получить полную картину бизнеса. В базе данных объединяются все значимые сведения по контрагентам, продажам и договорам, на основе которых осуществляется оценка бизнеса, и составляются подробные инструкции по оптимизации процессов	В транспортных компаниях. Умная Логистика это не просто программное решение, это ИТ-экосистема, которая объединяет в себе тысячи компаний, задействованных в FTL-перевозках: перевозчики со своим парком, экспедиторы, частные водители, грузоотправители	Тариф: от 2990 до 14 500 рублей (в месяц) 7 дней пробный период, бесплатный тариф отсутствует
Махотра	Максотра – онлайн-система управления логистикой, позволяющая автоматически распределить задачи между исполнителями и спланировать наиболее быстрые маршруты без лишних затрат. Поддерживает интеграцию с системами ГЛОНАСС и GPS для точного отслеживания доставки и отсутствия незапланированных задержек	Е-Карго, Industrial Metal Services, ЛафаржХолсимРоссия	Тариф: от 1150 рублей – 2500 рублей 14 дней пробного периода, бесплатный тариф отсутствует

Окончание табл. 1

Пример программ для ОПГ	Описание	Применение	Тариф
1С TMS Логистика	Программа для планирования и учета деятельности транспортных компаний, анализирующая многие процессы, включая документооборот и организацию мультимодальной перевозок	Использование Системы направлено на решение следующих задач: создание цепочек перевозок, которые могут состоять из звеньев, обслуживаемых разными видами транспорта (примеры: доставка грузов из Китая в Россию – морской транспорт, железнодорожный транспорт, автомобильный транспорт); планирование цепочки транспортных логистических процессов совместно с различными подразделениями компании; выбор исполнителя перевозки по каждому звену перевозки; выбор вида перевозки: в отдельном ТС или в составе сборного груза; автоматическое планирование региональной/местной доставки для большого количества заявок	Тариф: цена по запросу Бесплатный период и пробный период отсутствуют
CargoCRM	CargoCRM – профессиональное программное обеспечение, которое позволяет автоматизировать процесс грузоперевозок, как внутренние, так и международные). С помощью ПО CargoCRM можно управлять заявками, транспортным потоком, контактами, минимизировать издержки, увеличить производительность экспедиторов и менеджеров транспортного предприятия	Грузоперевозки. Данная CRM способна контролировать весь цикл и управлять транспортными потоками, контактами, заявками и процедурами оплаты одновременно. Автоматизация грузоперевозок CRM-система грузоперевозок не просто позволяет эффективно управлять транспортной компанией, но и автоматизировать практически все ее процессы	Тариф: Разработчики предлагают лицензии с единовременной оплатой; Лицензия – 99 евро (одно рабочее место). Возможна оплата в рассрочку (50/25/25): первоначальный платеж 50% от стоимости, следующий платеж 25% от стоимости и последний платеж 25%. Возможность бесплатного тестирования

Для реализации задачи выбора системы планирования грузоперевозок необходимо учитывать ряд характеристик рассматриваемого процесса, а также цель и задачи, которые должны соответствовать решаемым задачам и функционалу системы с учетом области применения и использования.

Список использованных источников

1. Алесинская, Т. В. Основы логистики. Общие вопросы логистического управления / Т. В. Алесинская . – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2005.
2. Медведев В. А., Присяжнюк А. С. Информационные системы и технологии в логистике и управление цепями поставок : учеб. пособие. – СПб. : Университет ИТМО, 2016.
3. Sumin, V. I. Information model of trainee characteristics with definition of stochastic behavior of dynamic system. International Conference “Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems” / V. I. Sumin, T. E. Smolentseva, S. V. Belokurov, O. V. Lankin // Journal of Physics: Conference Series. ISSN:1742-6588, 012047;19 March 2018.
4. Свищев, А. В. Анализ систем информационного сопровождения цепей поставок грузов / А. В. Свищев, Т. Е. Смоленцева // Colloquium-journal. – 2019. – 26(50). – 111 – 114.
5. Смоленцева, Т. Е. Формирование модели управления иерархическими многоуровневыми организационными системами / Т. Е. Смоленцева : сборник научных трудов международной научно-технической конференции // Проблемы и перспективы развития машиностроения. 2016.

Smolentseva T. E.¹, Svishchev A. V.²

“MIREA-Russian Technological University”, Moscow, Russia

¹ (Tel. +7 (499) 215-65-65, e-mail: smoltan@bk.ru),

² (Tel. +7 (499) 215-65-65, e-mail: svishchev7@mail.ru)

ANALYSIS OF OPTIMAL CARGO TRANSPORTATION PLANNING SYSTEMS

Abstract. The paper considers the process of organizing optimal cargo transportation planning (OPG). Modern cargo transportation planning systems are analyzed, taking into account the use and scope of application. To solve the problem of analyzing modern OPG systems, a structural diagram of the demand for cargo transportation was formed with the determination of the factors of this process.

Keywords: optimal cargo transportation planning, logistics, cargo delivery.

УДК 362:621

Саид Султан Саид Аль-Бусаиди¹, Воякина Ю. Н.², Пономарев С. В.³

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

¹ (Тел. +74752630870, e-mail: al-busaidi2020@hotmail.com),² (Тел. +79537176617, e-mail: miss.voyakina2011@yandex.ru),³ (Тел. +79027286032, e-mail: svponom@yahoo.ru)

ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Аннотация. Рассмотрены вопросы поддержки процесса принятия решения с применением функций принадлежности на основе нормального закона распределения Гаусса. Обсуждается выбор вида функций принадлежности и способ определения ее параметров.

Ключевые слова: поддержка принятия решения, функции принадлежности: трапециевидные, треугольные, Гауссова типа; доверительный интервал, статистические методы обработки, FMEA-методология.

В автоматизированной системе управления, несмотря на наличие контура информационной технологии, ответственность за принятое управляющее решение возлагается на человека – лицо, принимающее решение (ЛПР). Чаще всего процесс поддержки принятия решения осуществляется с помощью системы поддержки принятия решений (Decision Support System, DSS).

В настоящее время в достаточной степени удается автоматизировать только фазы анализа информации, генерации альтернатив и анализа альтернатив по выбранному критерию [1].

В испытательных лабораториях нередко возникает необходимость улучшения деятельности. С этой целью разрабатывается несколько проектов, и для определения наиболее подходящего из них и сравнения результативности и эффективности рассматриваемых проектов используется широко известная FMEA-методология [2] (от английских слов «Failure Mode Effect Analysis») либо IOMEA-методологии (от английских слов «Improvement Opportunity Mode Effect Analysis»). При этом создается экспертная группа, в состав которой входит, как правило, от 3 до 7 человек. Эксперты в процессе своей деятельности предоставляют вербальные оценки необходимых показателей, после чего с применением квалитетических шкал этим оценкам в соответствие ставятся балльные оценки.

В процессе поддержки принятия решения необходимо использовать средства наглядного представления результатов работы этой экспертной группы. В последнее время с этой целью все чаще используются графики функций принадлежности (ФП). Основные виды ФП, используемые при поддержке процесса принятия решения: треугольной формы, трапециевидной формы, Гауссова типа (колоколообразная кривая), S-образная кривая и др. Графики этих функций принадлежности приведены на рис. 1.

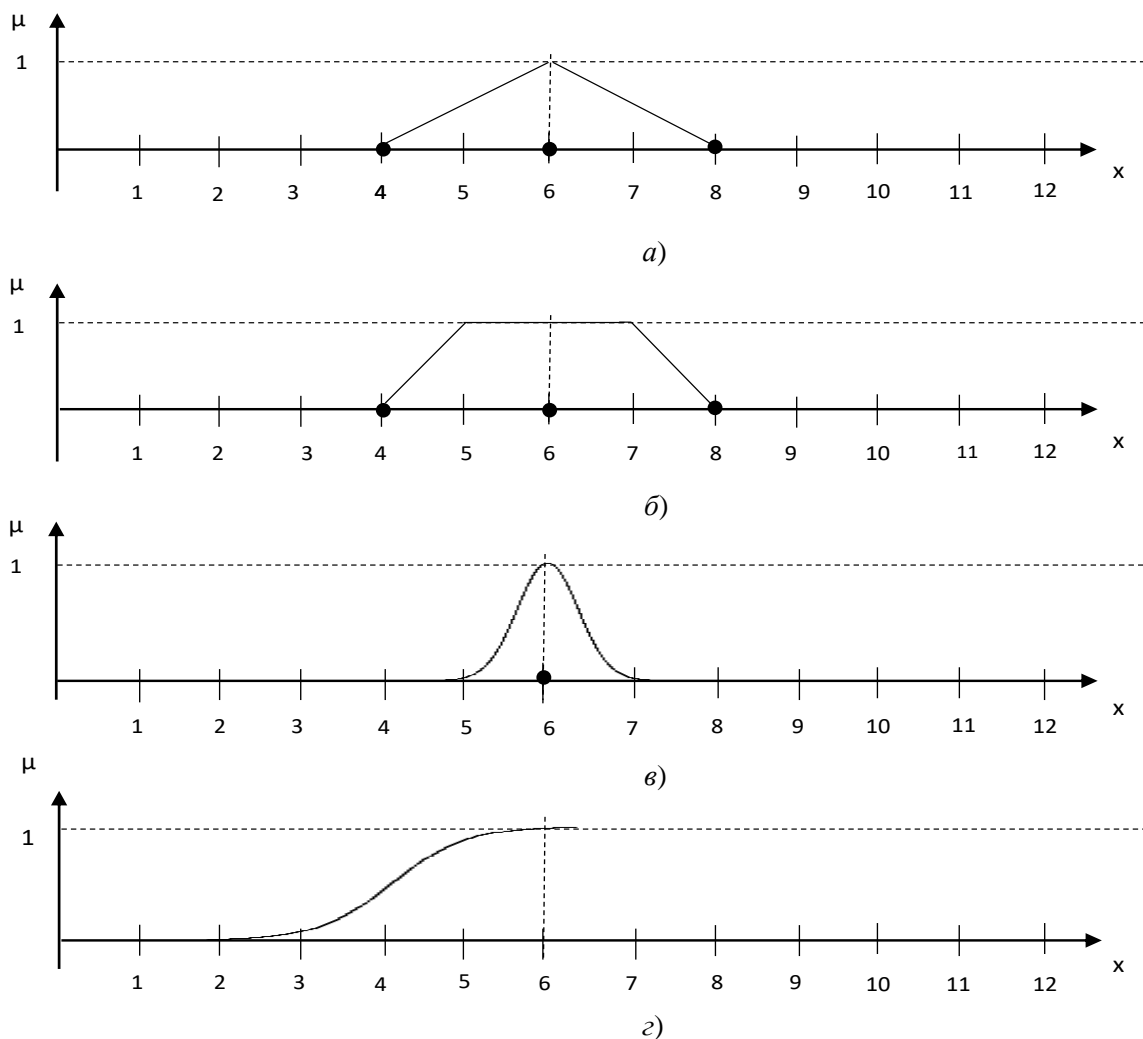


Рис. 1. Типичные формы функций принадлежности:

a – треугольные; *б* – трапецевидные; *в* – Гауссова типа в виде колоколообразных кривых; *г* – в виде S-образной кривой.

ФП в виде колоколообразной кривой обычно задается на основе нормального закона распределения Гаусса и является предпочтительной, так как при ее использовании наиболее просто решаются задачи определения двух основных параметров, определяющих среднее значение ФП (μ) и величину «спреда», характеризующего размах ФП относительно среднего значения (σ). Также функции принадлежности Гауссова типа проще по конструкции, их легче представлять и оптимизировать, они всегда непрерывны и гладки. Однако, например, трапецевидные ФП проще в анализе [3].

Представление результатов работы экспертной группы в виде нечетких чисел с треугольными функциями принадлежности позволяет достаточно точно находить величины средних значений ФП, но при этом остается открытым вопрос о том, каким образом следует оценить величину так называемого «спреда», характеризующего разброс ФП нечетких чисел относительно средних значений. Чаще всего экспертная группа самостоятельно принимает решение об определении величины «спреда» (например, $\pm 10\%$ от максимально возможных значений). Такое решение членов экспертной группы имеет субъективный

характер, и его недостатком является то, что при этом не используются возможности произвести объективную оценку величин «спредов» для нечетких чисел по имеющимся экспертным балльным оценкам.

При решении задач с использованием ФП треугольного вида для определения величины «спреда» используются так называемые предельные оценки, обычно сильно завышающие реальный разброс предоставленных экспертами данных, а для колоколообразных кривых – среднеквадратичные оценки «спредов», которые наиболее близки к реальным.

При определении параметров функции принадлежности Гауссова типа для нечетких чисел применяются следующие статистические методы обработки данных: оценка среднего арифметического значения и среднеквадратичного отклонения (СКО), выявление грубых ошибок (промахов) в экспертных оценках, определение величины доверительного интервала Δ при заданной доверительной вероятности:

$$\Delta = 1,96\sigma \approx 2,0\sigma. \quad (1)$$

После необходимых расчетов ФП для нечеткого числа представляют в виде формулы

$$\mu(x; c, \sigma) = \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2\right]. \quad (2)$$

В этом случае максимальное значение функции (в середине доверительного интервала) будет равно единице. Если ЛПР предпочитает использовать формулу

$$p(x, c, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2\right], \quad (3)$$

то у него появляется дополнительная информация о максимальном значении функции в середине доверительного интервала.

В качестве примера на рис. 2 приведены два графика функций принадлежности Гауссова типа с одинаковыми параметрами $c = 0,800$ и $\sigma = 0,0460$, построенные по формулам (2) и (3). Вертикальными штрихпунктирными линиями на графиках показаны положения соответствующих середин и границ доверительных интервалов.

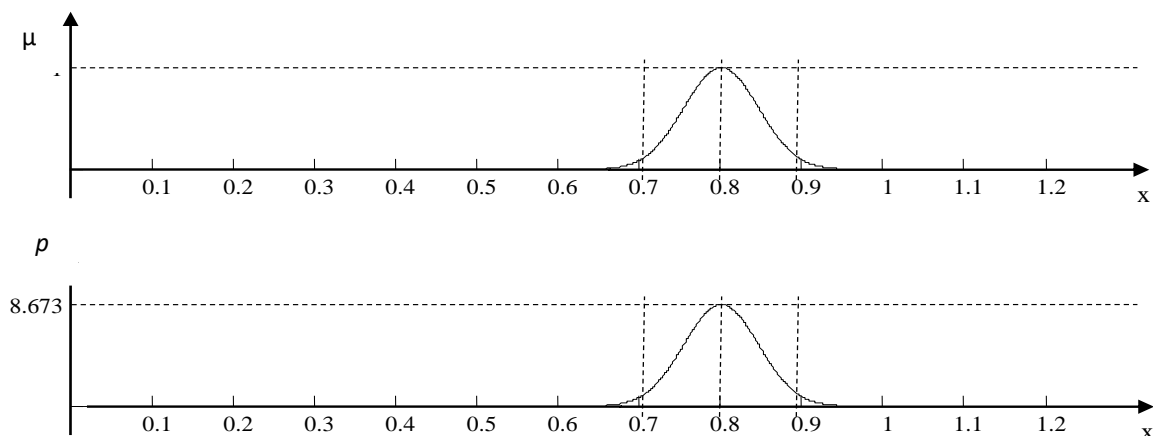


Рис. 2. Функции принадлежности Гауссова типа в виде колоколообразных кривых

Графики функций принадлежности Гауссова типа значительно более привычны для сотрудников испытательных лабораторий по сравнению с другими графиками функций принадлежности.

Таким образом, были выявлены преимущества функции принадлежности Гауссова типа перед другими формами, а также основания для того, чтобы рекомендовать сотрудникам испытательных лабораторий (при поддержке процессов принятия управленческих решений) шире применять функции принадлежности Гауссова типа в виде колоколообразных кривых для наглядной иллюстрации результатов работы экспертной группы.

Список использованных источников

1. Поддержка принятия управленческих решений. Информационное и инструментальное обеспечение : учебное пособие / З. Н. Козенко, А. Ф. Рогачев, А. Л. Нахшунов и др. // Издательство ВолГУ, 2001. – 126 с.
2. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества : учебное пособие / С. В. Пономарев, С. В. Мищенко, В. Я. Белобрагин и др. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2005. – 248 с.
3. Dongrui Wu. Twelve Considerations in Choosing between Gaussian and Trapezoidal Membership Functions in Interval Type-2 Fuzzy Logic Controllers / Wu Dongrui // WCCI 2012 IEEE World Congress on Computational Intelligence June, 10 – 15, 2012. – Brisbane, Australia

Al-Busaidi S. S. S.¹, Voyakina Y. N.², Ponomarev S. V.³

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

¹ (Tel+74752630870, e-mail: al-busaidi2020@hotmail.com),

² (Tel. +79537176617, e-mail: miss.voyakina2011@yandex.ru),

³ (Tel. +79027286032, e-mail: svponom@yahoo.ru)

SUPPORT OF THE DECISION-MAKING PROCESS IN THE TEST LABORATORY

Abstract. The issues of supporting the decision making process using membership functions based on the Gaussian normal distribution are considered. The choice of the type of membership functions and a method for determining its parameters are discussed.

Keywords: decision-making support, membership functions: trapezoidal, triangular, Gaussian type; confidence interval, statistical processing methods, FMEA methodology.

References

1. Podderzhka prinyatiya upravlencheskih reshenij. Informacionnoe i instrumental'noe obespechenie: Uchebnoe posobie / Z. N. Kozenko, A. F. Rogachev, A. L. Nahshunov i dr. // Izdatel'stvo VolGU, 2001. – 126 s.
2. Upravlenie kachestvom produkcii. Instrumenty i metody menedzhmenta kachestva: Uchebnoe posobie / S. V. Ponomarev, S. V. Mishchenko, V. Ya. Belobragin i dr. // M.: RIA «Standarty i kachestvo», 2005. – 248 s.
3. Dongrui Wu. Twelve Considerations in Choosing between Gaussian and Trapezoidal Membership Functions in Interval Type-2 Fuzzy Logic Controllers / Wu Dongrui // WCCI 2012 IEEE World Congress on Computational Intelligence June, 10 – 15, 2012. – Brisbane, Australia.

Научное электронное издание

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В УПРАВЛЕНИИ И МОДЕЛИРОВАНИИ
МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ
(ИТУММС 2020)**

II научно-практическая международная конференция

Редактирование Е. С. Мордасовой
Инженер по компьютерному макетированию И. В. Евсеева

ISBN 978-5-8265-2267-7



9 785826 522677

Подписано к использованию 30.11.2020.

Тираж 100 шт. Заказ № 115

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14.

Телефон (4752) 63-81-08.

E-mail: izdatelstvo@tstu.ru