III Международная научно-практическая конференция

ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В 2-х томах
Том I

Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Администрация Тамбовской области
ФИЦ «Информатика и управление» РАН
ФГБУН «Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова» РАН
Евразийская технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания»
ФНЦ им. И. В. Мичурина
ООО «ЛВМ Фарминг»
Ассоциация «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»
Неправительственный экологический фонд им. В. И. Вернадского
Ассоциация инженерного образования России
ПАО «МТС»
ПАО «Мегафон»
Белорусский государственный аграрный технический университет
Мичуринский государственный аграрный университет
Воронежский государственный университет инженерных технологий
Тамбовское региональное отделение ООО «Союз машиностроителей России»
Тамбовский государственный технический университет

III Международная научно-практическая конференция

«ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА»

Сборник научных статей

Тамбов, 25 – 27 октября 2022 г.

В 2-х томах
Том I

Научное электронное издание

III International Scientific and Practical Conference

“DIGITALIZATION OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX”

Proceedings
Tambov, October 25 – 27, 2022

Scientific electronic publication

Тамбов
♦ Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ» ♦
2022

УДК 631.5
ББК ʒ81+П07
Ц75

Редакционная коллегия:
Муромцев Д. Ю. – сопредседатель программного комитета, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.;
Громов Ю. Ю. – заместитель председателя организационного комитета, директор Института «Автоматика и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.;
Балабанов П. В. – заместитель председателя программного комитета, заведующий кафедрой «Мехатроника и измерительные технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, доц.;
Дмитриевский Б. С. – проф. кафедры «Информационные процессы и управление» ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р. техн. наук, проф.;
Дивин А. Г. – проф. кафедры «Мехатроника и измерительные технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, доц.;
Ведищев С. М. – зав. кафедрой «Агроинженерия» ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.;
Елизаров И. А. – доц. кафедры «Информационные процессы и управление» ФГБОУ ВО «ТГТУ», канд. техн. наук, доц.;
Назаров В. Н. – доц. кафедры «Информационные процессы и управление» ФГБОУ ВО «ТГТУ», канд. техн. наук, доц.;
Третьяков А. А. – доц. кафедры «Информационные процессы и управление» ФГБОУ ВО «ТГТУ», канд. техн. наук, доц.;
Меньщикова В. И. – зав. кафедрой «Экономика», ФГБОУ ВО «ТГТУ», канд. экон. наук, доц.;
Долгова О. В. – асс. кафедры «Природопользование и защита окружающей среды» ФГБОУ ВО «ТГТУ», канд. техн. наук

Editorial team:
Muromtsev D. Yu. – co-chairman of the program committee, vice-rector for science and research of TSTU, dr. tech. sciences, prof.;
Gromov Yu. Yu. – deputy chairman of the organizing committee, director of Institute "Automation and information technologies" of TSTU, dr. tech. sciences, prof.;
Balabanov P. V. – deputy chairman of the program committee, head of the department "Mechatronics and Technological Measurements" of TSTU, dr. tech. sciences, assoc. prof.;
Dmitrievsky B. S. – prof. of department "Information Processes and Management" of TSTU, dr. tech. sciences, prof.;
Divin A. G. – prof. of department "Mechatronics and Technological Measurements" of TSTU, dr. tech. sciences, assoc. prof.;
Vedishchev S. M. – head of department "Agro-engineering" of TSTU, dr. tech. sciences, prof;
Elizarov I. A. – assoc. prof. of department "Information Processes and Management" of TSTU, cand. of tech. sciences, assoc. prof.;
Nazarov V. N. – assoc. prof. of department "Information Processes and Management" of TSTU, cand. of tech. sciences, assoc. prof.;
Tretyakov A. A. – assoc. prof. of department "Information Processes and Management" of TSTU, cand. of tech. sciences, assoc. prof.;
Menshchikova V. I. – head of department "Economics" of TSTU, cand. of econ. sciences, assoc. prof.;
Dolgova O. V. – assistant of department "Nature management and environment protection" of TSTU, cand. of tech. sciences

Ц75 **Цифровизация** агропромышленного комплекса [Электронный ресурс] : сборник научных статей III Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. Тамбов, 25 – 27 октября 2022 г. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2022.

Т. I. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 00,0 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-8265-2516-6.

Включены материалы секционных докладов, вошедших в программу III Международной научно-практической конференции «Цифровизация агропромышленного комплекса».

Ц75 **Digitalization** of the agro-industrial complex [Electronic resource] : proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. In 2 vol. Tambov, October 25 – 27, 2022. – Tambov : Publishing center TSTU, 2022.

Vol. I. – 1 electron. optical disk (CD-ROM). – System requirements : PC not lower than class Pentium II ; CD-ROM-drive ; 00,0 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; mouse. – The title from the screen. – ISBN 978-5-8265-2516-6.

The collection includes materials from section reports that were included in the program of the III International Scientific and Practical Conference “Digitalization of the Agro-Industrial Complex”.

УДК 631.5
ББК ʒ81+П07

Материалы статей предоставлены в электронном виде и сохраняют авторскую редакцию.

ISBN 978-5-8265-1944-8 (общ.)
ISBN 978-5-8265-2516-6 (т. I)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Цифровые системы и средства в агропромышленном комплексе 16

М. В. Чугунов, И. Н. Полунина, И. А. Ермишов
Модельный ряд для проектирования мобильной роботизированной платформы 16

Е. И. Алгазин, О. Б. Давыденко, Н. П. Савин
Пути увеличения времени полной диссипации энергии линейных систем автоматики сельскохозяйственного оборудования . . . 20

Ж. А. Зарандия, Д. Н. Земской
Использование БПЛА в агропромышленном комплексе 25

А. П. Савенков, В. А. Сычев
Бесконтактные измерения вязкости в пищевой промышленности 28

В. А. Юдаев, П. В. Балабанов, А. С. Егоров
Обнаружение дефектов яблок с применением средств технического зрения 32

В. А. Юдаев, П. В. Балабанов, А. С. Егоров
Применение каскада Хаара для обнаружения яблок на конвейере 35

И. А. Мамедова, Р. И. Мамедов, В. А. Немтинов
Информационная поддержка принятия решений при обслуживании и ремонте оборудования тепловых пунктов сетей сельских поселений 38

Д. А. Ищенко, В. А. Немтинов
Информационное обеспечение системы поддержки принятия решений при наладке и обслуживании технологического оборудования производства пищевых продуктов 42

М. Ю. Щеглов, В. А. Немтинов
Анализ и прогнозирование дохода садоводческого предприятия 48

М. И. Бородин, И. П. Илясов, Н. В. Плотников, С. К. Толмачев
Реализация Умного сада с использованием ПЛК110 51

Р. К. Будников, И. А. Омельченко, Н. С. Хрущев, С. Н. Горбунов, И. С. Гришин
Использование алгоритмов адаптивной фильтрации для обеспечения устойчивого функционирования систем передачи данных агропромышленных комплексов 54

С. Н. Горбунов, И. С. Гришин, Р. К. Будников, И. А. Омельченко, Н. С. Хрущев
Использование комплекса «Рубеж» для проведения пусконаладочных работ при проектировании беспроводных систем в автоматизированных комплексах агропредприятий 58
И. С. Гришин, С. Н. Горбунов, Р. К. Будников, И. А. Омельченко, Н. С. Хрущев
Использование комплекса «Айсберг 2.0» при проведении предварительных испытаний при проектировании автоматизированных систем в агропромышленных комплексах 62
И. А. Елизаров, А. А. Третьяков, В. Н. Назаров, М. И. Елизарова
Выбор беспроводной технологии передачи данных для построения системы мониторинга в интенсивном садоводстве 65
П. И. Карасев, П. Ю. Пушкин, А. М. Головин
Защита отечественных компаний агропромышленного комплекса от целевых кибератак 68
Ю. В. Минин, Е. В. Кошелев
Формирование обобщенного критерия качества функционирования для синтеза распределенной информационной системы агропромышленного предприятия 72
И. А. Омельченко, Н. С. Хрущев, Р. К. Будников, С. Н. Горбунов, И. С. Гришин
Использование специального интеллектуального программного комплекса «Аналитик» для обеспечения информационной безопасности агропромышленных комплексов 77
Эль-Эиссави Бадр Халил Махмуд, М. В. Чернопятов, М. А. Ивановский, Ю. В. Минин
Задача структурного синтеза информационных систем распознавания образов 81
П. И. Карасев, Н. А. Макаров
Основные проблемы в области информационной безопасности предприятий агропромышленного комплекса и средства их практического предотвращения 85
Н. М. Гребенникова, А. Г. Дивин, П. В. Балабанов, С. А. Сенкевич
Применение роботизированного комплекса для повышения качества сортировки фруктов 89
С. К. Толмачев, М. И. Бородин, В. В. Шатских, А. А. Гусев, Р. М. Башкиров
Преимущества использования учебно-тренировочных средств в агропромышленном комплексе 93

Ф. О. Федин, П. И. Карасев
Моделирование процесса создания системы защиты информации распределенной информационно-телекоммуникационной сети предприятия агропромышленного комплекса 95
Н. С. Хрущев, И. А. Омельченко, Р. К. Будников, С. Н. Горбунов, И. С. Гришин
Аудит информационной безопасности агропромышленного комплекса с использованием специального интеллектуального программного комплекса «Аналитик» 99
П. И. Карасев, А. О. Соболев
Проектирование СКУД предприятия агропромышленного комплекса с применением современных способов аутентификации 102
М. И. Елизарова, И. А. Елизаров, В. А. Погонин
Система мониторинга и управления микроклиматом в тепличном комплексе на базе сети LoRaWAN 108
А. А. Алексеев, В. В. Прохорова
Управление защищенностью цифровых систем и средств предприятий агропромышленного комплекса 111
В. М. Степанов, С. В. Ершов, В. Ю. Непомнящий
Анализ неразрушающих методов диагностирования ЛЭП в системах электроснабжения агропромышленного комплекса на основе цифровых технологий 115
Э. Д. Шибанов, И. Г. Благовещенский
Экструдер для 3D-печати пищевой продукции 120
А. Р. Лобанов, В. В. Никулина, И. А. Сафонов, Д. А. Турищев
Пути совершенствования отечественных пунктов управления БЛА 123
Алмали Аайя Аднан Латиф
Моделирование потока отказов подсистемы безопасности информационных систем агропромышленных предприятий 131
Д. В. Талмазова, А. С. Семенов, И. Г. Благовещенский, В. Г. Благовещенский
Создание SCADA-системы на основе Интернета вещей с использованием IT-платформы THINGER.IO 135
А. И. Арсланов
Применение Honeypot и IPS в автоматизированных системах управления агропромышленного комплекса 139

А. В. Балашов, А. И. Завражнов, Н. Ю. Пустоваров, С. П. Стрыгин
Управление посевным агрегатом с электрифицированной пневматической сеялкой 143
М. В. Ковалев
Особенности использования SIEM в агропромышленном комплексе 149
И. А. Проворнов
Разработка дерева целей задачи повышения надежности криптоалгоритма AES. 153
Д. В. Тулупов
Применение подсистемы взаимодействия с поставщиками информационной системы платформы электронной коммерции в агропромышленном комплексе 156
Ф. О. Федин, В. Л. Коданев
Модель подтверждения соответствия системы защиты информации информационно-телекоммуникационной сети в организации агропромышленного комплекса 159
Ю. В. Литовка, В. В. Конкина, С. П. Стрыгин, А. В. Гаврилин
Разработка программного обеспечения для оценки качества высева 163
М. А. Мельшиян, И. В. Журжи
Автоматизация процесса оценки соответствия информационных систем агропромышленного комплекса на соответствие требованиям по защите информации 166
С. А. Нагорнов, А. Ю. Корнев, В. А. Погонин, М. Ю. Левин, Е. Ю. Левина
Концептуальные основы цифровой трансформации растениеводства 169
Д. В. Большунов, Д. Р. Мусин, О. В. Федоров
Обоснование необходимости интеграции средств доверенной загрузки в автоматизированные системы управления технологическими процессами в агропромышленных комплексах 173
Р. Р. Ковалев, В. А. Юдаев, А. Г. Дивин, П. В. Балабанов
Способ корректировки траектории движения робототехнического комплекса в садах 177

Р. О. Дементьев, Д. Ю. Муромцев, В. Н. Шамкин
Особенности применения программного обеспечения Master SCADA для управления технологическими процессами комбикормовых производств 180
Ю. Ю. Громов, С. В. Данилкин, П. И. Карасев, Шамсулдин Хайдар Абдуллваххаб, Алмали Ахмед Аднан
К вопросу об осуществимости сложных информационных систем 183
Ю. Ю. Громов, С. В. Данилкин, П. И. Карасев, Шамсулдин Хайдар Абдуллваххаб, Алмали Ахмед Аднан
Обзор подходов исследования эффективности информационных процессов 186
Ю. Ю. Громов, С. В. Данилкин, П. И. Карасев, Шамсулдин Хайдар Абдуллваххаб, Алмали Ахмед Аднан
Метод синтеза эффективности целенаправленных информационных процессов 190
А. А. Генералова, Д. С. Бычков
Исследование оптического потока и формирование алгоритма позиционирования на его основе 195
Д. А. Минаков, Е. В. Попова, А. А. Сирота, А. В. Швырева
Применение машинного зрения для распознавания элементов зерновых смесей с механическими повреждениями в системах фотосепарации реального времени 200
И. А. Шаталова, В. О. Лычагина, Е. С. Ширкина
Проект цифровизации домашней теплицы 216
С. Н. Мочалин, С. В. Пономарев
Перспективы применения российской электронной компонентной базы в области автоматизации агропромышленного комплекса 219
Г. К. Тевяшов
Применение нейросетевого алгоритма для мониторинга динамики роста осетровых в УЗВ 223
М. М. Смотряев, Д. А. Поплавский
Применение корпоративного цифрового устройства на операционной системе Android в агропромышленном комплексе 227
Д. В. Комраков
Применение цифровых систем спутниковой навигации для энергоэффективности логистических процессов транспорта в агропромышленном комплексе 229

К. А. Пестракова
Актуальность разработки процедуры обеспечения информационной безопасности для предприятий агропромышленного комплекса 232
С. А. Нагорнов, М. Ю. Левин, Е. Ю. Левина, В. Ф. Калинин
Цифровые решения при повышении эффективности использования нефтепродуктов в АПК 235
А. И. Завражнов, А. А. Завражнов, А. А. Земляной, Б. С. Мишин
Структура системы контроля и управления электроприводной высевающей секции сеялки точного высева 239
Н. А. Кощеев, П. В. Шуняев, А. С. Егоров
Мехатронная система лазерного целеуказания для отслеживания дефектных объектов в процессе их транспортировки на конвейере 243
Н. А. Кощеев, П. В. Шуняев, А. С. Егоров
Интеллектуальная система технического зрения для отслеживания объектов в процессе сортировки 247
А. С. Семенов, Д. В. Талмазова, И. Г. Благовещенский, В. Г. Благовещенский
Создание нейронной сети для практического применения в пищевой промышленности 250
К. И. Тулупов, Д. Г. Дмитриев, Д. В. Милосердова, Е. А. Елизаров
Bluetooth-технология в сфере управления агропромышленной техники 254
А. М. Аднодворцев, М. М. Благовещенская, И. Г. Благовещенский, В. В. Головин, В. Г. Благовещенский
Автоматизация участков приготовления и структурообразования зефирной массы при производстве неглазированного зефира 256
Д. С. Буренок
Обнаружение атак на сеть Wi-Fi в агропромышленном комплексе 260
В. В. Головин, М. М. Благовещенская, И. Г. Благовещенский, А. М. Аднодворцев, В. Г. Благовещенский
Интеллектуальная оптимизация производства кондитерской продукции на основе использования инновационных технологий 264
Р. В. Горшков, А. А. Терехова
Сервис «iPRO» как инструмент развития агропромышленного комплекса 268
С. С. Матвеев
Исследование защищенной UNIX-подобной операционной системы для импортозамещения в автоматизированных системах агропромышленного комплекса 271

А. И. Мартышкин
К вопросу построения центров обработки данных организаций агропромышленного комплекса 275
А. И. Мартышкин
Трассировка как подход для проверки и отладки распределенных систем, применяемых в агропромышленном комплексе 279
А. И. Мартышкин
Обзор инструментальных средств создания программного обеспечения для систем реального времени, применяемых в агропромышленном комплексе 283
Н. А. Козлов
Применение системы оценки эффективности персонала 287
М. И. Елизарова
Подход к построению системы мониторинга состава воздуха на свиноводческом комплексе 290
В. К. Зольников, Н. Н. Литвинов, Е. В. Грошева, Д. А. Рыченков, В. С. Шапкин, Т. В. Скворцова
Метод расчета времени функционирования элементов аппаратуры при воздействии излучения низкой мощности 293
К. В. Зольников, П. П. Куцько, И. В. Семейкин, В. А. Фиронов, К. В. Манмарева, А. М. Плотников
Оценка стойкости и надежности микросхем при воздействии гамма-излучения 297
К. В. Зольников, Е. В. Грошева, В. В. Котляров, Р. Б. Рязанцев, Г. Д. Миронов, О. Н. Чередникова
Метод отбраковки потенциально нестойких микросхем в серийном производстве 301
К. В. Зольников, Д. С. Нестерова, И. В. Сафонова, С. В. Стоянов, Е. И. Алексинский, Ф. В. Макаренко
Цифровые сигнальные процессоры и микроконтроллеры для систем управления и средств связи 306
В. К. Зольников, А. В. Толкачев, С. А. Врагов, С. В. Фролов, А. С. Ватуев, О. В. Оксюта
Математическое обеспечение проектирования радиационностойких микросхем 310
К. В. Зольников, И. С. Кущева, О. В. Вихрова, А. С. Фролов, Н. Н. Литвинов, А. В. Ачкасов
Лингвистическое обеспечения проектировщика микросхем 314

В. К. Зольников, Е. Е. Дедова, И. С. Козлова, А. П. Лапшин, О. А. Майгур, А. И. Яньков
Особенности проектирования микросхем двойного назначения 318
В. К. Зольников, Д. В. Байбеков, А. А. Андрюшин, В. И. Силонов, А. И. Озеров, Д. Э. Косинов
Графическая подсистема системы автоматизации проектирования для микросхем 322
И. В. Скоркин, В. В. Зиновьева, В. С. Вихров, М. В. Солодилов, В. И. Анциферова, Ю. А. Чувычелов
Использование метода резервирования на основе дублирования с нагруженным резервным элементом для повышения надежности аппаратуры 326
П. А. Чубунов, М. В. Назаренко, О. В. Загоруйко, А. С. Грошев, М. А. Осипов, А. С. Ягодкин
Методы испытаний электронной компонентной базы на стойкость к воздействию излучения космического пространства по одиночным эффектам 330
O. Belaroussi, V. F. Kalinin
Optimization Approaches to Energy Storage in Freestanding Photovoltaic Systems 334
Д. Р. Мусин, А. Д. Гусев, В. М. Хайретдинова
Способ внедрения облачного хранилища в сеть агропромышленного комплекса в целях обеспечения целостности информации 338
А. С. Широков
К вопросу об использовании робототехнического комплекса для сбора урожая плодовых деревьев 342
А. А. Жиркова, А. Г. Дивин, П. В. Балабанов
Методика оценки качества работы системы сортировки фруктов на конвейере 345

Секция 2. Цифровизация управления агропромышленным комплексом 348
В. И. Меденников
Системный анализ предметной идентификации цифровой платформы на примере сельского хозяйства 348
С. С. С. Аль-Бусаиди, К. А. Селезнева, С. В. Пономарев
Взаимодействие процессов системы менеджмента испытательной лаборатории продукции АПК по требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 351

А. А. Третьяков, И. А. Елизаров, В. Н. Назаров, Ан. А. Третьяков
Система управления энергоучетом тепличного хозяйства 354
М. А. Ивановский, С. В. Данилкин, М. В. Чернопятов, Эль-Эиссави Бадр Халил Махмуд
К вопросу декомпозиции целевого пространства информационных массивов в задаче распознавания образов 358
М. А. Ивановский, М. В. Чернопятов, Д. Л. Гриднев, В. В. Малаканов, А. С. Мартус
Модель анализа целей производственных систем 362
П. И. Карасев, П. Ю. Пушкин, Д. А. Головченко
Мандатное управление доступом на предприятиях агропромышленного комплекса 365
А. А. Оксузьян, И. Г. Таршинова, М. В. Чернопятов, М. А. Ивановский, Эль-Эиссави Бадр Халил Махмуд
Комплекс моделей процессов сбора информации от источников 369
П. Ю. Пушкин, П. И. Карасев, Ф. О. Федин
Защита персональных данных в информационных системах предприятий агропромышленного комплекса 373
В. М. Степанов, С. В. Ершов, В. Ю. Непомнящий
Структура системы управления режимными параметрами электроснабжения объектов агропромышленного комплекса на основе цифрового двойника 376
Е. В. Кошелев, Д. В. Лакомов
Системы позиционирования для сельскохозяйственной техники в сфере растениеводства 383
К. Б. Фам, В. Н. Богатиков
Нечеткий ПИД-контроллер для управления процессом сушки зеленого чая 386
Ali Abdulkarem Habib Alrammahi, Farah Abbas Obaid Sari, Fahad Ghalib Abdulkadhim, Haidar Abdulwahab Habeeb Shamsuldeen
Clustering and Classification of Text Documents Using Optimization Method. 398
В. Н. Назаров, А. А. Третьяков, Р. В. Воронков, Ан. А. Третьяков
Автоматизированная система контроля и учета материальных потоков на сахарном заводе 405

Ю. Н. Новиков, А. С. Костюков, Г. И. Мурачев, А. Е. Черников, В. А. Санталов
Цифровой регулятор для инкубатора 409
О. В. Чистяков, М. М. Благовещенская, И. Г. Благовещенский, М. В. Веселов, В. Г. Благовещенский
Создание цифровых двойников систем автоматизации в пищевых производствах на базе САПР EPLAN 413
Г. А. Власов
Использование беспилотных летательных аппаратов в агропромышленном комплексе 416
Д. Г. Дмитриев, К. И. Тулупов, Е. А. Елизаров
Программно-аппаратная реализация системы регулирования основных показателей в теплице с использованием цифровых двойников 419
С. Н. А. Аль Кнфер
Моделирование процессов управления в сахарном производстве 424
А. В. Иванов, С. П. Москвитин, Н. А. Лежнева, А. А. Иванов
Перспективная автоматизированная система навигации для подвижного транспорта агропромышленного комплекса 427
Б. С. Дмитриевский, А. А. Терехова, М. Л. Гогорян, Д. Г. Дмитриев
Характеристика сахарного производства с точки зрения управления 433
Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, М. А. Потапов
Применение библиотеки OpenCV Python для нахождения контуров пор экструдатов 437
Р. Ю. Хабаров, В. А. Немтинов
Структура материальных и информационных потоков в системе управления бизнес-процессами комбината общественного питания агрохолдинга 441
А. И. Сукачев, А. А. Долгополов, Е. А. Сукачева, А. В. Володько
Исследование влияния параметров обучающей выборки на работу одноступенчатого детектора 445
В. Е. Петров
Сравнение использования БПЛА и спутников для спектрального анализа участков земель 450
П. К. Правин
Определение функционально-информационных связей предприятия АПК 453

Д. Е. Скрипкина, А. А. Третьяков, Ан. А. Третьяков
Задача оптимизации сушки тентового материала для каркасно-тентовых овощехранилищ 456
Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Е. Г. Соболев
Мобильное приложение для расчета влажности плодов при сушке сырья 462
А. М. Карнишев, В. А. Немтинов
Анализ подхода к созданию Умного дома крестьянско-фермерского хозяйства и его быту при помощи солнечной энергии 466
П. А. Титова, В. Н. Шамкин
Мировая проблематика и возможные пути развития энергетики 470
А. Д. Ященко
Особенности поддержки принятия управленческих решений в системе управления информационными потоками экологической лаборатории 473
Л. Н. Пепел, И. А. Крохин, М. Ю. Михеев
Технологии больших данных в задачах цифровизации управления агропромышленным комплексом 477
Г. Н. Ерохин, В. В. Коновский, И. А. Першин
Моделирование продолжительности уборки сои 480
И. А. Крохин, М. Ю. Михеев
Противодействие атакам Маршалко средствами биометрической защиты в интеллектуальных системах цифрового управления агропромышленным комплексом 484
И. А. Сапрыкин, Ю. Д. Гусева
Перспективные направления применения цифровых технологий в агропромышленном комплексе 487

Секция 3. Реализация концепции Умного сельского хозяйства 491
Ю. Ю. Громов, А. А. Третьяков, И. А. Елизаров, В. Н. Назаров, И. А. Дьяков
Интеллектуальная система мониторинга и управления объектами интенсивного садоводства 491
С. О. Чиркин, В. А. Шацкий, Н. В. Картечина
Применение роботов-пчел для опыления посевов 495

О. Л. Сапун, А. М. Самец
Применение роботизированной техники компании «DeLaval» на предприятиях АПК Республики Беларусь 500
M. Yu. Mikheev, S. Helal
The Main Trends and Prospects for the Implementation of the Concept of Smart Agriculture in the Conditions of the Agrocomplex in Algeria 503
М. Ю. Рытов, Н. О. Мусиенко
Подход к анализу данных для категорирования объектов критической информационной инфраструктуры 506
Е. А. Асмолова
Особенности конструирования макета района полетов для имитатора тепловизора, входящего в состав тренажера подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов, применяемых для учета диких животных 510
И. Н. Казаровец
Алгоритм PLF для определения коровьей хромоты 515
С. А. Костюкевич, Д. Ф. Кольга
Умная ферма – фактор получения молока высокого качества . . . 518
О. А. Кувшинова, Е. А. Асмолова, Н. С. Есимова, М. С. Хитрых
К задаче разработки текстур для окрашивания 3D-полигонов 3D-моделей виртуального пространства для авиационного тренажера или тренажера подготовки оператора беспилотного летательного аппарата 522
М. Ю. Рытов, К. А. Седаков
Разработка методики выявления нарушителей информационной безопасности 525
В. Р. Роганов, О. А. Кувшинова
Особенности моделирования района полетов для имитаторов визуальной обстановки тренажеров операторов беспилотных аппаратов 528
Д. А. Бобров, В. А. Бугров, П. Ф. Маслов, С. А. Сенкевич
Построение пространственной карты с помощью стереокамеры ZED 2i 531
В. Р. Роганов
Основные требования к имитаторам визуальной обстановки и имитаторам тепловизора 534

Н. С. Есимова
Особенности имитаторов визуальной обстановки для тренажеров операторов беспилотных летательных аппаратов, обрабатывающих и наблюдающих за посевами сельскохозяйственных культур 537
Д. А. Бобров, В. А. Бугров, П. Ф. Маслов, С. А. Сенкевич
Создание мобильной роботизированной платформы botANNIC 540
М. Ю. Михеев, А. С. Попченков
Мобильное приложение «Справочник болезней растений» 543
Е. Е. Чинилин
Актуальность разработки методики определения актуальных угроз безопасности биометрическим персональным данным, обрабатываемым в информационной системе контроля управления доступом в образовательном учреждении 546
И. В. Горбачев
Актуальность разработки методики аудита информационной безопасности филиалов организаций на основании синтеза требований к защите информации в разных предметных областях . . . 549
П. В. Афанасьева, Т. В. Семенистая
Применение нейросетевого подхода для получения газочувствительных пленок на основе медьсодержащего полиакрилонитрила для мониторинга качества сельскохозяйственной продукции 552
И. Г. Донскова, Т. В. Семенистая
Возможность использования блочно-модульных котельных в зданиях сельскохозяйственного назначения 555
П. В. Шуняев, Н. А. Кощеев, А. С. Егоров
Обзор систем навигации мобильной робототехнической платформы для сельского хозяйства 558
И. А. Глазкова
Умное сельское хозяйство: актуальность и перспективы автоматизации коровников 561
А. Е. Зайцев
Проблемы электромагнитной совместимости и защита информации в беспилотных аппаратах сельскохозяйственного назначения 563
П. В. Шуняев, Н. А. Кощеев, А. С. Егоров
Система технического зрения для навигации мобильной робототехнической платформы для сельского хозяйства 566
М. А. Иванов, И. Д. Мелехин
Автоматизированное управление Умными теплицами 569

Секция 1
ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 681.5

М. В. Чугунов, И. Н. Полунина, И. А. Ермишов
(Кафедра «Конструкторско-технологическая информатика»,
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия,
e-mail: m.v.chugunov@mail.ru, my_pk@mail.ru)

МОДЕЛЬНЫЙ РЯД ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ

Аннотация. Рассмотрен подход к построению модельного ряда для мобильного робота. Модельный ряд включает в себя три натурные модели, выполненные в разном масштабе, но на одной и той же программно-аппаратной платформе (ArduPilot-Pixhawk). Каждая из моделей используется для решения частных задач проектирования и исследования мобильного робота, в том числе тракторного управления, предусматривающего программное управление, выходящее за рамки штатного функционала ArduPilot.

Ключевые слова: мобильный робот, натурная модель, программно-аппаратная платформа ArduPilot, траекторное управление, программное управление, Lua, Python, C++.

M. V. Chugunov, I. N. Polunina, A. A. Ermishov
(Department of CAD/CAE/CS, Orarev MGU, Saransk, Russia)

MOBILE DESIGN RANGE ROBOTIC PLATFORM

Abstract. The approach to building a model range for a mobile robot is considered. The range includes three physics models made on a different scale, but on the same software and hardware platform (ArduPilot-Pixhawk). Each of the models is used to solve specific design and research problems of a mobile robot, including trajectory control, which provides software control beyond the frames of the standard ArduPilot functionality.

Keywords: mobile robot, physics model, ArduPilot software and hardware platform, trajectory control, software control, Lua, Python, C++.

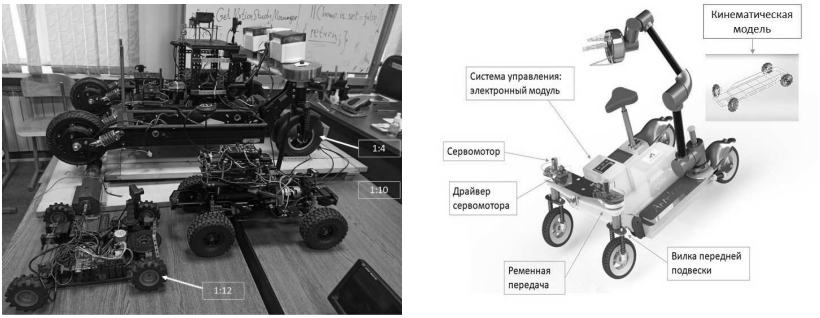
Проектирование мобильной роботизированной платформы представляет собой сложный многоэтапный и междисциплинарный процесс, реализуемый в интегрированных CAx-средах. Виртуальные CAx-модели разного типа и уровня, как промежуточные результаты проектирования, адекватны реальному объекту и воспроизводят его геомет-

рические, физические и информационные параметры с высокой степенью точности и наглядности. Тем не менее, построение в процессе проектирования натурных (физических) моделей, а также проведение на базе этих моделей натурных (физических) экспериментов является неотъемлемой частью этого процесса, направленного на повышение качества проектируемой системы. Особое значение при этом имеют связи в виде двунаправленных потоков информации, выстраиваемых между моделями разного типа.

В данной работе в указанном контексте рассматривается проектирование мобильной роботизированной платформы, для которой мы разработали иерархическую систему как виртуальных (CAx), так и натурных моделей (рис. 1).

Один из важнейших вопросов концептуального проектирования состоит в выборе аппаратно-программной платформы робота, для которой открытость исходного кода и наличие API является непременным требованием [1]. Это связано с необходимостью расширения и углубления штатного функционала платформы, ориентированного, прежде всего, на повышение эффективности траекторного управления и на решение частных задач управления. В работе [1] приводится сравнительный анализ таких платформ с точки зрения использования их в инженерном образовании и в исследовательских целях.

Мы остановили свой выбор на платформе Ardupilot (Pixhawk) [1], которая в полной мере отвечает нашим целям: проектирование мобильного робота, исследование алгоритмов траекторного управления и путевой стабилизации, а также разработка программного обеспечения, используемого для планирования пути и траекторного управления, связанного с выполнением технологических операций в промышленности и агрокомплексе.



а) *б*)

Рис. 1. Натурные (*а*) и виртуальные (*б*) модели мобильного робота

Как показывает наш опыт, для решения указанных задач целесообразно иметь масштабный ряд натурных моделей. При этом каждая из моделей используется для решения какой-то конкретной задачи проектирования и исследования. Так, например, модели масштаба 1:10 и 1:12 удобно использовать для исследования алгоритмов и отладки программного обеспечения, связанного с траекторным управлением. Модель масштаба 1:4 в этом ряду занимает промежуточное положение между моделью как таковой и реальным объектом и может быть использована на практике для выполнения некоторых технологических операций. Соответственно, модель такого масштаба может быть использована для исследования состояния и поведения конструкции, ее кинематики и динамики в терминах механики деформируемого твердого тела.

Основной особенностью данного модельного ряда является то, что программно-аппаратное обеспечение, выполненное на базе Ardupilot (Pixhawk), для всех указанных моделей ничем не отличается друг от друга. Это, в свою очередь, позволяет легко масштабировать проект, расширяя модельный ряд. Перенос аппаратно-программного модуля управления и очувствления робота с одной модели на другую и, в том числе, на реальный объект – не вызывает никаких затруднений.

Особого внимания к себе заслуживает система программирования робота, поскольку целью нашего проекта является расширение и углубление штатного функционала ArduPilot, связанного, прежде всего, с задачами траекторного управления [2]. Таким образом, не нарушая общности постановки и решения задачи, мы реализовали три известных подхода к программному управлению, выходящему за пределы штатного функционала ArduPilot и основанные, соответственно: на скриптовом программировании Lua [3, 4], скриптовом программировании Python [5] и разработке нестандартного полетного режима (C++). Последний из указанных вариантов требует сборки нестандартной прошивки для контроллера [6].

Авторы выражают признательность руководству и модераторам НОЦ «Инженерия будущего» за активную и всестороннюю помощь, оказанную в процессе подготовки проекта, а также «Фонду содействия инновациям», поддержавшему данный проект по программе УМНИК.

Список использованных источников

1. Open-Source Robotics / E. Vrochidou, M. Manios, G. A. Papakostas, C. N. Aitsidis and F. Panagiotopoulos // Investigation on Existing Platforms and Their Application in Education, 2018, 26th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM). – 2018. – Pp. 1 – 6. – DOI: 10.23919/SOFTCOM.2018. 8555860

2. Интегрированная модель мобильной роботизированной платформы / М. В. Чугунов [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2021. – Т. 31, № 4. – С. 609 – 627. – DOI: https://doi.org/10.15507/2658-4123.031.202104.609-627

3. General Purpose Lua Interpreter for Modelica / F. Buse, T. Bellmann // Proceedings of 14th Modelica Conference. – 2021. – Pp. 425 – 431; Modelica Association and Linköping University Electronic Press // 14th International Modelica Conference, 20 – 24 Sep. 2021. – Linköping, Sweden. – DOI: 10.3384/ecp21181 <https://doi.org/10.3384/ecp21181>

4. MMX Rover Simulation – Robotic Simulations for Phobos Operations / F. Buse, A. Pignède, J. Bertrand, S. Goulet and S. Lagabarre // IEEE Aerospace Conference (AERO). – 2022. – Pp. 1 – 14. – DOI: 10.1109/AERO53065.2022. 9843391

5. Autopilot System of Remotely Operated Vehicle Based on Ardupilot / Z. Luo, X. Xiang, Q. Zhang ; In: Yu, H., Liu, J., Liu, L., Ju, Z., Liu, Y., Zhou, D. (eds) Intelligent Robotics and Applications. ICIRA. Lecture Notes in Computer Science. – 2019. – Vol. 11742. Springer, Cham. – URL : https://doi.org/10.1007/ 978-3-030-27535-8_19

6. Model-in-the-loop testing of control systems and path planner algorithms for quadrotor uavs / E. Capello, I. D. D. M. de Pierrepont Franzetti, D. Carminati and M. Scanavino // International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS).

References

1. Open-Source Robotics / E. Vrochidou, M. Manios, G. A. Papakostas, C. N. Aitsidis and F. Panagiotopoulos // Investigation on Existing Platforms and Their Application in Education, 2018, 26th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM). – 2018. – Pp. 1 – 6. – DOI: 10.23919/SOFTCOM.2018. 8555860

2. Интегрированная модель мобильной роботизированной платформы / М. В. Чугунов [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2021. – Т. 31, № 4. – С. 609 – 627. – DOI: https://doi.org/10.15507/2658-4123.031.202104.609-627

3. General Purpose Lua Interpreter for Modelica / F. Buse, T. Bellmann // Proceedings of 14th Modelica Conference. – 2021. – Pp. 425 – 431; Modelica Association and Linköping University Electronic Press // 14th International Modelica Conference, 20 – 24 Sep. 2021. – Linköping, Sweden. – DOI: 10.3384/ecp21181 <https://doi.org/10.3384/ecp21181>

4. MMX Rover Simulation – Robotic Simulations for Phobos Operations / F. Buse, A. Pignède, J. Bertrand, S. Goulet and S. Lagabarre // IEEE Aerospace Conference (AERO). – 2022. – Pp. 1 – 14. – DOI: 10.1109/AERO53065.2022. 9843391

5. Autopilot System of Remotely Operated Vehicle Based on Ardupilot / Z. Luo, X. Xiang, Q. Zhang ; In: Yu, H., Liu, J., Liu, L., Ju, Z., Liu, Y., Zhou, D. (eds) Intelligent Robotics and Applications. ICIRA. Lecture Notes in Computer Science. – 2019. – Vol. 11742. Springer, Cham. – URL : https://doi.org/10.1007/ 978-3-030-27535-8_19

6. Model-in-the-loop testing of control systems and path planner algorithms for quadrotor uavs / E. Capello, I. D. D. M. de Pierrepont Franzetti, D. Carminati and M. Scanavino // International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS).

УДК 621.396.96

Е. И. Алгазин, О. Б. Давыденко, Н. П. Савин
(Кафедра «Электроника и электротехника»,
ФГОБУ ВО «НГТУ», г. Новосибирск, Россия,
e-mail: evgeniialgazin@gmail.com, obd@mail.ru, savin@corp.nstu.ru)

ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПОЛНОЙ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация. Проведены исследования, позволяющие сформулировать методы увеличения времени полной диссипации энергии в электрических цепях линейных систем автоматики сельскохозяйственного оборудования. Также предложен метод оценки длительности времени полной диссипации энергии в исследуемых цепях. Такой метод оценки позволяет проанализировать все существующие режимы работы электрических цепей линейных систем автоматики и найти для них время полной диссипации энергии.

Ключевые слова: временные соотношения, диссипация, линейная система автоматики.

E. I. Algazin, O. B. Davydenko, N. P. Savin
(Department of Electronics and Electrical Engineering,
NSTU, Novosibirsk, Russia)

WAYS TO INCREASE THE TIME OF TOTAL DISSIPATION ENERGIES OF LINEAR AUTOMATION SYSTEMS AGRICULTURAL EQUIPMENT

Abstract. In this work, studies have been carried out that make it possible to formulate methods for increasing the time of complete dissipation of energy in electrical circuits of linear automation systems agricultural equipment. A method for estimating the duration of the time of complete dissipation of energy in the circuits under study is also proposed. This assessment method allows one to analyze all existing operating modes of electrical circuits of linear automation systems and find the time of complete energy dissipation for them.

Keywords: timing relationships, dissipation, linear automation system.

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение времени полной диссипации энергии линейных систем автоматики сельскохозяйственного оборудования – одна из самых насущных проблем. Экономичные линейные системы автоматики (далее ЛСА) привлекательны с точки зрения их эксплуатации и поэтому интерес к таким системам не ослабевает. В настоящей работе уде-

лено внимание методам оценки времени полной диссипации энергии ЛСА и намечены пути увеличения такого времени.

Исследование ведется с использованием хорошо изученных ЛСА, представляющих собой электрические цепи, состоящие из последовательно соединенных между собой элементов. Время полной диссипации энергии ЛСА зависит от номиналов таких элементов и сообщенной им энергии. Все процессы, происходящие со временем полной диссипации энергии ЛСА, указывают на то, что атрибутами времени полной диссипации является энергия ЛСА и масса электронов заряда, сообщенного первоначально емкостному элементу электрической цепи ЛСА.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Дана ЛСА в виде последовательно соединенных резистивного элемента, обладающего сопротивлением R, емкостного элемента, обладающего емкостью C. Емкостный элемент предварительно заряжен до напряжения U_0. (В дальнейшем такая цепь будет называться $R–C–O–U_0$). Источник питания отсутствует.

Также дана ЛСА в виде последовательно соединенных резистивного элемента, обладающего сопротивлением R, емкостного элемента, обладающего емкостью C, и индуктивного элемента, обладающего индуктивностью L. Емкостный элемент предварительно заряжен до напряжения U_0. Источник питания отсутствует. (В дальнейшем такая цепь будет называться $R–C–L–O–U_0$).

Введены следующие допущения:

1. Все элементы обеих цепей сосредоточенные.
2. Все элементы обеих цепей линейны.

Необходимо:

1. Предложить методы увеличения времени полной диссипации энергии в исследуемых цепях.
2. Предложить методы оценки длительности времени полной диссипации энергии в исследуемых цепях.

2. ПУТИ РЕШЕНИЯ

Существует метод увеличения времени полной диссипации энергии в исследуемой цепи, основанный на использовании источника питания. Однако, автор данной работы выбрал наиболее трудные условия использования цепи: без источника питания, но с предварительно заряженным емкостным элементом до напряжения U_0 [1].

Рассматриваются две цепи: $R–C–O–U_0$ и $R–C–L–O–U_0$. Увеличение времени полной диссипации энергии в цепях реализуется следующим образом.

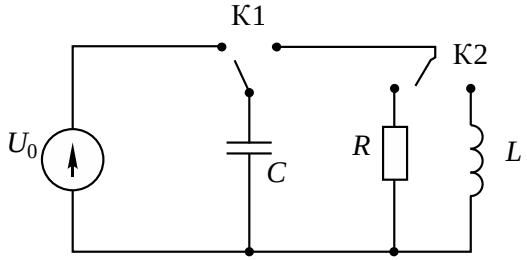


Рис. 1. Цепь вида *R–C–O–U*$_0$ с предварительно заряженным конденсатором до напряжения *U*$_0$ (К1 и К2 – ключ первый и второй)

1. В цепи *R–C–O–U*$_0$ резистивный элемент заменяется на индуктивный. Цепь становится вида *L–C–O–U*$_c$(t_1) в момент замены t_1. Появляются незатухающие колебания. Исследуемый параметр – напряжение на конденсаторе описывается следующим образом:

$$U_c(t_1) = U_0 e^{-\frac{1}{RC}t_1}; \quad U_c(t) = U_c(t_1)\sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t + \frac{\pi}{2}\right).$$

На рисунке 1 изображена цепь такого вида.

2. В цепи *R–C–L–O–U*$_0$ резистивный элемент закорачивается, и цепь становится вида *L–C–O–U*(t_1) в момент времени t_1. Появляются незатухающие колебания:

$$U_c(t_1) = \frac{U_0}{\omega_{\text{св}}\sqrt{LC}} e^{-\frac{0}{2L}t_1} \sin\left(\omega_{\text{св}} t_1 + \frac{\pi}{2}\right), \quad U_c(t) = U_c(t_1)\sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t + \frac{\pi}{2}\right).$$

На рисунке 2 изображена цепь такого вида.

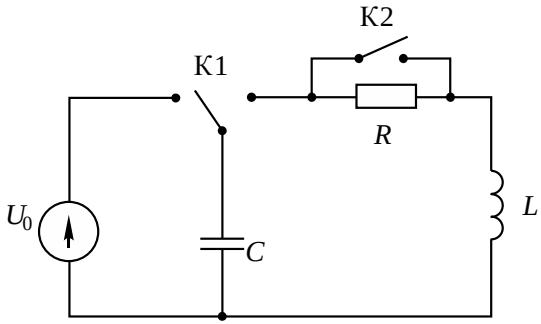


Рис. 2. Цепь вида *R–C–L–O–U*$_0$ с предварительно заряженным конденсатором до напряжения *U*$_0$ (К1 и К2 – ключ первый и второй)

Для R–C–L–O–U_0 пилотной цепи ток $i(t)$ описывается следующим аналитическим выражением:

– апериодический режим:

$$i(t) = \frac{U_0}{L(p_2 - p_1)}\left(e^{p_1 t} - e^{p_2 t}\right);$$

– критический апериодический режим:

$$i(t) = -\frac{U_0}{L} t e^{pt};$$

– колебательный режим:

$$i(t) = \frac{U_0}{\omega_{\text{св}} L} e^{-\delta t} \sin\left(\omega_{\text{св}} t + \pi\right).$$

Такая система уравнений может быть решена с помощью пакета Mathcad относительно $T_{\text{дис}}$.

Здесь $p_{1,\,2}$ – корни характеристического уравнения; $\omega_{\text{св}}$ – угловая частота собственных затухающих или свободных колебаний контура; δ – декремент затухания.

Необходимо отметить, что характер свободного режима в цепи R–C–L–O–U_0 задается путем подбора параметров элементов цепи. Если $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, то это апериодический режим. Если $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, то это критический апериодический режим. Если $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, то это колебательный режим.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Автор данной работы предложил способы хранения энергии в цепях R–C–O–U_0 и R–C–L–O–U_0, основанные на реконфигурации цепей. При этом текущий режим цепи преобразуется в незатухающий колебательный, а цепь принимает вид L–C–O–$U_c(t_1)$.

ВЫВОДЫ

Предложенные методы хранения энергии и увеличения времени полной диссипации энергии в исследуемых цепях, основанные на исключении диссипации, могут быть использованы в дополнение к уже существующим методам энергосбережения сельскохозяйственного оборудования.

Предложен новый метод оценки длительности времени полной диссипации энергии в исследуемых цепях на основе закона сохранения энергии. Этот метод также может быть применен в дополнение к уже существующим классическим методам.

Список использованных источников

1. Веселовский, О. Н. Основы электротехники и электротехнические устройства радиоприемной аппаратуры : учебник / О. Н. Веселовский, Л. М. Браславский. – М. : Высшая школа, 1977. – 312 с.

2. Зернов, Н. В. Теория радиотехнических цепей. Изд. 2-е, перераб. и доп. / Н. В. Зернов, В. Г. Карпов. – Л. : Энергия, Ленинградское отделение, 1972. – 816 с.

References

1. Veselovskiy, O. N. Osnovy elektrotekhniki i elektrotekhnicheskiye ustroystva radiopriyemnoy apparatury : uchebnik / O. N. Veselovskiy, L. M. Braslavskiy. – M. : Vysshaya shkola, 1977. – 312 s.

2. Zernov, N. V. Teoriya radiotekhnicheskikh tsepey. Izd. 2-e, pererab. i dop. / N. V. Zernov, V. G. Karpov. – L. : Energiya, Leningradskoye otdeleniye, 1972. – 816 s.

УДК 681.5

Ж. А. Зарандия, Д. Н. Земской
(Кафедра «Электроэнергетика»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: zarandiya.zha@gmail.com, zemskoydeyvid@gmail.com)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Рассмотрена возможность повышения эффективности и устойчивости развития АПК путем кардинальных изменений качества управления как технологическими процессами, так и процессами принятия решений с помощью БПЛА.

Ключевые слова: цифровая трансформация, БПЛА, обработка данных в режиме реального времени.

Zh. A. Zarandia, D. N. Zemskoy
(Department of Electric Power Engineering,
TSTU, Tambov, Russia)

THE USE OF UAVS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The paper considers the possibility of improving the efficiency and sustainability of AIC development through radical changes in the quality of management of both technological processes and decision-making processes using UAV.

Key words: digital transformation, UAV, real-time data processing.

Агропромышленный комплекс России неотложно нуждается в отечественных инновационных решениях и полноценной инфраструктуре, которые обеспечат увеличение объемов продукции и достижение глобальной цели укрепления продовольственной безопасности страны, а также возможность увеличить экспорт сельскохозяйственной продукции в страны-партнеры.

Цифровизация сельского хозяйства необходима для повышения эффективности и устойчивости его функционирования путем кардинальных изменений качества управления как технологическими процессами, так и процессами принятия решений на всех уровнях иерархии, базирующихся на современных способах производства, и дальнейшего использования информации о состоянии и прогнозировании возможных изменений управляемых элементов и подсистем, а также экономических условий в сельском хозяйстве.

Одной из технологий, позволяющей осуществить переход к цифровой трансформации земледелия, является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Существует огромный потенциал для применения БПЛА в сельском хозяйстве. Одним из таких применений является точное и обоснованное прогнозирование сельскохозяйственной продукции с использованием пространственных данных, собранных БПЛА. БПЛА также позволяют фермерам наблюдать за своими полями с неба. Такой вид наблюдения может выявить множество проблем на ферме, среди которых распространенными являются проблемы, связанные с орошением, колебания почвы, заражение грибками и вредителями. Дополнительная информация, касающаяся доступа к воде, изменения климата, ветра, качества почвы, наличия сорняков и насекомых, переменчивых сезонов выращивания и т.д., может отслеживаться с помощью БПЛА. С точки зрения животноводства, БПЛА используются для подсчета голов, мониторинга животных, а также изучения привычек питания и состояния здоровья. Используя собранную информацию, фермеры могут быстро и эффективно решать обнаруженные проблемы и вопросы, принимать более эффективные управленческие решения, повышать производительность фермы и, в конечном итоге, получать более высокую прибыль.

БПЛА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ/СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Технология БПЛА может обеспечить высокотехнологичное обновление сельскохозяйственной отрасли, в которой планирование и стратегия будут основаны на сборе и обработке данных в режиме реального времени. Применение технологии БПЛА в сельском хозяйстве становится все более необходимым в связи с ростом численности населения планеты и обусловленным этим давлением на потребление сельскохозяйственной продукции. Постоянно растущее международное население не пропорционально росту урожая, поэтому растет озабоченность по поводу устойчивости продовольствия. Стремясь решить эту проблему, фермеры по всему миру вынуждены адаптировать современные и автоматизированные решения, чтобы не отставать от сельскохозяйственных потребностей населения планеты, которое находится в постоянном движении. БПЛА – одна из таких технологий, которая может помочь повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Области применения БПЛА:

- анализ почвы и полей;
- посадка;
- опрыскивание посевов и точечное опрыскивание;
- мониторинг посевов;
- ирригация.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА

К преимуществам БПЛА можно отнести следующее:

– передвижение по воздуху;

– возможность съемки в ночное время или при ограниченной видимости;

– экономия времени и трудозатрат;

– аэрофотосъемка и визуализация.

К недостаткам использования БПЛА относятся:

– стоимость;

– вопросы лицензирования и регулирования;

– технические проблемы;

– этика и конфиденциальность.

Несмотря на описанные выше недостатки, применение БПЛА является одним из перспективных направлений для цифровизации АПК.

Список использованных источников

1. ИТ в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс]. – URL : https://www.tadviser.ru/a/355086 (дата обращения: 15.07.2020).

2. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Ю. Н. Зубарев, Д. С. Фомин, А. Н. Чащин, М. В. Заболотнова // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2019. – № 2. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzo vanie bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-selskom-hozyai-stve.

Reference

1. IT in the agro-industrial complex of Russia [Electronic resource]. – URL : https://www.tadviser.ru/a/355086 (date of access: 07/15/2020).

2. The use of unmanned aerial vehicles in agriculture / Yu. N. Zubarev, D. S. Fomin, A. N. Chashchin, M. V. Zabolotnova // Bulletin of the Perm Federal Research Center. – 2019. – No. 2. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-selskomhozyai-stve.

УДК 532.137:53.082.36

А. П. Савенков, В. А. Сычев
(Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: savencow@yandex.ru, flyholand@mail.ru)

БЕСКОНТАКТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВЯЗКОСТИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. Представлено описание конструкции и принципа работы бесконтактного устройства для измерений вязкости жидкостей с цифровым блоком управления. В основу работы устройства положена деформация поверхности контролируемой жидкости струей газа. Указаны процессы переработки продукции агропромышленного комплекса, в которых целесообразно использовать разработанное устройство с цифровым блоком управления.

Ключевые слова: бесконтактный метод измерений, вязкость, газ, жидкость, поверхность, струя.

A. P. Savenkov, V. A. Sychev
(Department of Mechatronics and Technological Measurements,
TSTU, Tambov, Russia)

NON-CONTACT VISCOSITY MEASUREMENTS IN THE FOOD INDUSTRY

Abstract. A description of the design and principle of operation of the non-contact device for liquid viscosity measurements with the digital control unit is given. The tested liquid surface deformation is taken as a basis for the device operation. The manufacturing processes of the agricultural sector production are indicated for reasonable applying the designed device with the digital control unit.

Keywords: gas, jet, liquid, non-contact measurement method, viscosity, surface.

В пищевой промышленности вязкость жидких веществ часто определяется их составом. В связи с этим вязкость является показателем качества готового продукта. Примером такого продукта может служить кефир, йогурт и любая другая кисломолочная продукция [1]. Это объясняется тем, что вязкость кисломолочных продуктов зависит от концентрации микроорганизмов. Для различных образцов культурных жидкостей известны зависимости, связывающие вязкость, содержание сухого вещества и pH [2].

Знание вязкости растительных масел необходимо для проектирования и разработки оборудования и процессов, связанных с теплопро-

водностью, например, систем охлаждения, термической обработки и хранения пищевых продуктов [3]. Вязкость является важнейшим показателем качества теста и оказывает влияние на качество изделий из него [4]. Для получения стабильной структуры крахмала в него добавляют некрахмальные полисахариды (камедь) и контролируют вязкость смеси [5].

Использование традиционных контактных методов для контроля вязких жидкостей сопряжено с большими затратами времени на заполнение измерительных емкостей, удаление газовых пузырьков и очистку измерительных преобразователей и принадлежностей. Анализ эффектов взаимодействия струи газа с поверхностью жидкости позволил разработать аэрогидродинамический бесконтактный метод измерений вязкости, обеспечивающий упрощение и повышение оперативности контроля вязких жидкостей [6].

Основные элементы измерительного устройства, струйную трубку (СТ) с отверстием истечения (ОИ) газовой струи и лазерный триангуляционный детектор (ТД) располагают на заданном расстоянии (H) над поверхностью контролируемой жидкости (рис. 1). СТ и ТД закреплены на планке, вертикальное перемещение которой осуществляется при помощи привода (П) [6].

Для начала измерительного процесса в момент времени t_0 на вход СТ подают сжатый газ под давлением (P). При истечении газа из ОИ формируется струя газа, деформирующая поверхность жидкости с образованием углубления и волны. С течением времени углубление и

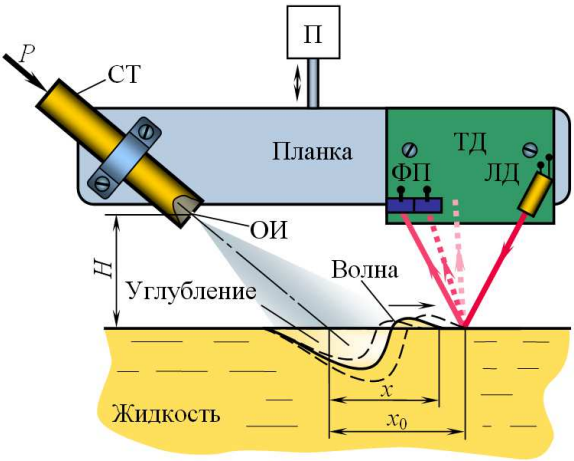


Рис. 1. Схема бесконтактного аэрогидродинамического устройства для измерений вязкости жидкостей

волна перемещаются по поверхности жидкости в направлении действия газовой струи на расстояние x. Скорость движения зависит от вязкости η контролируемой жидкости.

При достижении волной заданного перемещения x_0 в момент времени (t_1) луч лазерного диода (ЛД), отраженный от поверхности жидкости, меняет направление своего распространения, уходит с поверхности дифференциального фотоприемника (ФП), и на выходе ТД формируется соответствующий сигнал. Действие газовой струи прекращают, а о вязкости η судят по интервалу времени $\Delta t = t_1 - t_0$ [6].

Управление работой устройства осуществляется в автоматизированном режиме при помощи цифрового блока [6]. По результатам экспериментальных исследований устройства установлено, что относительная погрешность измерений вязкости в диапазоне от 1 до 100 Па·с составляет не более 1,1%.

Список использованных источников

1. Skriver, A. Relation between sensory texture analysis and rheological properties of stirred yogurt / A. Skriver, J. Holstborg, K. B. Qvist // Journal of Dairy Research. – 1999. – Vol. 66, No. 4. – Pp. 609 – 618.
2. Карпов, А. М. Теплофизические и физико-химические характеристики продуктов микробиологического синтеза: справочник / А. М. Карпов, А. В. Саруханов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 224 с.
3. Brock, J. Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais / J. Brock, M. R. Nogueira, C. Zakrzevski, F. de C. Corazza, M. L. Corazza, J. V. de Oliveira // Ciência e Tecnologia de Alimentos. – 2008. – Vol. 28, No. 3. – Pp. 564 – 570. – DOI: 10.1590/S0101-20612008000300010
4. Дорохович, В. В. Използвайки технология малтитовите бисквити полуфиналите / В. В. Дорохович, А. Г. Абрамова // Научни трудове на Университет по хранителни технологии. – Пловдив, 2014. – Т. 61. – С. 59 – 62.
5. Alamri, M. S. Effect of okra gum on the pasting, thermal, and viscous properties of rice and sorghum starches / M. S. Alamri, A. M. Abdellatif, H. Shahzad // Carbohydrate Polymers. – 2012. – Vol. 89, No. 1. – Pp. 199 – 207. – DOI: 10.1016/j.carbpol.2012.02.071
6. Савенков, А. П. Бесконтактное пневмоэлектрическое устройство для измерений вязкости жидкостей / А. П. Савенков, М. М. Мордасов, В. А. Сычев // Измерительная техника. – 2020. – № 9. – С. 43 – 49. – DOI: 10.32446/0368-1025it.2020-9-43-49

References

1. Skriver, A. Relation between sensory texture analysis and rheological properties of stirred yogurt / A. Skriver, J. Holstborg, K. B. Qvist // Journal of Dairy Research. – 1999. – Vol. 66, No. 4. – Pp. 609 – 618.

2. Karpov, A. M. Thermophysical and physicochemical characteristics of microbiological synthesis products (guide) / A. M. Karpov, A. B. Sarukhanov. – Moscow : Agropromizdat, 1987. – 224 p.

3. Brock, J. Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais / J. Brock, M. R. Nogueira, C. Zakrzevski, F. de C. Corazza, M. L. Corazza, J. V. de Oliveira // Ciência e Tecnologia de Alimentos. – 2008. – Vol. 28, No. 3. – Pp. 564 – 570. – DOI: 10.1590/S0101-20612008000300010

4. Dorokhovich, V. V. The use of the semi-final maltitol biscuits technology / V. V. Dorokhovich, A. G. Abramova // Proceedings of the Food Technology University. – Plovdiv, 2014. – Vol. 61. – Pp. 59 – 62.

5. Alamri, M. S. Effect of okra gum on the pasting, thermal, and viscous properties of rice and sorghum starches / M. S. Alamri, A. M. Abdellatif, H. Shahzad // Carbohydrate Polymers. – 2012. – Vol. 89, No. 1. – Pp. 199 – 207. – DOI: 10.1016/j.carbpol.2012.02.071

6. Savenkov, A. P. Contactless pneumoelectric fluid viscosity measurement device / A. P. Savenkov, M. M. Mordasov, V. A. Sychev // Measurement Techniques. – 2020. – Vol. 63, No. 9. – Pp. 722 – 728. – DOI: 10.1007/s11018-021-01845-0

УДК 004.93'1

В. А. Юдаев, П. В. Балабанов, А. С. Егоров
(Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: pav-balabanov@yandex.ru, pt-arta@yandex.ru,
egorov.andrey@list.ru)

ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ЯБЛОК С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрен способ обнаружения дефектов яблок на конвейере с использованием гиперспектральной камеры. Проведено исследование для установления зависимостей между значениями спектрограммы на определенных длинах волн с целью классификации ткани яблока.

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

V. A. Yudaev, P. V. Balabanov, A. S. Egorov
(Department of Mechatronics and Technological Measurements,
TSTU, Tambov, Russia)

DETECTION OF DEFECTS IN APPLES USING VISION AIDS

Abstract. The article considers a method for detecting an apple on a conveyor using a hyperspectral camera. A study was conducted to establish the relationship between the values of the spectrogram at certain wavelengths in order to classify apple tissue.

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

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].

Целью данной работы является определение дефектной и здоровой ткани яблока с помощью гиперспектрального анализа.

Для данного исследования необходимо получить спектрограммы (зависимости интенсивности отражения R от длины волны излучения) для участков поверхности яблока, поврежденных гнилью, плодожоркой, паршой, а также неповрежденных участков яблока и области конвейера [2, 3]. Сенсор камеры Specim FX10, применяемой для получения спектрограмм, включает 1024 чувствительных элемента, расположенных в линию. Фокус камеры настроен таким образом, что весь набор чувствительных элементов по ширине соответствует ширине кон-

вейера. Каждая спектрограмма показывала среднюю интенсивность отражения от отрезка области измерения шириной 2 мм [4]. Поэтому только часть спектрограмм содержит нужную нам информацию, поскольку соответствует региону интереса [5]. Для определения информативных спектрограмм, соответствующих области интереса, проанализированы зависимости получаемых данных различных участков сканируемой поверхности различных объектов интереса на длине волны 750 нм. В результате проведенных экспериментов было установлено, что данные, получаемые с гиперспектральной камеры, 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 не могут однозначно указывать на наличие дефекта, поскольку аналогичным образом проявляет себя область яблока, содержащая плодоножку.

Из проделанной работы можно сделать вывод, что определение здоровой ткани от дефектной возможно, но требуются дополнительные исследования для более точной классификации ткани яблока.

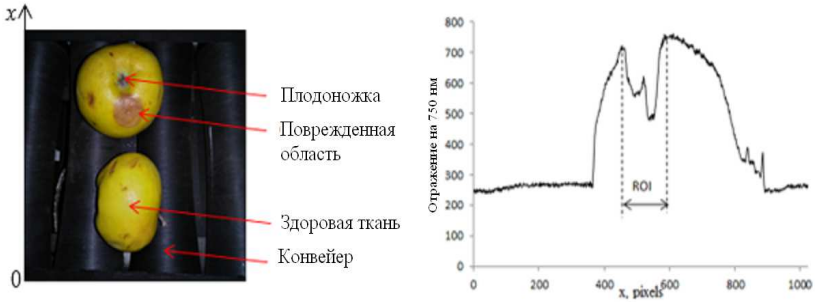


Рис. 1. Область интереса на яблоке и спектры отражения при 750 нм

Список использованных источников

1. Li, J. B. Early detection of decay on apples using hyperspectral reflectance imaging combining both principal component analysis and improved watershed segmentation method / J. B. Li, W. Luo, Z. Wang, S. Fan // Postharvest Biology and Technology. – 2019. – No. 149. – Pp. 235 – 246.

2. Development of a multispectral imaging system for online detection of bruises on apples / W. Q. Huang, J. B. Li, Q. Y. Wang, L. P. Chen // Food Eng. – 2015. – № 145. – Pp. 62 – 71.

3. Detection of early bruises in apples using Hyperspectral data and thermal imaging / P. Baranowski, W. Mazurek, J. Wozniak, J. Wozniak, U. Majewska // Food Eng. – 2012. – No. 110(3). – Pp. 345 – 355.

4. Merzlyak, M. N. Reflectance spectral features and non-destructive estimation of chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content in apple fruit / M. N. Merzlyak, A. E. Solovchenko, A. A. Gitelson // Postharvest Biology and Technology. – 2003. – No. 27(2). – Pp. 197 – 211.

5. Merzlyak, M. N. Reflectance spectral features and non-destructive estimation of chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content in apple fruit / M. N. Merzlyak, A. E. Solovchenko, A. A. Gitelson // Postharvest Biology and Technology. – 2003. – No. 27(2). – Pp. 197 – 211.

References

1. Li, J. B. Early detection of decay on apples using hyperspectral reflectance imaging combining both principal component analysis and improved watershed segmentation method / J. B. Li, W. Luo, Z. Wang, S. Fan // Postharvest Biology and Technology. – 2019. – No. 149. – Pp. 235 – 246.

2. Development of a multispectral imaging system for online detection of bruises on apples / W. Q. Huang, J. B. Li, Q. Y. Wang, L. P. Chen // Food Eng. – 2015. – № 145. – Pp. 62 – 71.

3. Detection of early bruises in apples using Hyperspectral data and thermal imaging / P. Baranowski, W. Mazurek, J. Wozniak, J. Wozniak, U. Majewska // Food Eng. – 2012. – No. 110(3). – Pp. 345 – 355.

4. Merzlyak, M. N. Reflectance spectral features and non-destructive estimation of chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content in apple fruit / M. N. Merzlyak, A. E. Solovchenko, A. A. Gitelson // Postharvest Biology and Technology. – 2003. – No. 27(2). – Pp. 197 – 211.

5. Merzlyak, M. N. Reflectance spectral features and non-destructive estimation of chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content in apple fruit / M. N. Merzlyak, A. E. Solovchenko, A. A. Gitelson // Postharvest Biology and Technology. – 2003. – No. 27(2). – Pp. 197 – 211.

УДК 004.931

В. А. Юдаев, П. В. Балабанов, А. С. Егоров
(Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: pav-balabanov@yandex.ru, pt-arta@yandex.ru,
egorov.andrey@list.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ КАСКАДА ХААРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЯБЛОК НА КОНВЕЙЕРЕ

Аннотация. Рассмотрен способ обнаружения дефектов яблок на конвейере с использованием видеокамеры. Проведен статистический анализ данных ошибок распознавания данных с целью установления оптимальных параметров системы распознавания.

Ключевые слова: техническое зрение, каскад Хаара, автоматизация сортировки яблок.

V. A. Yudaev, P. V. Balabanov, A. S. Egorov
(Department of Mechatronics and Technological Measurements,
TSTU, Tambov, Russia)

APPLICATION OF THE HAAR CASCADE TO DETECT APPLES ON THE CONVEYOR

Abstract. The article considers a method for detecting an apple on a conveyor using a video camera. A statistical analysis of the data of data recognition errors was carried out in order to establish the optimal parameters of the recognition system.

Keywords: technical vision, Haar cascade, apple sorting automation.

Передовые разработки в области IT-технологий, в частности нейронные сети, информационно-измерительные системы, робототехника, постепенно находят практическое применение в сельском хозяйстве. Для продления сроков хранения плодоовощной продукции, при поставке ее потребителю необходимо осуществлять контроль качества, в частности выявлять загнившие, подмороженные, увядшие, поврежденные сельхозвредителями плоды. Результаты разработки методов и средств контроля качества сельскохозяйственной продукции широко представлены в научных статьях и публикациях. В частности, в работе [1] приведен обзор методов обработки изображений, включающих их сегментацию для поиска дефектов продукции с использованием систем технического зрения. В работе [2] описан метод обнаружения гнили на цитрусовых, заключающийся в измерении отклика объекта контроля на воздействие излучением от лазера.

В основе программного обеспечения для обнаружения объектов контроля лежат алгоритмы Виолы-Джонса. Поиск объекта контроля на изображении, получаемом с гиперспектральной камеры, осуществляется методом сканирования изображения окном размером 27×31 px. Для получения наименьшей ошибки распознавания указанный размер масштабировался коэффициентом K в диапазоне от 5 до 15.

Каскад представляет 12 слоев, на каждом из которых расположен сильный классификатор, предусматривающий комбинирование множества Хаар-признаков (слабых классификаторов) на каждом слое. При этом число слабых классификаторов на каждом последующем слое увеличивается. На каждом из слоев классификатора осуществляется проверка соответствия анализируемой части изображения искомому объекту. Если на одном из слоев результат обнаружения отрицателен (равен 0), то обнаружение прекращается и сканирующее окно перемещается на следующую область. Если результат равен единице, то изображение внутри сканирующего окна будет считаться объектом.

Для реализации алгоритма распознавания и определения координат дефектных объектов был обучен каскад. В качестве данных для обучения использовали 900 изображений клубней картофеля и яблок (положительных изображений), а также 1200 изображений рабочей зоны конвейера без объектов контроля (отрицательных изображений). Указанные изображения были получены с камеры Basler, размещенной на расстоянии 400 мм от поверхности конвейера, имели разрешение 1920×1080 px, для освещения использовалась светодиодная лампа со световым потоком 800 Лм.

Программное обеспечение распознавания разработано с использованием языка программирования Python. Настраиваемыми параметрами модуля являются: коэффициент K масштабирования окна обнаружения объекта; параметр minNeighbors, определяющий минимальное количество признаков, по которым анализируемая область изображения классифицируется как искомый объект. Точность распознавания объектов контроля зависит от значений указанных параметров, поэтому для определения их оптимальных значений задавались значениями K в диапазоне 5…15 и minNeighbors из ряда 1, 5, 10, 15, 20 и получали статистические данные об ошибках при распознавании объектов (рис. 1). Ошибками считали ложные срабатывания системы, например, дефектный объект не был обнаружен или объект, не содержащий дефекта, определялся как дефектный.

В результате проведения статистического исследования были определены рекомендуемые параметры системы распознавания:

$$K = 10\ldots12, \quad \text{minNeighbors} = 10\ldots20.$$

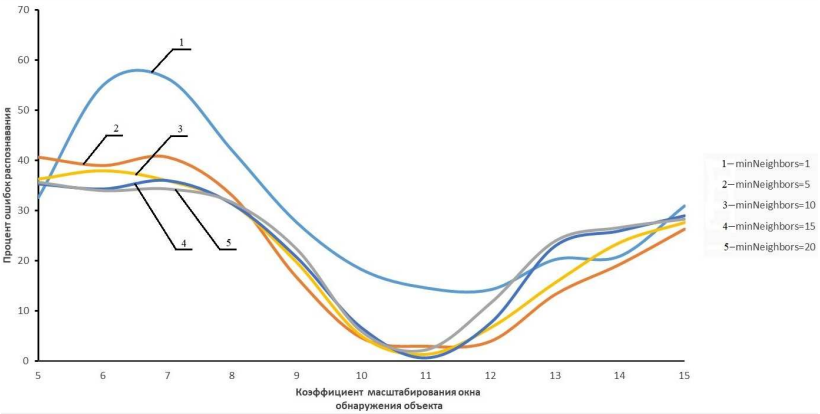


Рис. 1. Статистика ошибок распознавания объектов контроля

Список использованных источников

1. Archana B. Patankar. Application of Computer Vision in Agriculture / Archana B. Patankar, Priya A. Tayade // International Journal of Electronics and Computer Science Engineering. – 2015. – No. 4(3). – Pp. 238 – 244.

2. Lorente, D. Laser-light backscattering imaging for early decay detection in citrus fruit using both a statistical and a physical model / D. Lorente, M. Zude, C. Idler, J. Gómez-Sanchis, J. Blasco // Journal of Food Engineering. – 2015. – No. 154. – Pp. 76 – 85.

References

1. Archana B. Patankar. Application of Computer Vision in Agriculture / Archana B. Patankar, Priya A. Tayade // International Journal of Electronics and Computer Science Engineering. – 2015. – No. 4(3). – Pp. 238 – 244.

2. Lorente, D. Laser-light backscattering imaging for early decay detection in citrus fruit using both a statistical and a physical model / D. Lorente, M. Zude, C. Idler, J. Gómez-Sanchis, J. Blasco // Journal of Food Engineering. – 2015. – No. 154. – Pp. 76 – 85.

УДК 004.05

И. А. Мамедова, Р. И. Мамедов, В. А. Немтинов
(Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: mamedovainna071@gmail.com)

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ СЕТЕЙ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ

Аннотация. Решена задача информационной поддержки принятия решений при обслуживании и ремонте оборудования тепловых пунктов сетей сельских поселений. Выполнена апробация ее решения на примере теплового пункта на территории поселка Строитель Тамбовского района Тамбовской области.

Ключевые слова: информационная поддержка принятия решений, ремонт оборудования, неисправности на тепловом пункте, способы устранения неполадок.

I. A. Mamedova, R. I. Mamedov, V. A. Nemtinov
(Department "Computer-integrated systems in mechanical
engineering", TSTU, Tambov, Russia)

INFORMATION SUPPORT FOR DECISION-MAKING IN THE MAINTENANCE AND REPAIR OF EQUIPMENT OF HEAT POINTS OF NETWORKS OF RURAL SETTLEMENTS

Abstract. The paper solves the problem of information support for decision-making in the maintenance and repair of equipment of heating points of rural settlement networks. The approbation of its solution was carried out on the example of a thermal point on the territory of the village of Builder, Tambov district of the Tambov region.

Keywords: information support for decision-making, equipment repair, malfunctions at the heating point, troubleshooting methods.

Вопросы устранения неисправностей на тепловых сетях муниципальных образований являются актуальными и будут актуальны на протяжении многих лет. В большей части городов и поселков РФ на сегодняшний день горячее водоснабжение потребителей производится по открытой схеме. Существование такой схемы имеет следующие недостатки:

– повышенные расходы тепла на отопление и ГВС;

– высокие удельные расходы топлива и электроэнергии на производство тепла;

– повышенные затраты на эксплуатацию котельных и тепловых сетей;

– не обеспечивается качественное теплоснабжение потребителей из-за больших потерь тепла и количества повреждений на тепловых сетях;

– повышенные затраты на химическую водоподготовку [1].

Одним из способов решения данной проблемы является перевод систем распределения тепловой энергии с использованием закрытых схем в соответствии с СП 41-101–95. При закрытой схеме теплоснабжения приготовление горячей воды происходит в тепловых пунктах, в которые поступает очищенная холодная вода и теплоноситель. В теплообменнике холодная вода, проходя вдоль трубок теплоносителя, нагревается. Таким образом, не происходит подмешивания холодной воды в теплоноситель, и горячая вода в такой системе представляет собой подогретую холодную воду, идущую к потребителю. В случае возникновения сбоев в работе теплового пункта следует придерживаться рекомендаций, изложенных в настоящем техническом паспорте и в инструкциях и руководствах по эксплуатации входящего в состав теплового пункта оборудования [2 – 4].

Для поиска оптимального варианта устранения неисправности авторами разработана информационно-логическая модель поддержки принятия решения, включающая в себя множество продукционных правил. В качестве примера приведем ряд правил, с помощью которых можно сформировать перечень мероприятий при проведении ремонта технологического оборудования тепловых пунктов сетей сельских поселений. Продукционные правила, входящие в состав модели, построены по типу: если … (условия выполняются), то … (реализация следствия) [5 – 7]. В настоящее время база содержит более 80 правил. Правила собраны экспертами и авторами в процессе контактов с операторами-наладчиками тепловых сетей:

– *если* «недостаточная теплоотдача» = «отложение накипи в теплообменнике», *то* «теплообменник» = «промыть или прочистить теплообменник»;

– *если* «недостаточная теплоотдача» = «недостаточный расход пара», *то* «фильтр-грязевик» = «очистить фильтр-грязевик»;

– *если* «недостаточная теплоотдача» = «гидравлическое сопротивление выше проектного», *то* «насос» = «заменить»;

– *если* «недостаточная теплоотдача» = «отложение накипи в теплообменнике», *то* «теплообменник» = «промыть или прочистить»;

– *если* «недостаточная теплоотдача» = «теплопотребление (расход воды) систем выше проектного», *то* «теплообменник» = «установить новые теплообменники»;

– *если* «насос» = «не работает или работает некорректно», *то* «подача электричества» = «устранить некорректность подачи электричества»;

– *если* «резервный насос» – «не работает или работает некорректно», *то* = «управляющие датчики» = «проверить настройки управляющих датчиков»;

– *если* «резервный насос» – «не работает или работает некорректно» и «система ввода резерва» = «неправильно настроена», *то* «система ввода резерва» = «проверить настройки системы»;

– *если* «насос» = «не создается давление на нагнетательном патрубке работающего насоса» *или* «насос» = «вращается в обратную сторону», *то* = «фазовые провода» = «неправильно подключены и подключить правильно»;

– *если* «насос» = «не создается давление на нагнетательном патрубке работающего насоса» *или* «насос» = «вращается в обратную сторону», *то* = «насос» = «несправен, при необходимости заменить»;

…

В результате реализации модели поддержки принятия решений по выбору оптимального варианта мероприятий по ремонту технологического оборудования тепловых пунктов сетей муниципальных образований осуществляется формирование множества мероприятий, обладающих разной эффективностью. В настоящее время размерность множества сформированных мероприятий не превышает 100, поэтому поиск оптимального варианта осуществляется методом полного их перебора.

Авторами разработан программный комплекс, реализующий решение задачи, и апробирован при проведении технического ремонта теплового пункта на территории поселка Строитель Тамбовского района Тамбовской области.

Список использованных источников

1. Нехаев, Г. А. Неисправности на теплопунктах / Г. А. Нехаев. – М. : Изд-во АСВ, 2017. – 216 с.

2. Пахомов, П. И. Технология поддержки принятия решений по управлению инженерными коммуникациями / П. И. Пахомов, В. А. Немтинов. – М., 2009. – 123 с.

3. Рыбина, Г. В. Применение интеллектуального анализа данных для построения баз знаний интегрированных экспертных систем / Г. В. Рыбина // Авиа-космическое приборостроение. – 2012. – № 11. – С. 36 – 53.

4. Пахомов, П. И. Геоинформационная модель территории для поддержки принятия решений по управлению объектами коммунальных систем / П. И. Пахомов, В. А. Немтинов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2009. – Т. 15, № 1. – С. 199 – 207.

5. Васильев, А. Н. Информационно-логическая модель поддержки принятия решений при управлении вторичными водными ресурсами промышленного узла / А. Н. Васильев, В. А. Немтинов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2011. – № 2(33). – С. 112 – 117.

6. 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. – DOI: 10.17277/vestnik.2017.03.pp.364-373

7. Мокрозуб, В. Г. Информационно-логические модели технических объектов и их представление в информационных системах / В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, С. Я. Егоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 3. – С. 68 – 73

References

1. Nekhaev, G. A. Malfunctions at heat points / G. A. Nekhaev. – M. : Publishing House of the DIA, 2017. – 216 p.

2. Pakhomov, P. I. Technology of decision support for engineering communications management / P. I. Pakhomov, V. A. Nemtinov. – M., 2009. – 123 p.

3. Rybina, G. V. Application of data mining for building knowledge bases of integrated expert systems / G. V. Rybina // Aerospace instrumentation. – 2012. – No. 11. – Pp. 36 – 53.

4. Pakhomov, P. I. Geoinformation model of the territory to support decision-making on the management of public utilities / P. I. Pakhomov, V. A. Nemtinov // Bulletin of the Tambov State Technical University. – 2009. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 199 – 207.

5. Vasiliev, A. N. Information and logical model of decision support in the management of secondary water resources of an industrial node / A. N. Vasiliev, V. A. Nemtinov // Issues of modern science and practice. V. I. Vernadsky University. – 2011. – № 2(33). – Pp. 112 – 117.

6. Mokrozub, V. G. System analysis of decision-making processes in the development of technological equipment / V. G. Mokrozub, E. N. Malygin, S. V. Karpushkin // Vestn. Tambov State Technical University. un-ta. – 2017. – Vol. 23, No. 3. – Pp. 364 – 373. – DOI: 10.17277/vestnik.2017.03.pp.364-373

7. Mokrozub, V. G. Information-logical models of technical objects and their representation in information systems / V. G. Mokrozub, V.A. Nemtinov, S. Ya. Egorov // Information technologies in design and production. – 2010. – No. 3. – Pp. 68 – 73.

УДК 004

Д. А. Ищенко, В. А. Немтинов
(Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: nemtinov@mail.tstu.ru)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ НАЛАДКЕ И ОБСЛУЖИВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. Поставлена и решена задача оптимального выбора мероприятий при проведении технического обслуживания и ремонта оборудования, используемого в пищевой промышленности. Рассмотрены вопросы построения информационно-логической модели поддержки принятия решений при проведении ремонта, позволяющей в зависимости от текущего состояния узлов оборудования пищевой промышленности найти оптимальный вариант проведения технического обслуживания и наладки оборудования. Разработан программный комплекс, реализующий решение поставленной задачи, и апробирован при проведении технического обслуживания и ремонта оборудования, используемого в пищевой промышленности.

Ключевые слова: оборудование пищевой промышленности, информационное обеспечение, наладка и обслуживание технологического оборудования.

D. A. Ishchenko, V. A. Nemtinov
(Department “Computer-integrated systems in mechanical
engineering”, TSTU, Tambov, Russia)

INFORMATION SUPPORT OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE ADJUSTMENT AND MAINTENANCE OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR FOOD PRODUCTION

Abstract. The article sets and solves the problem of optimal choice of measures during maintenance and repair of equipment used in the food industry. The issues of constructing an information-logical model of decision support during repairs, which allows, depending on the current state of the food industry equipment units, to find the optimal variant of maintenance and equipment adjustment. A software package has been developed that implements the solution of the task, and has been tested during maintenance and repair of equipment used in the food industry.

Keywords: food industry equipment, information support, adjustment and maintenance of technological equipment.

Хлебопекарная промышленность – одна из основополагающих отраслей производства в России. Хлеб – это не только продукт, относящийся к товарам первой необходимости. Традиционно уровень по-

требления хлеба в России является одним из самых высоких в мире. Развитие искусства хлебопечения происходило на протяжении веков, чем и объясняется то многообразие сортов и видов «национального хлеба», которым славится Россия.

Хлебопекарная промышленность России относится к ведущим пищевым отраслям АПК. Производственная база хлебопекарной промышленности Российской Федерации включает в себя около 1500 заводов по производству хлеба и более 5000 мини-пекарен, которые обеспечивают ежегодную выработку примерно 21 млн тонн хлебной продукции, в том числе около 12,7 млн тонн вырабатывается на крупных хлебозаводах [1, 2].

Эффективность использования технологического оборудования перерабатывающей отрасли определяется не только конструктивно-технологическими решениями как условиями ее эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. В связи с этим важное значение имеет повышение качества и надежности выпускаемых машин, уровня технического обслуживания и ремонта, включая организацию и проектирование ремонтно-обслуживающего производства. Однако с ростом балансовой стоимости сельскохозяйственной техники и перерабатывающего оборудования существенно растут и затраты на ее ремонт. Следовательно, встает задача снижения этих затрат за счет: повышения качества надежности изготовления и капитального ремонта машин, предотвращения износов и отказов машин на основе использования методов диагностирования и технического обслуживания непосредственно в местах эксплуатации машин, увеличения производительности труда и ресурсообеспечения при техническом обслуживании и ремонте машин [3, 4].

По мере увеличения наработки машин под действием нагрузок и окружающей среды искажаются формы рабочих поверхностей и изменяются размеры деталей; увеличиваются зазоры в подвижных и снижающих натяги в неподвижных соединениях; нарушается взаимное расположение деталей, что приводит к нарушению зацепления зубчатых передач, возникновению дополнительных нагрузок и вибраций; снижаются упругие и эластичные свойства, намагниченность; откладываются нагар и накипь; появляются усталостные и коррозионные разрушения и т.д. В результате перечисленных процессов отдельные детали и соединения при различных наработках теряют работоспособность [5 – 7].

Постановку задачи оптимального выбора мероприятий при проведении технического обслуживания и ремонта оборудования в зависимости от их текущего состояния представим так: нужно найти такой перечень мероприятий, чтобы при выполнении условий, обеспечи-

вающих нормальный режим функционирования оборудования, оператора, представляющего математическую модель поддержки принятия решения при проведении технического обслуживания и ремонта оборудования, включающую в себя информацию об их деталях и узлах, текущем состоянии, способах устранения неисправностей, критерий оптимальности, представленный в виде суммы относительных потерь критериев, взятых с определенными значениями их важности: ориентировочных затрат на реализацию процессов технического обслуживания и ремонта оборудования, технологичности и безопасности процессов их проведения достигал минимального значения.

Основным элементом системы поддержки принятия решения при проведении технологического обслуживания хлебопекарной печи перед началом и в ходе выполнения технологических операций является информационно-логическая модель (ИЛМ). В общем виде ИЛМ поддержки принятия решений представляет собой объединение множеств данных и связей между ними в виде правил. В свою очередь правила, входящие в модель, построены по типу: *если* … (*условия выполняются*), *то* … (*реализация следствия*).

Правила выбора мероприятий при неисправностях мукопросеивателя ПВГ-600М:

1) *если* «неисправность просеивателя» = «при соединении вилки с розеткой, лампа СЕТЬ не горит», *то* «отсутствует напряжение питания» = «проверьте наличие напряжения в питающей сети»;

2) *если* «неисправность просеивателя» = «при соединении вилки с розеткой, лампа СЕТЬ не горит», *то* «перегорел предохранитель FU3» = «при наличии напряжения проверьте целостность предохранителей, при необходимости замените предохранитель»;

3) *если* «неисправность просеивателя» = «при соединении вилки с розеткой, лампа СЕТЬ не горит», *то* «перегорели предохранители FU1, FU2, FU3 или один из них» = «при наличии напряжения проверьте целостность предохранителей, при необходимости замените предохранитель»;

4) *если* «неисправность просеивателя» = «при соединении вилки с розеткой, лампа СЕТЬ не горит», *то* «сработало тепловое реле КК1» = «включите тепловое реле, повторите включение просеивателя, если тепловое реле опять отключает электропривод, проверьте исправность электродвигателя»;

5) *если* «неисправность просеивателя» = «при нажатии кнопки ПУСК просеиватель не включается», *то* «отсутствует напряжение питания» = «проверьте наличие напряжения в питающей сети»;

6) *если* «неисправность просеивателя» = «при нажатии кнопки

ПУСК просеиватель не включается», *то* «перегорел предохранитель FU3» = «при наличии напряжения проверьте целостность предохранителей, при необходимости замените предохранитель»;

7) *если* «неисправность просеивателя» = «при нажатии кнопки ПУСК просеиватель не включается», *то* «перегорели предохранители FU1, FU2, FU3 или один из них» = «при наличии напряжения проверьте целостность предохранителей, при необходимости замените предохранитель»;

8) *если* «неисправность просеивателя» = «при нажатии кнопки ПУСК просеиватель не включается», *то* «сработало тепловое реле КК1» = «включите тепловое реле, повторите включение просеивателя, если тепловое реле опять отключает электропривод, проверьте исправность электродвигателя»;

9) *если* «неисправность просеивателя» = «низкая производительность просеивателя», *то* «чрезмерно сырая мука» = «применяйте кондиционную муку»;

10) *если* «неисправность просеивателя» = «низкая производительность просеивателя», *то* «засорилось сито» = «очистите сито»;

11) *если* «неисправность просеивателя» = «сорные включения в выходной фракции муки», *то* «повреждение ячеек сита» = «восстановите поврежденные ячейки или замените сито».

Информация о характеристиках мероприятий при проведении технического обслуживания и ремонта мукопросеивателя приведена в табл. 1.

1. Фрагмент базы характеристик мероприятий при проведении технического обслуживания и ремонта мукопросеивателя

Номер правила	Технологичность (баллы от 1 до 10)	Ориентировочная стоимость мероприятия, р.	Безопасность работы (баллы от 1 до 10, где 10 – полная безопасность; 1 – серьезная травма рабочего)
1	9	0	7
2	7	500	7
3	7	1500	7
4	8	0	8
5	9	0	7
6	7	500	7
…	…	…	…

Рис. 1. Вид рабочего окна Web-приложения системы поддержки принятия решений при наладке и обслуживании технологического оборудования производства пищевых продуктов

Для реализации ИЛМ разработано Web-приложение системы поддержки принятия решений при наладке и обслуживании технологического оборудования производства пищевых продуктов. На рисунке 1 приведено рабочее окно программного комплекса.

Список использованных источников

1. Хроменков, В. М. Оборудование хлебопекарного производства : учебник / В. М. Хроменков. – М. : ИРПО ; Изд. центр «Академия», 2000. – 320 с.

2. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2 : учебник / С. Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков и др. ; под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. – М. : Высшая школа, 2001. – 1384 с.

3. Цыганова, Т. Б. Технология и организация производства хлебобулочных изделий / Т. Б. Цыганова, А. Г. Талабан. – М., 2006. – 345 с.

4. Немтинов, К. В. Технология автоматизированного синтеза сложных технологических комплексов / К. В. Немтинов, А. К. Ерусланов, В. А. Немтинов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2014. – № 1. – С. 75 – 83.

5. Analysis of decision-making options in complex technical system design / V. Nemtinov, A. Zazulya, V. Kapustin, Y. Nemtinova // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – No. 1278(1). – Pp. 012018.

6. Мокрозуб, В. Г. Информационно-логические модели технических объектов и их представление в информационных системах / В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, С. Я. Егоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 3. – С. 68 – 73.

7. Информационное обеспечение принятия решений при технологическом обслуживании токарных станков / В. А. Немтинов, В. Ю. Бобылев, Ю. В. Немтинова, А. Б. Борисенко // Вестник Тамбовского государственного технического университета. –2020. –Т. 26, №. 2. – С. 220 – 229.

References

1. Khromenkov, V. M. Bakery production equipment: Studies for the beginning of Prof. education. – M. : IRPO ; Publishing center "Academy", 2000. – 320 p.

2. Machines and apparatuses of food production. In 2 books of Book 2 : Studies for universities / S. T. Antipov, I. T. Kretov, A. N. Ostrikov, etc.; Ed. Acad. RASKHN V. A. Panfilova. – M. : Higher School, 2001. – 1384 p.

3. Tsyganova, T. B. Technology and organization of bakery products production / T. B. Tsyganova, A. G. Talaban. – M., 2006. – 345 p.

4. Nemtinov, K. V. Technology of automated synthesis of complex technological complexes / K. V. Nemtinov, A. K. Yaruslanov, V. A. Nemtinov // Information technologies in design and production. – 2014. – No. 1. – Pp. 75 – 83.

5. Analysis of decision-making options in complex technical system design / V. Nemtinov, A. Zazulya, V. Kapustin, Y. Nemtinova // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – No.1278(1). – Pp. 012018.

6. Mokrozub, V. G. Information-logical models of technical objects and their representation in information systems / V. G. Mokrozub, V. A. Nemtinov, S. Ya. Egorov. – Information technologies in design and production. – 2010. – No. 3. – Pp. 68 – 73.

7. Information support of decision-making during technological maintenance of lathes / V. A. Nemtinov, V. Yu. Bobylev, Yu. V. Nemtinova, A. B. Borisenko // Vestn. Tambov State Technical University. un-ta. – 2020. – Vol. 26, No. 2. – Pp. 220 – 229.

УДК 004.02

М. Ю. Щеглов, В. А. Немтинов
(Кафедра «Компьютерно-интегративные системы
в машиностроении», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОХОДА САДОВОДЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Рассмотрены вопросы актуальности прогнозирования дохода, методы прогнозирования дохода и расхода организации, была разработана система прогнозирования дохода. Для применения метода на практике было использовано программное обеспечение МС Exel.

Ключевые слова: прогнозирование дохода, плодовые культуры, валовый сбор.

M. Yu. Shcheglov, V. A. Nemtinov
(Department of Computer-integration systems in mechanical
engineering, TSTU, Tambov, Russia)

ANALYSIS AND FORECASTING OF THE INCOME OF A HORTICULTURAL ENTERPRISE

Annotation. The article considered the issues of the relevance of income forecasting, methods for forecasting the income and expenses of an organization, a method for forecasting income was developed. To apply the method in practice, the MC Excel software was used.

Keywords: income forecasting, fruit crops, gross harvest.

Главным показателем успешной деятельности компании является ее годовая прибыль. И немаловажно на ранних этапах спрогнозировать этот показатель. Прогнозирование дохода или бюджетирование применяется для оперативного управления финансовой деятельностью организации. Оно позволяет руководителю организации своевременно принимать решения о дальнейшем плане функционирования организации, всех ее бизнес-процессов и затрат.

Организация АО «Дубовое» осуществляет в качестве основных видов деятельности производство, хранение, реализацию сельскохозяйственной продукции и оказание услуг сельскохозяйственным производителям. Установленный капитал 3 957 381 р. Доход за 2021 г. составил 240 млн р., из них чистая прибыль 116 млн р. Число постоянного рабочего персонала составляет: 106 человек. За период с 2012 по 2020 гг. выручка и чистая прибыль компании выросли, что говорит о

правильно выбранной стратегии развития и функционирования компании [1].

На сегодня различают три метода планирования дохода и расхода в организации [2]:

1) ***метод прямого расчета***. Основная идея этого метода состоит в том, что для каждого изделия из ассортимента производится расчет объема реализаций по отпускным ценам. Этот вариант получается наиболее точным для прогнозирования, поскольку он базируется на гарантированном спросе;

2) ***метод вычисления по остаткам***. Он основывается на корректировке суммы от реализаций с помощью определения остатков товара на складах (на входе и выходе). Необходим в ситуациях, когда невозможно использовать точные данные по количествам продаж изделий;

3) ***метод индексирования***. Вначале определяются индексы влияния сезона на сумму реализаций и их соотношение между периодами. Далее среднее значение на каждый период принимается как индекс.

В настоящий момент в организации АО «Дубовое» прогнозирование дохода от реализации яблок производится с приблизительной точностью исходя из данных прошлых лет, визуального сравнения плодоносящих деревьев и площади используемых садов. Такой подход не эффективен в связи с тем, что он недостаточно точный и занимает много рабочего времени.

Для более точного и удобного прогнозирования дохода от реализации плодовых культур был разработан способ расчета этого показателя. Из существующих методов лучше всего подходит метод прямого расчета, т.е. для каждого сорта яблок из ассортимента производится расчет объема реализаций по отпускным ценам. Была разработана формула расчета прогнозированного дохода от продажи яблок:

$$\Delta_1 = S_{1га}(У_{ц/га}k_у);$$

$$\Delta_2 = S_{2га}(У_{ц/га}k_у);$$

$$\ldots$$

$$\Delta_n = S_{nга}(У_{ц/га}k_у);$$

$$Вс = \Delta_1 + \Delta_2 + \ldots \Delta_n;$$

$$Пд = Вс\ Ц,$$

где Δ – валовый сбор *n*-го сорта; $S_{га}$ – площадь, находящаяся под определенным сортом; $У_{ц/га}$ – средняя урожайность центнеров с гектара, равная 100; $k_у$ – коэффициент урожайности (от 0 до 3 с точностью до 0,05); Вс –

общий валовый сбор; Пд – прогнозируемая доходность без учета затрат; Вс – общий валовый сбор; Ц – средняя цена реализации яблок.

Результатом вычислений становится прогнозируемый доход от продажи яблок, без вычета плодов, утраченных в результате природных факторов. Для вычислений необходимо знать площадь садов по каждому сорту, коэффициент урожайности и среднюю цену реализации. Коэффициент урожайности следует определять по проценту отклонений от нормы.

Для выполнения расчетов на практике была выбрана программа MC Excel. Данная программа хорошо подходит для выполнения подобных расчетов, так как она проста в использовании, позволяет автоматизировать расчеты, все данные представлены в удобном формате в виде таблицы (рис. 1).

В результате была рассчитана доходность организации АО «Дубовое» на 2022 г. от реализации яблок, которая составила 186,7 млн р. Получился готовый к использованию метод прогнозирования дохода организации от реализации плодовых, яблочных культур, который позволяет руководителю организации своевременно принимать решения о дальнейшем плане функционирования организации.

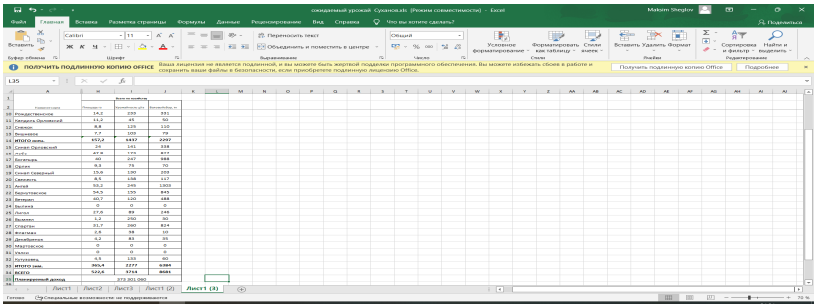


Рис. 1. Расчет прогнозирования дохода в программе MC Excel

Список использованных источников

1. Разумовский, Е. А. Финансовое планирование и прогнозирование : учебное пособие / Е. А. Разумовский. – Новосибирск, 2017. – 55 с.
2. АО «Дубовое» [Электронный ресурс]. – URL : https://checko.ru/company/dubovoe-1046805885543 (Дата обращения: 28.05.2022).

References

1. Razumovsky, E. A. Financial planning and forecasting: textbook / E. A. Razumovsky. – Novosibirsk, 2017. – 55 p.
2. JSC "Dubovoe" [Electronic resource]. – URL : https://checko.ru/company/dubovoe-1046805885543 (date of access: 05/28/2022).

УДК 681.5

М. И. Бородин, И. П. Илясов, Н. В. Плотников,
С. К. Толмачев
(Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск
радиоэлектронной борьбы (учебный и испытательный),
г. Тамбов, Россия,
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru)

РЕАЛИЗАЦИЯ УМНОГО САДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛК110

Аннотация. Рассмотрен подход и реализация системы управления Умным садом с использованием ПЛК110.

Ключевые слова: контроль, ПЛК, Умный сад, модули ввода/вывода.

M. I. Borodin, I. P. Ilyasov, N. V. Plotnikov,
S. K. Tolmachev
(Interspecific center of training and combat employment of troops
of electronic warfare (training and testing), Tambov, Russia)

IMPLEMENTATION OF THE SMART GARDEN USING PLK110

Abstract. The approach and implementation of a smart garden management system using PLK110 is considered.

Keywords: control, PLK, Smart garden, I/O modules.

Сельскохозяйственный сектор в скором времени столкнется с серьезными проблемами, чтобы прокормить многочисленное население планеты. Производство продовольствия должно увеличиться как минимум на 70…75%, несмотря на ограниченную доступность пахотных земель, а также большую потребность в пресной воде и другие менее предсказуемые факторы, например, изменение погодных условий.

Одним из способов решения этой проблемы и повышения качества сельскохозяйственной продукции является использование Умных технологий, которые обеспечат сельское хозяйство интеллектуальными и более связанными системами с помощью так называемого Умного сельского хозяйства.

Сельскохозяйственные учреждения собирают огромное количество информации о(об):

– урожайности;
– почвах;
– вноске удобрений;
– информации о погоде.

Целью реализации Умного сада сельскохозяйственного сектора является оптимизация процессов управления и эффективное использование ресурсов.

Что такое Умное сельское хозяйство в целом? – это высокотехнологичный комплекс принятия решений, который позволяет максимально автоматизировать сельскохозяйственные отросли, в результате чего повышается KPI, а также улучшается качество и количество продукции.

Рассмотрим одну из ветвей Умного сельского хозяйства – Умный сад, на основе сбора данных, ПЛК – программируемого логического контроллера.

Фермеру, в данном случае «оператору», необходимо следить за несколькими данными – это температура, влажность, полив почвы, внесение удобрений.

Благодаря оптимизации и автоматизации процесса, затрачиваемое время уменьшается, контроль за сельским хозяйством становится гораздо удобнее и эффективнее, а также сокращается потребность в ручном труде.

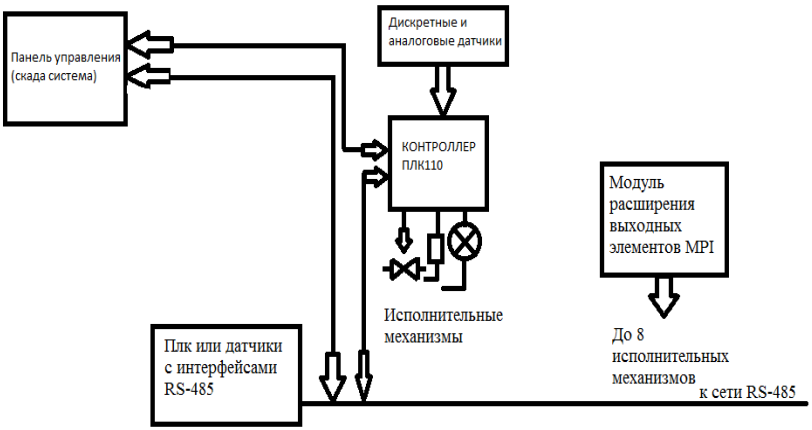


Рис. 1. Работа ПЛК110

Список использованных источников

1. Елизаров, И. А. Системное программное обеспечение систем управления : учебное пособие / И. А. Елизаров, А. А. Третьяков. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2021.

2. Брокарев, Л. Ж. Программируемые логические контроллеры, МЭК системы программирования и CoDeSyS / Л. Ж. Брокарев, И. В. Петров // Автоматизация и производство. – 2006. – № 1. – С. 28 – 30.

References

1. Elizarov, I. A. Sistemnoe programmnoe obespechenie sistem upravleniya : uchebnoe posobie / I. A. Elizarov, A. A. Tret'yakov. – Tambov : Izdatel'stvo centr FGBOU VO «TGTU», 2021.

2. Brokarev, L. Zh. Programmiruemye logicheskie kontrollery, MEK sistemy programmirovaniya i CoDeSyS / L. Zh. Brokarev, I. V. Petrov // Avtomatizaciya i proizvodstvo. – 2006. – No. 1. – Pp. 28 – 30.

УДК 681.5

Р. К. Будников, И. А. Омельченко, Н. С. Хрущев,
С. Н. Горбунов, И. С. Гришин
(Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск
радиоэлектронной борьбы (учебный и испытательный),
г. Тамбов, Россия,
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АДАПТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. Рассмотрен вопрос применения технологии адаптивной фильтрации для обеспечения качественного и корректного сигнала, передаваемого посредством систем беспроводного обмена данными между компонентами автоматизированных систем агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: фильтрация, сигналы, алгоритмы, комплекс.

R. K. Budnikov, I. A. Omelchenko, N. S. Khrushchev,
S. N. Gorbunov, I. S. Grishin
(Interspecific center of training and combat employment of troops
of electronic warfare (training and testing), Tambov, Russia)

THE USE OF ADAPTIVE FILTERING ALGORITHMS IN ENSURING OF THE SUSTAINABLE FUNCTIONING OF DATA TRANSMISSION SYSTEMS OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEXES

Abstract. This paper considers the application of adaptive filtering technology to ensure a high-quality and correct signal transmitted through wireless data exchange systems between components of automated systems of the agro-industrial complex.

Keywords: filtering, signals, algorithms, complex.

Сегодня цифровые технологии охватывают большинство сфер. Исключением не стало и сельское хозяйство – стратегическая для России отрасль.

Цифровые технологии позволяют контролировать полный цикл растениеводства или животноводства – Умные устройства измеряют и передают параметры почвы, растений, микроклимата и т.д. Все эти данные с датчиков, дронов и другой техники анализируются специальными программами.

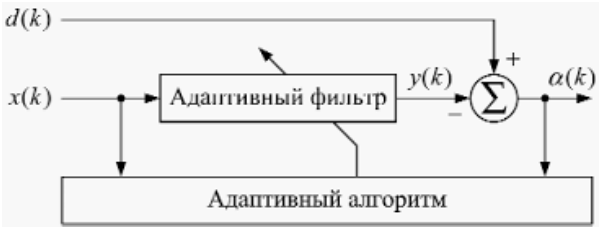


Рис. 1. Общий вид процесса адаптивной фильтрации:
$x(k)$ – входной сигнал; $y(k)$ – выходной сигнал;
$d(k)$ – желаемый сигнал; $\alpha(k)$ – сигнал ошибки

Особенно важным становится вопрос обеспечения точной передачи данных между компонентами автоматизированных систем агропромышленного комплекса. Сигнал с датчиков во время передачи данных может быть искажен из-за внешних факторов. Искажения сигнала, поступившего, например, с датчика измерения температуры почвы, могут привести к ситуациям с тяжелыми последствиями. Для предотвращения таких последствий важно выбрать наилучшие методы адаптивной фильтрации.

Адаптивный фильтр – это фильтр с изменяемыми в процессе работы параметрами, набор которых зависит от критерия работы адаптивного фильтра [1]. Этим критерием часто является достижение минимума целевой функции. Достижение минимума целевой функции означает, что выходной сигнал адаптивного фильтра повторяет по форме требуемый. Общий вид процесса адаптивной фильтрации показан на рис. 1.

Алгоритм адаптации подстраивает коэффициенты фильтра, минимизируя сигнал ошибки. Представим математическую модель алгоритма адаптации. Пусть имеется дискретный фильтр порядка N с коэффициентами $\{w_n\}$, $n = 0, 1, \ldots, N$.

Сигнал ошибки имеет вид:

$$\alpha(k) = d(k) - y(k) = d(k) - \sum_{n=0}^{N} w_n x(k-n). \qquad (1)$$

Задача оптимальной в статистическом смысле фильтрации заключается в минимизации среднего квадрата ошибки.

Дисперсия определяется как:

$$J(\{w_n\}) = \overline{\alpha^2(k)} = \overline{d^2(k)} - 2\times\left(\overline{d(k)\times x(k)}\right)^T \times w + w^T \times \overline{x(k)\times x^T(k)\times w} =$$
$$= \sigma_d^2 - 2\times p^T \times w + w^T \times R \times w, \qquad (2)$$

где $\sigma_d^2 = \overline{d^2(k)}$ – средний квадрат требуемого сигнала на k-м шаге, который не зависит от коэффициентов фильтра; $p = \overline{d(k) \times x(k)}$ – вектор-столбец взаимных корреляций между k-м отсчетом требуемого сигнала и входным сигналом; $R = \overline{x(k) \times x^T(k)}$ – корреляционная матрица входного сигнала.

Если матрица R невырожденная, то дисперсия имеет единственный минимум при решении уравнения. Решение представляет собой вектор-столбец:

$$w = R^{-1} \times p, \tag{3}$$

где R^{-1} – обратная корреляционная матрица.

Описанный фильтр называется фильтром Винера. Он имеет минимальную дисперсию сигнала ошибки.

Главной задачей фильтрации является достижение минимума среднего значения квадрата сигнала ошибки в процессе решения уравнения (2). В адаптивных фильтрах коэффициенты вектора w изменяются на каждом шаге [2].

Метод наименьших квадратов (*LMS*) оперирует мгновенными значениями матрицы R входного сигнала и вектора p входного и требуемого сигналов. Математическое ожидание коэффициентов фильтра *LMS*, при $k \to \infty$ стремится к значениям коэффициентов фильтра Винера (5).

Нормированная версия метода наименьших квадратов (*NLMS*) отличается тем, что коэффициент μ рассчитывается на каждом шаге, исходя из энергии сигнала, содержащемся в линии задержки.

В общем виде для алгоритма *RLS* на каждом k-м шаге выполняются: фильтрация сигнала; вычисление ошибки; расчет вектора-столбца коэффициентов усиления; обновление оценки обратной корреляционной матрицы; обновление коэффициентов фильтра.

В зависимости от характеристик линии передачи информации предпочтительным может оказаться тот или иной алгоритм. При их сравнении учитываются следующие параметры: сходимость, степень подавления помех, вычислительная сложность [2, 3]. В таблице 1 приведено сравнение трех алгоритмов по перечисленным характеристикам.

Таким образом, внедрение алгоритмов адаптивной фильтрации сигналов в автоматизированные системы агропромышленного комплекса позволит производить автоматическую настройку фильтрации и обеспечить эффективную и качественную обработку сигналов.

1. Сравнительная таблица алгоритмов адаптивной фильтрации

Алгоритм	Скорость сходимости	Подавление, дБ	Вычислительная сложность
LMS	Средняя	51…63,53	$O(N)$
NLMS	Низкая	49…59,46	
RLS (*MIL*, *QR*)	Высокая	55,29…66	$O(N^2)$

Список использованных источников

1. Джиган, В. И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы / В. И. Джиган. – М. : Техносфера, 2013. – 528 с.
2. Адаптивные алгоритмы оптимальной фильтрации сигнала / Н. С. Акиншин, А. В. Петешов, В. Л. Румянцев, К. А. Хомяков. – Тула : Известия ТулГУ. Технические науки, 2018. – 69 с.
3. Ткачев, Г. Н. Результаты наблюдения эхосигналов от самолетов в поле подсвета удаленного передатчика КВ-диапазона / Г. Н. Ткачев, И. В. Готовчиц, Б. Н. Крылов // Труды XVI Международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь». – 2010. – С. 2221 – 2230.

References

1. Dzhigan, V. I. Adaptivnaya fil'traciya signalov: teoriya i algoritmy / V. I. Dzhigan. – M. : Tekhnosfera, 2013. – 528 p.
2. Adaptivnye algoritmy optimal'noj fil'tracii signala / N. S. Akinshin, A. V. Peteshov, V. L. Rumyancev, K. A. Homyakov. – Tula : Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki, 2018. – 69 p.
3. Tkachev, G. N. Rezul'taty nablyudeniya ekhosignalov ot samoletov v pole podsveta udalennogo peredatchika KV-diapazona / G. N. Tkachev, I. V. Gotovchic, B. N. Krylov // Trudy XVI Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii «Radiolokaciya, navigaciya, svyaz'». – 2010. – P. 2221 – 2230.

УДК 681.5

С. Н. Горбунов, И. С. Гришин, Р. К. Будников,
И. А. Омельченко, Н. С. Хрущев
(Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск
радиоэлектронной борьбы (учебный и испытательный),
г. Тамбов, Россия,
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА «РУБЕЖ» ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСАХ АГРОПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. Рассматривается возможность применения комплекса мониторинга радиообстановки и постановки помех «Рубеж» для проведения пусконаладочных работ с целью выявления наилучших параметров и типов фильтрации при проектировании систем беспроводной передачи данных в автоматизированных системах агропромышленного комплекса в местных условиях.

Ключевые слова: фильтрация, беспроводные системы, сигнал, хаотическая помеха, сканер сигналов, типы фильтрации.

S. N. Gorbunov, I. S. Grishin, N. S. Khrushchev,
I. A. Omelchenko, R. K. Budnikov
(Interspecific center of training and combat employment of troops
of electronic warfare (training and testing), Tambov, Russia)

THE USE OF THE «RUBEZH» COMPLEX FOR COMMISSIONING IN THE WIRELESS SYSTEMS IN AUTOMATED COMPLEXES DESIGN OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

Abstract. In this paper, we consider the possibility of using the monitoring radio environment and jamming «Rubezh» complex for commissioning in order to identify the best filtering parameters and types in the wireless data transmission systems in automated systems design of the agro-industrial complex in local conditions.

Keywords: filtering, wireless systems, signal, chaotic interference, signal scanner, filtering types.

Современное аграрное предприятие представляет сложную систему, состоящую из автоматизированных систем по переработке продукции, разветвленной IT-структуры, автоматизированных складов и диспетчерских пунктов управления процессами. Предприятия агро-

промышленного комплекса решают задачи по перевозке, хранению и переработке продукции, ее реализации, обеспечению средств производства и его обслуживания.

Для контроля и управления данными системами все чаще используются беспроводные технологии: от трекеров для контроля за растениями и животными до полного мониторинга состояния и использования агротехники. В связи с этим возрастает актуальность создания надежных и эффективных систем беспроводной передачи данных с высоким уровнем помехоустойчивости.

При беспроводной передаче данных всегда имеет место наличие помех, обусловленных как естественным окружением, работой самого комплекса, так и вносимыми в данное окружение устройствами. Такие помехи могут внести рассогласование в работу частей комплекса и нарушение производственного процесса. Для исключения негативного воздействия помех используются фильтры, способные восстановить исходный сигнал. Однако в зависимости от характера доминирующих помех для достижения формы сигнала наиболее близкой к исходной требуется применять различные типы фильтрации, кроме того, данные фильтры требуют первичной настройки, рассчитанной на местный характер радиообстановки.

Программно-аппаратный комплекс «Рубеж» включает устройство формирования хаотических колебаний и сканер частот, построенный на основе технологии SDR.

Таким образом, комплекс «Рубеж» позволяет:

– моделировать помеховые сигналы от естественных и искусственных источников, используя случайные процессы и динамический хаос;

– проводить сканирование радиообстановки, применяя различные типы фильтров, предоставляя количественную оценку качества проведенной фильтрации путем сравнения зашумленного сигнала и исходного, заранее записанного в библиотеку сигналов.

Устройство формирования хаотических колебаний представляет собой набор генераторов хаотических колебаний, используя которые блок коммутации образует различные комбинации выходного сигнала. В качестве аппаратной части устройства использовалась программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) Spartan-6 TQG114 для реализации набора хаотических генераторов и микроконтроллер Arduino Uno для реализации управления блоком коммутации. В отличие от процессоров, ПЛИС выполняет задачи параллельно, что обеспечивает высокую скорость вычислений.

Для работы с ПЛИС использовалось ПО Matlab Simulink с пакетом библиотек System Generator. Данная библиотека позволяет сразу получить файл прошивки для ПЛИС по модели, собранной в Matlab Simulink.

В основе сканера частот лежит концепция SDR. Программно-определяемая радиосистема (англ. Software Defined Radio – SDR) – это радиосистема, в которой все или большинство функций физического уровня выполняются в программном виде, а функции, выполняемые аппаратно, должны оперативно модифицироваться по требованиям рабочего стандарта связи. Применение технологии SDR подразумевает реализацию программной части системы.

Программная реализация интерфейса сканера представляет два модуля: «Эфир» и «Фильтрация». Модуль «Эфир» выполняет сканирование заданного диапазона частот и позволяет прослушать или записать интересующий сигнал. Модуль «Фильтрация» осуществляет фильтрацию обрабатываемых сигналов с использованием различных линейных и адаптивных фильтров, предоставляя визуальное отображение обработанного сигнала и различные виды соотношений: эталонный – отфильтрованный сигнал, исходный – отфильтрованный сигнал, шумовой – отфильтрованный сигнал.

Графическая часть интерфейса была построена с использованием библиотек Qt. Функциональные возможности разработанной системы реализованы с использованием языка программирования C++.

Программно-аппаратный комплекс «Рубеж» удобно использовать в процессе пуско-наладочных работ при проектировании автоматизированных систем для выбора требуемых, в условиях данной радиообстановки, типов цифровых фильтров и их настройки. Комплекс способен собрать базу оригинальных сигналов и подобрать тип фильтра и его параметры для достижения наилучшего качества фильтрации. Также комплекс может создавать искусственные помехи для моделирования работы агропредприятия, что приближает к более реальным условиям работы системы беспроводной передачи автоматизированных комплексов агропредприятий.

Список использованных источников

1. Генераторы хаотических колебаний : учебное пособие / Б. И. Шахтарин, Ю. А. Сидоркина, А. В. Кондратьев, С. В. Митин. – М. : Гелиос АРВ, 2007. – 248 с.

2. Короновский, А. А. О применении хаотической синхронизации для скрытой передачи информации / А. А. Короновский, О. И. Москаленко, А. Е. Храмов // Успехи физических наук. – 2009. – Т. 179, № 12. – С. 1281 – 1310.

3. Шлее, М. Qt 5.10. Профессиональное программирование на C++ / М. Шлее. – СПб. : БХВ-Петербург, 2018. – 1072 с.

4. Тарасов, И. Е. ПЛИС Xilinx. Языки описания аппаратуры VHDL и Verilog, САПР, приемы проектирования / И. Е. Тарасов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2022. – 538 с.

References

1. Generatory haoticheskih kolebanij: uchebnoe posobie / B. I. Shahtarin, Yu. A. Sidorkina, A. V. Kondrat'ev, S. V. Mitin. – M. : Gelios ARV, 2007. – 248 p.

2. Koronovskij, A. A. O primenenii haoticheskoj sinhronizacii dlya skrytoj peredachi informacii / A. A. Koronovskij, O. I. Moskalenko, A. E. Hramov // Uspekhi fizicheskih nauk. – 2009. – T. 179, No. 12. – Pp. 1281 – 1310.

3. Shlee, M. Qt 5.10. Professional'noe programmirovanie na C++ / M. Shlee. – SPb. : BHV-Peterburg, 2018. – 1072 p.

4. Tarasov, I. E. PLIS Xilinx. Yazyki opisaniya apparatury VHDL i Verilog, SAPR, priemy proektirovaniya / I. E. Tarasov. – M. : Goryachaya liniya – Telekom, 2022. – 538 p.

УДК 681.5

И. С. Гришин, С. Н. Горбунов, Р. К. Будников,
И. А. Омельченко, Н. С. Хрущев
(Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск
радиоэлектронной борьбы (учебный и испытательный),
г. Тамбов, Россия,
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА «АЙСБЕРГ 2.0» ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ

Аннотация. Рассматривается возможность применения комплекса формирования колебаний для постановки помех на основе динамического хаоса «Айсберг 2.0» для проведения предварительных испытаний с целью тестирования проектируемых автоматизированных систем в агропромышленных комплексах на отказоустойчивость в различных условиях.

Ключевые слова: автоматизированные системы, беспроводная передача данных, сигнал, помехозащищенность, хаотические колебания.

I. S. Grishin, S. N. Gorbunov, R. K. Budnikov,
I. A. Omelchenko, N. S. Khrushchev
(Interspecific center of training and combat employment of troops
of electronic warfare (training and testing), Tambov, Russia)

THE USE OF THE « AJSBERG 2.0» COMPLEX DURING PRELIMINARY TESTS IN THE AUTOMATED SYSTEMS DESIGN IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEXES

Abstract. In this paper, the possibility of using a complex of oscillation formation for jamming based on dynamic chaos «Ajsberg 2.0» for conducting preliminary tests in order to test the designed automated systems in agro-industrial complexes for fault tolerance in various conditions is considered.

Keywords: automated systems, wireless data transmission, signal, noise immunity, chaotic fluctuations.

Одной из тенденций развития современных агропромышленных комплексов является внедрение автоматизации процессов производства, позволяющей существенно повышать эффективность предприятий. В основе автоматизации процессов в агропромышленных комплексах лежат комплексная механизация и электрификация технологических операций, что позволяет частично или даже полностью исключить

участие человека, заменив его техническими средствами управления и контроля.

Так, в сфере растениеводства все чаще находят применение автоматизированные системы мониторинга техники; оборудование, позволяющее анализировать вегетативный индекс растений; устройства, созданные для внесения удобрений различного типа, а также дифференцированного посева и полива; навигационные GPS-системы, карты урожайности; оборудование, призванное производить анализ проб почвы; датчики контроля параметров воздуха; датчики контроля параметров УФ-лучей; системы поддержания микроклимата.

В большинстве из перечисленных систем при реализации используются технологии, основанные на беспроводной передаче данных. На работу беспроводных устройств практически всегда оказывают влияние радиоэлектронные помехи, которые могут существенно исказить или вовсе перекрыть передаваемый сигнал. Помехи могут быть самых различных видов, естественными, искусственными, из-за чего возникает необходимость в создании таких систем беспроводной передачи данных, которые будут соответствовать заданному уровню защищенности и отказоустойчивости.

Для проведения тестирования на помехо- и отказоустойчивость реализуемой автоматизированной системы может быть применен комплекс генерации колебаний для постановки помех на основе динамического хаоса «Айсберг 2.0».

Данный комплекс представляет собой набор генераторов хаотических колебаний, сигналы от которых поступают на специальный блок коммутации сигналов. Блок коммутации образует различные комбинации входных сигналов, такие как сумма, произведение, либо выводит каждый из сигналов на определенное время, формируя тем самым сигнал, представляющий собой последовательность идущих друг за другом хаотических сигналов. В качестве аппаратной части устройства выступает программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС). Она представляет собой набор логических элементов, расположенных на одном кристалле. В матрицах переключений задаются соединения логических элементов друг с другом через соединительные шины. Блоки ввода-вывода обеспечивают передачу и прием информации от внешних устройств. Программирование ПЛИС заключается в конфигурации матриц переключений таким образом, чтобы получилось необходимое логическое устройство.

ПЛИС, в отличие от процессоров, выполняют запрограммированные задачи параллельно, а не последовательно, что обеспечивает большую скорость вычислений. Основными особенностями комплекса являются универсальность и возможность расширения.

Универсальность заключается в возможности содержать необходимое для проведения тестирования системы на помехоустойчивость количество генераторов помехового сигнала. Возможность расширения подразумевает быстрый способ обновления устройства под необходимые требования путем замены ПЛИС на новую, более мощную, либо просто обновлением программы путем добавления новых генераторов колебаний.

Таким образом, комплекс формирования колебаний для постановки помех «Айсберг 2.0» позволяет провести предварительное тестирование разрабатываемой автоматизированной системы на помехо-, отказоустойчивость и стабильность работы системы в целом.

Список использованных источников

1. Генераторы хаотических колебаний : учебное пособие / Б. И. Шахтарин, Ю. А. Сидоркина, А. В. Кондратьев, С. В. Митин. – М. : Гелиос АРВ, 2007. – 248 с.

2. Мун, Ф. Хаотические колебания: Вводный курс для научных работников и инженеров / Ф. Мун ; пер. с англ. – М. : Мир, 1990. – 312 с.

References

1. Generatory haoticheskih kolebanij : uchebnoe posobie / B. I. Shahtarin, Yu. A. Sidorkina, A. V. Kondrat'ev, S. V. Mitin. – M. : Gelios ARV, 2007. – 248 p.

Mun, F. Haoticheskie kolebaniya: Vvodnyj kurs dlya nauchnyh rabotnikov i inzhenerov / F. Mun ; per. s angl. – M. : Mir, 1990. – 312 p.

УДК 681.5

И. А. Елизаров[1], А. А. Третьяков[1], В. Н. Назаров[1], М. И. Елизарова[2]
([1]Кафедра «Информационные процессы и управление», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия;
[2]ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия;
e-mail: elial68@yandex.ru, ipu_tstu@mail.ru)

ВЫБОР БЕСПРОВОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА В ИНТЕНСИВНОМ САДОВОДСТВЕ

Аннотация. Рассмотрены особенности объектов интенсивного садоводства с точки зрения построения системы мониторинга почвенно-климатических параметров. Приведены стандарты беспроводных сетей сбора данных и обоснован выбор сети LoRaWAN в качестве основы для построения системы мониторинга.

Ключевые слова: система мониторинга, интенсивный сад, беспроводные технологии, LPWAN, LoRaWAN.

I. A. Elizarov[1], A. A. Tret'yakov[1], V. N. Nazarov[1], M. I. Elizarova[2]
([1]Department of Information Processes and Control, TSTU, Tambov, Russia;
[2]Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia)

THE CHOICE OF WIRELESS DATA TRANSMISSION TECHNOLOGY FOR BUILDING A MONITORING SYSTEM IN INTENSIVE GARDENING

Abstract. The features of objects of intensive gardening are considered from the point of view of building a system for monitoring soil and climatic parameters. The standards of wireless data collection networks are given and the choice of the LoRaWAN network as the basis for building a monitoring system is substantiated.

Keywords: monitoring system, intensive garden, wireless technologies, LPWAN, LoRaWAN.

Интенсивное садоводство на сегодняшний день представляет собой достаточно прогрессивную технологию выращивания плодовых культур. При правильной организации экономическая эффективность участка будет в разы выше, чем в случае с использованием традиционной экстенсивной технологии [1].

Во многих европейских странах интенсивные технологии выращивания плодовых культур являются преобладающими. В целях обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации и снижения уровня импортозависимости интенсивное садоводство в нашей стране начало стремительно развиваться.

Сады интенсивного типа присутствуют на юге и в центральной части России: ЗАО «Сад-Гигант» (Краснодарский край), «Сады Придонья» (Волгоградская область), ООО «Биопрогресс», ОАО «Дубовое», ООО Агрофирма «Мичуринские сады» (Тамбовская область), ООО «Фрукт-трейд» (Кабардино-Балкария) и др.

За фруктовыми насаждениями в интенсивных садах необходим постоянный уход. Они хорошо развиваются и плодоносят только на плодородной почве, при регулярном орошении и защите от вредителей.

При управлении продуктовыми процессами в интенсивном садоводстве требуется проводить мониторинг почвенно-климатических условий: влажности и температуры почвы, влажности и температуры окружающего воздуха, водного потенциал почвы, уровня освещенности, скорости ветра, количества осадков.

Интенсивные сады характеризуются тем, что они занимают площадь десятки и сотни гектар. Для сбора информации с большого количества территориально распределенных датчиков использование традиционной проводной технологии экономически нецелесообразно. Системы мониторинга и управления для подобных объектов рационально строить с использованием беспроводных каналов связи.

В настоящее время для организации беспроводной передачи данных используются различные стандарты беспроводных сетей: Wi-Fi, Wi-Max, GPRS, LTE, ZigBee и др.

Сравнительно недавно разработана новая технология, связанная, главным образом, с потребностями межмашинного общения и передачей данных в рамках концепции Интернета вещей.

LPWAN (Low-power Wide-area Network) – новый тип беспроводных сетей, разработанный для передачи данных телеметрии различных устройств, сенсоров, датчиков и приборов учета на дальние расстояния. Стандарты LPWAN разделяют на две категории: сотовые (LTE-M, NB-IoT), для которых используют лицензируемые частоты сотовых сетей, и несотовые (LoRaWAN, Sigfox, Ingenu, Weightless), для которых используют нелицензируемые промышленные, научные и медицинские диапазоны радиочастот (ISM). Среди сотовых стандартов LPWAN одним из самых популярных является LTE-M, который работает поверх существующей инфраструктуры сотовых сетей. Среди несотовых – лидирует LoRaWAN, работающий в ISM-диапазоне.

Объекты интенсивного садоводства имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выборе той или иной беспроводной технологии передачи данных для системы мониторинга:

– большая площадь садов, на которой распределено большое количество датчиков, приводит к требованию обеспечения устойчивой передачи данных на расстоянии в несколько километров;

– зачастую интенсивные сады располагаются в сельской местности вдали от вышек сотовой связи, что ограничивает использование некоторых стандартов LPWAN (например, LTE-M, NB-IoT);

– невозможность организации централизованного электропитания датчиков приводит к необходимости использования датчиков с автономным питанием (от аккумуляторной батарейки или от солнечной батареи);

– измерение почвенно-климатических условий допустимо проводить не непрерывно, а с периодичностью 1 раз в несколько часов, при этом пакеты передаваемых от датчиков данных составляют несколько байт.

Наиболее полно этим требованиям соответствует сеть LoRaWAN. Она обеспечивает:

– большую дальность передачи радиосигнала (до 15 км в зоне прямой видимости);

– низкое электропотребление (датчик может работать до 10 лет от одной батареи емкостью 3400 mAh);

– защиту данных;

– хорошую масштабируемость (одна базовая станция может обслуживать несколько тысяч датчиков).

Отечественной промышленностью налажен выпуск продукции, поддерживающей сеть LoRaWAN. Компания Вега-Абсолют (г. Новосибирск) производит базовые станции и оконечные устройства, которые с успехом могут быть использованы при построении систем мониторинга в интенсивном садоводстве

Список использованных источников

1. Применение технологии LORA в интенсивном садоводстве / М. Н. Краснянский, И. А. Елизаров, А. А. Третьяков, Д. Ю. Муромцев, А. А. Завражнов // Цифровизация агропромышленного комплекса : сборник научных статей. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – С. 16 – 18.

References

1. Application of LORA technology in intensive horticulture / M. N. Krasnyansky, I. A. Elizarov, A. A. Tretyakov, D. Yu. Muromtsev, A. A. Zavrazhnov // Digitalization of the agro-industrial complex : Collection of scientific articles. – Tambov, 2018. – Pp. 16 – 18.

УДК 004.056.5

П. И. Карасев, П. Ю. Пушкин, А. М. Головин
(Кафедра КБ-1 «Защита информации», РТУ МИРЭА,
Москва, Россия,
e-mail: karasev@mirea.ru, pushkin@mirea.ru)

ЗАЩИТА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПАНИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ОТ ЦЕЛЕВЫХ КИБЕРАТАК

Аннотация. За последнее время большое количество российских организаций столкнулись с увеличением количества целевых кибератак. «Хактивизм» становится одним из основных мотивов атак на отечественные организации. Какова нынешняя ситуация в области ИБ в России? Как эффективно предотвращать кибернападения? Сможет ли российский рынок информационной безопасности удовлетворить потребности заказчиков? Какие инструменты наиболее полезны и актуальны для борьбы с целевыми кибератаками?

Ключевые слова: информационная безопасность, целевые атаки, кибератаки, корпорации.

P. I. Karasev, P. Y. Pushkin, A. M. Golovin
(Department KB-1 “Information Security”,
RTU MIREA, Moscow, Russia)

PROTECTION OF DOMESTIC COMPANIES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX FROM TARGETED CYBER ATTACKS

Abstract. Recently, a large number of Russian organizations have faced an increase in the number of targeted cyber attacks. “Hacktivism” is becoming one of the main motives for attacks on domestic organizations. What is the current situation in the field of information security in Russia? How to effectively prevent cyber attacks? Will the Russian information security market be able to meet the needs of customers? What tools are most useful and relevant for combating targeted cyberattacks?

Keywords: information security, targeted attacks, cyberattacks, corporations.

С конца февраля российские корпорации начали сталкиваться с массированными целевыми кибератаками. Причем данная преступная деятельность отнюдь не часто имеет безусловный нацеленный характер, чаще всего цели для нападения ориентируются по региональной, а также отраслевой принадлежности. Также известны случаи нападения злоумышленников не на отечественные компании в общем, но на конкретные государственные, а также коммерческие корпорации. В свою

очередь под множественные кибератаки попали и западные бренды, работающие в России.

Основная особенность и отличительная черта целевых кибератак от массовых хакерских атак заключается в том, что криминальная активность направляется на конкретную компанию или государственную организацию. Обычно они хорошо спланированы и разделяются на этапы, начиная от разведки и внедрения, заканчивая уничтожением следов присутствия. Кибератаки, осуществляемые в нынешних реалиях, можно назвать целевыми. Нельзя сказать, что техника нападений кардинально изменилась, однако их количество выросло в разы. Также стоит заметить, что мотивация кибератак значительно изменилась: в прошлом основной задачей киберпреступников были деньги и информация, однако сейчас организации начали встречать «хактивизм», когда через акты киберпреступлений выражается определенное политическое мнение. Так, в конце февраля – начале марта были взломаны сайты государственных учреждений, компаний и были опубликованы политически мотивированные лозунги и призывы [1-2].

В нынешних условиях атрибуция кибератак остается важной темой, однако ее важность не столь высока, так как прежде всего необходимо защищаться от любых атак, независимо от того, кто конкретно за ними стоит. Также прогрессирует необходимость Threat Intelligence: сторонники «хактивизма» зачастую заранее излагают собственные намерения, это помогает определить возможную кибератаку и установить кто за ней стоит. Затрагивая тему политического влияния на среду информационной безопасности, можно подчеркнуть, что многие отечественные, а также белорусские компании были исключены из сообщества по борьбе с киберугрозами FIRST. Однако стоит отметить, что данная ассоциация для отечественных компаний приносила больше репутационную выгоду, чем практичную помощь. На работоспособность российских ИБ-компаний исключение из данной организации не окажет значительного влияния. В этих реалиях одним из эффективных способов улучшения осведомленности компаний о целевых киберугрозах вероятно стали бы рассылки национального координационного центра по компьютерным инцидентам (НКЦКИ), ФинЦЕРТа, а также ФСТЭК России.

Одной из причин нынешних киберугроз стало внесение в программное обеспечение закладок, создающих и выполняющих вредоносные процессы, от форсирования политической пропаганды и лозунгов до внедрения бэкдоров. Такие угрозы были и ранее, но выполнялись лишь через взлом правомерных программ. Сегодня подобные действия стоит ждать и от регулярных разработчиков программного обеспечения. Однако методы борьбы с данным видом вредоносного

ПО не меняются. Обнаружить закладки, внедренные в легитимное программное обеспечение, не сложнее, чем обнаружить вредоносный код. К тому же, зачастую разработчики прикладного и системного ПО не имеют навыков сокрытия вредоносного кода, а значит, есть вероятность, что такой код будет обнаружен быстрее. И в то же время, выявление схожих закладок возможно связано с весомыми трудностями, при условии, что их действия не являются ярко выраженным вредоносным образом. Так, программы для воспроизведения аудио- и видеофайлов могут представлять не выбранный пользователем файл, а подгруженную с внешней стороны информацию. Также одной из основных проблем можно выделить несанкционированные действия внутри компании, например атаки через работников или привилегированных пользователей. При таких обстоятельствах сработают методы анализа поведения, сфокусированные на обнаружении нетипичных для стандартного профиля действий [3].

Отечественный рынок ИБ достиг своей зрелости, чтобы при необходимости отказаться от зарубежных аналогов. Активная внутренняя конкуренция достаточно стимулирует развитие области информационной безопасности. Стоит выделить несколько основных средств для защиты от целевых кибератак, ими могут быть: инструменты для контроля сетевого трафика, антивирусы или иные решения для защиты конечных точек, а также песочницы, специально выделенные среды для безопасного использования ПО. Стоит иметь в виду, что набор решений может видоизменяться в зависимости от конкретной организации и специфики ее деятельности. Одним из важных моментов также является возможность служб информационной безопасности обрабатывать полученную от имеющихся инструментов информацию [4, 5].

На сегодняшний день крайне важно проверять качество и полноту охвата логов, с целью получения оптимального количества информации для принятия необходимых мер безопасности, также требуется оптимизировать сценарии действий при появлении киберинцидентов. Крайне важно настроить и оптимизировать систему резервного копирования информации и осуществить ее проверку, так как многие киберинциденты в последние месяцы были непосредственно связаны с отсутствием возможности восстановления данных.

Таким образом, технологически новых атак появиться не должно, тем не менее увеличится количество киберинцидентов с участием встроенных в программное обеспечение закладок, а также участием внутренних нарушителей организаций и компаний и их бывших сотрудников. Также можно прогнозировать рост российских облачных центров и связанных с ними услуг и сервисов.

Список использованных источников

1. Быстрова, Е. Anonymous взломали Nestle и слили 10 ГБ внутренних данных / Е. Быстрова. – URL : www.anti-malware.ru/news/2022-03-23-111332/383
2. Левцов, В. Ю. Анатомия таргетированной атаки. Ч. 1 / В. Ю. Левцов, Н. Е. Демидов. – URL : www.samag.ru/archive/article/3170
3. Хакеры атаковали сайты крупнейших российских СМИ. – URL : www.vedomosti.ru/technology/news/2022/02/28/911277-hakeri-atakovali-saiti-krupneishih-rossiiskih-smi
4. Левцов, В. Ю. Анатомия таргетированной атаки. Ч. 2 / В. Ю. Левцов, Н. Е. Демидов. – URL : www.samag.ru/archive/article/3188
5. Как российские компании защищаются от целевых атак. – URL : www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/kak-rossijskie-kompanii-zashchishchayutsya-ot-celevyh-atak/

References

1. Bystrova, E. Anonymous hacked Nestle and leaked 10 GB of internal data / E. Bystrova. – URL : www.anti-malware.ru/news/2022-03-23-111332/383
2. Levtsov, V. Yu. Anatomy of a targeted attack. P. 1 / V. Yu. Levtsov, N. E. Demidov. – URL : www.samag.ru/archive/article/3170
3. Hackers attacked the websites of the largest Russian media. – URL : www.vedomosti.ru/technology/news/2022/02/28/911277-hakeri-atakovali-saiti-krupneishih-rossiiskih-smi
4. Levtsov, V. Yu. Anatomy of a targeted attack. P. 2. / V. Yu. Levtsov, N. E. Demidov. – URL : www.samag.ru/archive/article/3188
5. How Russian companies protect themselves from targeted attacks. – URL : www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/kak-rossijskie-kompanii-zashchishchayutsya-ot-celevyh-atak/

УДК 004

Ю. В. Минин, Е. В. Кошелев
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: yuri.minin@gmail.com, lyutsian-zzz@yandex.ru)

ФОРМИРОВАНИЕ ОБОБЩЕННОГО КРИТЕРИЯ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ СИНТЕЗА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Представлено формирование обобщенного критерия и ограничений, в которые входят характеристики качества функционирования распределенных информационных систем.

Ключевые слова: распределенные информационные системы, структура, модель, цепная дробь, дерево целей.

Yu. V. Minin, E. V. Koshelev
(Department of Information Systems and Information Protection,
TSTU, Tambov, Russia)

FORMATION OF A GENERALIZED CRITERION FOR THE QUALITY OF FUNCTIONING FOR THE SYNTHESIS OF A DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEM OF AN AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISE

Abstract. The paper presents the formation of a generalized criterion and constraints, which include the characteristics of the quality of functioning of distributed information systems.

Keywords: distributed information systems, structure, model, chain fraction, goal tree.

В современную аграрную промышленность плотно вошли системы Умного сельского хозяйства, которые являются высокотехнологичными комплексами решений, позволяющими максимально автоматизировать сельскохозяйственную деятельность, в результате чего повышаются показатели эффективности функционирования предприятия, улучшается качество и количество продукции, производство становится экономически выгодным. Влияние применения подобных систем на полученные результаты агропредприятия значительно, поэтому огромную важность приобретают вопросы качества таких информационных систем.

Рассматривая определение качества распределенной информационной системы, можно столкнуться с большим количеством различных формулировок. Зачастую качество определяется как «соответствие требованиям» и «пригодность к использованию» [1, 2]. Это говорит о том, что нельзя говорить о каком-то универсальном понятии качества для всех систем. Так, например, одним из подходов к определению качества является использование модели, представленной в ГОСТ ИСОМЭК 25010–2015 [3] (рис. 1), в другом случае в работе [4] предлагаются другие показатели и соответственно другое дерево целей системы (рис. 2).

Примеры постановок оптимизационных задач синтеза информационных систем приведены в работах [1]. Заметим, что в приведенных примерах заранее определены критерии оптимизации и накладываемые ограничения.

Рис. 1. Модель качества системы согласно ГОСТ 25010–2015

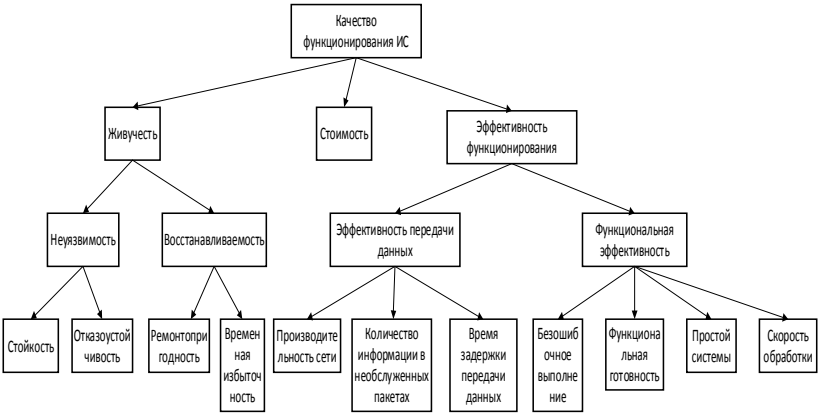


Рис. 2. Структурная модель характеристик качества функционирования информационных систем

Предлагается ввести в оптимизационную задачу учет дерева целей функционирования информационной системы и важность каждого из ее элементов для разработчика.

Тогда в общем виде оптимизационную задачу можно записать как

$$\overline{Q}(\overline{x},\ \overline{w},\ S,\ \alpha) \to \max$$

при ограничениях

$$g_i(\overline{x},\ \overline{w}) \le 0\,;$$

$$h_j(\overline{x},\ \overline{w},\ S,\ \alpha) \le 0\,,$$

где $\overline{Q}$ – вектор критериев; $\overline{x}$ – вектор варьируемых переменных; $\overline{w}$ – вектор параметров, описывающих влияние внешней среды; S – дерево целей для синтезируемой системы; α – предпочтения разработчика; $g_i(\overline{x},\ \overline{w})$ – ограничения на функционирование системы и ее параметры; $h_j(\overline{x},\ \overline{w},\ S,\ \alpha)$ – ограничения на элементы дерева целей системы.

В общем виде дерево целей можно представить в виде дерева, представленного на рис. 3.

Решение многокритериальной задачи оптимизации является вычислительно сложной проблемой. Предлагается осуществить свертку критериев, для чего нами [1] предлагается использование аппарата цепных дробей.

Для формирования обобщенного критерия и ограничений, в которые входят характеристики качества функционирования, разработана нечеткая модель вывода, результатом применения которой является определение соответствующих коэффициентов.

Так для дерева целей, соответствующих модели качества из ГОСТ 25010–2015, логико-лингвистическая модель определения коэффициентов представлена следующим образом:

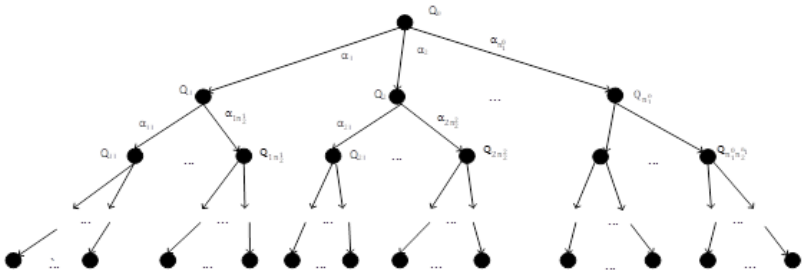


Рис. 3. Обобщенный вид дерева целей

П1. If (α_{11} is высокая) and (α_{12} is средняя) and (α_{13} is малая) then (b_{11} is 1) and (b_{12} is 0) and (b_{13} is 0) and (k_{11} = 0) and (k_{12} = 1) and (k_{13} = 0);

П2. If (α_{31} is высокая) and (α_{32} is высокая) then (b_{31} is 1) and (b_{32} is 1) and (k_{31} = 0) and (k_{32} = 0);

…

П37. If (α_{11} is малая) and (α_{12} is малая) and (α_{13} is малая) then (b_{11} is 0) and (b_{12} is 0) and (b_{13} is 0) and (k_{11} = 0) and (k_{12} = 0) and (k_{13} = 0).

А обобщенный критерий будет равен следующему выражению

$$Q_0 = \frac{\alpha_1}{b_{11}Q_{11}+b_{12}Q_{12}+b_{13}Q_{13}} + \frac{\alpha_2}{b_{21}Q_{21}+b_{22}Q_{22}+b_{23}Q_{23}} + \frac{\alpha_3}{b_{31}Q_{31}+b_{32}Q_{32}} + \ldots + \frac{\alpha_8}{b_{81}Q_{81}+b_{82}Q_{82}+b_{83}Q_{83}},$$

а каждое ограничение $h_j(\bar{x},\ \bar{w},\ S,\ \alpha) \le 0$ преобразуется в следующие неравенства

$$k_{it}\left(Q_{it}(\bar{x}) - Q_{it}^{\max}\right) \le 0\,;$$

$$k_{it}\left(Q_{it}^{\min} - Q_{it}(\bar{x})\right) \le 0\,.$$

В результате предложенного подхода получим однокритериальную оптимизационную задачу, решение которой позволит осуществить синтез структуры распределенной информационной системы значительно проще и быстрее, чем первоначальная многокритериальная задача.

Список использованных источников

1. Громов, Ю. Ю. Обобщенная оценка качества функционирования информационных систем и выбор задачи адаптации / Ю. Ю. Громов, Ю. В. Минин, А. И. Елисеев. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2019. – 80 с.
2. Минин, Ю. В. Методы и модели разработки и анализа информационных систем / Ю. В. Минин // Управление большими системами : материалы XVI Всерос. шк.-конф. молодых ученых. – 2019. – С. 458 – 461.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК25010–2015. Информационные технологии (ИТ). Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения(SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов. – Дата введения – 2016-06-01. – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2015 г. № 464-ст, 2018. – 38 с.
4. Overall Score of Information System Perfomance and Selection of Synthesis Problem / Y. Gromov, Y. Minin, A. Eliseev, A. A. Habib Alrammahi and F. A. Sari // 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). – Lipetsk, 2019. – Pp. 377 – 382.

References

1. Gromov, Yu. Yu. Generalized assessment of the quality of information systems functioning and the choice of the adaptation task / Yu. Yu. Gromov, Yu. V. Minin, A. I. Eliseev. – Tambov : Publishing House of TSTU, 2019. – Pp. 80.

2. Minin Yu. V. Methods and models of development and analysis of information systems / Yu. V. Minin // Management of large systems : materials of the XVI All-Russian school-conference of young scientists. – 2019. – Pp. 458 – 461.

3. GOST R ISO/MEK25010–2015. Information technology (IT). System and software engineering. Requirements and quality assessment of systems and software (SQuaRE). Quality models of systems and software products. – Date of introduction – 2016-06-01. – Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of May 29, 2015 No. 464-st, 2018. – Pp. 38.

4. Overall Score of Information System Perfomance and Selection of Synthesis Problem / Y. Gromov, Y. Minin, A. Eliseev, A. A. Habib Alrammahi and F. A. Sari // 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). – Lipetsk, 2019. – Pp. 377 – 382.

УДК 681.5

И. А. Омельченко, Н. С. Хрущев, Р. К. Будников,
С. Н. Горбунов, И. С. Гришин
(Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск
радиоэлектронной борьбы (учебный и испытательный),
г. Тамбов, Россия,
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «АНАЛИТИК» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. Предлагается использование специального интеллектуального программного комплекса «Аналитик» в вопросах, касающихся обеспечения устойчивого функционирования объектов автоматизированной системы управления агрокомплексом, а также организации специальных программных воздействий на объекты автоматизированной системы управления агрокомплексом с целью его тестирования на уязвимости и выявления дальнейшего вектора построения системы защиты для него.

Ключевые слова: интеллектуальный программный комплекс, специальные воздействия, атаки.

I. A. Omelchenko, N. S. Khrushchev, R. K. Budnikov,
S. N. Gorbunov, I. S. Grishin
(Interspecific center of training and combat employment of troops
of electronic warfare (training and testing), Tambov, Russia)

THE USE OF A SPECIAL INTELLIGENT SOFTWARE PACKAGE “ANALITIC” TO ENSURE THE INFORMATION SECURITY OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEXES

Abstract. This work proposes the use of a special intellectual software complex “Analitic”, in matters relating to the application of ensuring the sustainable functioning of objects of the automated process control system of the agro-complex, as well as the organization of special software impacts on the objects of the automated process control system of the agro-complex in order to test the agro-complex for vulnerabilities.

Keywords: intellectual software complex, specific influence, attacks.

Развитие сферы агрокомплекса в Российской Федерации датируется выходом государственной программы, которая базируется на положениях Федерального закона от 29.12.2006 г. № 264 «О развитии

сельского хозяйства», Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. [1], Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [2], а также федеральных и ведомственных целевых программ, связанных с решением проблем развития агропромышленного комплекса страны и обеспечения его продовольственной безопасности. В связи с чем, агрокомплексы, входящие в состав Российской Федерации, стали развиваться, в том числе, в сторону автоматизации производства сельскохозяйственной продукции. Каждая система автоматизации представляет собой комплекс объектов вычислительной техники, находящихся в распределенной вычислительной сети предприятия. Как результат, возникает необходимость в стабильном функционировании и конфиденциальности управляющих производственных функций, находящихся внутри встроенных в автоматизированные системы управления агропромышленным комплексом объектов автоматизации. В том числе некоторые процессы производства в агропромышленном комплексе относятся к критической информационной инфраструктуре, в связи с чем возникает необходимость проведения оценок соответствия их систем безопасности.

Выполнить поставленные задачи позволяет использование специализированного программного обеспечения, позволяющего проводить анализ доступности РЭО в информационной сети, поиск доступных сервисов в программном обеспечении РЭО и организацию специальных воздействий на РЭО агрокомплекса со стороны злоумышленника.

На данный момент эти задачи решает разрабатываемый интеллектуальный программный комплекс «Аналитик». Комплекс имеет модульную архитектуру (рис. 1).

Модуль сканирования сети предназначен для скрытого обнаружения радиоэлектронных объектов. В результате работы модуль предоставляет информацию о физическом адресе устройства, операционной системе, ip-адресе, открытых сервисах и версий этих сервисов, на основе чего и можно обнаружить уязвимые стороны объектов агропромышленного комплекса.

Модуль осуществления специальных воздействий позволяет проводить атаки следующих типов: подмена кэша ARP-протокола, подмена кэша DNS-протокола, прослушка SSL пакетов, переполнения таблицы маршрутизации, и вывод из строя самого РЭО в агрокомплексе.

Остальные реализованные модули позволяют сопоставлять уязвимости из базы данных с обнаруженными, осуществлять взлом беспроводных сетей Wi-Fi и скрытно выявлять работу сервисов и служб, запущенных на сканируемом устройстве.

Рис. 1. Модули комплекса «Аналитик»

Таким образом, использование специального программного комплекса «Аналитик» позволяет осуществлять полный перечень мероприятий по тестированию радиоэлектронных объектов агропромышленного комплекса, а также выявлять дальнейший вектор построения системы защиты для него.

Список использованных источников

1. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года : Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р.

2. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации : Указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 г. № 120.

3. Бабин, С. А. Инструментарий хакера / С. А. Бабин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2015. – 240 с.

4. Weidman, G. Penetration testing: a hands-on introduction to hacking / G. Weidman // No Starch Press. – 2014. – 531 с.

5. Уолтон, Ш. Создание сетевых приложений в среде Linux / Ш. Уолтон. – М. : Вильямс, 2001. – 464 с.

References

1. O Koncepcii dolgosrochnogo social'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda : Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 17.11.2008 g № 1662-r.

2. Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii : Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 30.01.2010 g. № 120.

3. Babin, S. A. Instrumentarij hakera / S. A. Babin. – SPb.: BHV-Peterburg, 2015. – 240 p.
4. Weidman, G. Penetration testing: a hands-on introduction to hacking / G. Weidman // No Starch Press. – 2014. – 531 p.
5. Uolton, Sh. Sozdanie setevyh prilozhenij v srede Linux / Sh. Uolton. – M. : Vil'yams, 2001. – 464 p.

УДК 681.5

Эль-Эиссави Бадр Халил Махмуд, М. В. Чернопятов,
М. А. Ивановский, Ю. В. Минин
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: vvalex1961@yandex.ru)

ЗАДАЧА СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Аннотация. Рассмотрена задача структурного синтеза информационной системы для решения задач распознавания образов.

Ключевые слова: информационные системы, распознавание образов, граф обработки данных.

El-Eissawi Badr Khalil Mahmoud, M. V. Chernopyatov,
M. A. Ivanovsky, Yu. V. Minin
(Department of Information Systems and Information Protection,
TSTU, Tambov, Russia)

THE TASK OF STRUCTURAL SYNTHESIS OF INFORMATION SYSTEMS FOR PATTERN RECOGNITION

Abstract. The problem of structural synthesis of the information system for solving pattern recognition problems is considered.

Keywords: information systems, pattern recognition, data processing graph.

Проблема синтеза распределенных информационных систем, занимающихся распознаванием образов и применяемых в инфраструктуре агропромышленных предприятий, заключается в их модульном построении и характеризуется слабой формализацией. Как нами определено в [1], под концептуальным проектированием модульного математического и программного обеспечения понимается итерационная процедура определения состава и количества модулей, а также такой схемы их взаимодействия, которая удовлетворяла бы заданным критериям качества.

Концептуальную модель вычислительных процессов обозначим как:

$$S_{\text{вп}} = \langle P, O, H, \Re, \Im \rangle, \qquad (1)$$

где $P = \{p_i\}$ – множество процессов обработки информации; $O = \{o_i\}$ – множество информационных объектов (данных) ($P \cap O = \varnothing$); $H = \{H_p, H_o\}$ – отношения иерархии; $H_p \subseteq P \times B(P)$ – отношения иерархии процессов; $H_o \subseteq O \times B(O)$ – отношения иерархии объектов; $\Re = \{\text{In}, \text{Out}\}$ – отношения взаимодействия, $\text{In} \subseteq B(O) \times P$ – отношения входные объекты процесса – процесс; $\text{Out} \subseteq P \times B(O)$ – отношения процесс – выходные объекты процесса; $\Im \subseteq P \times B(P)$ – отношения следования процессов.

Этой схеме поставим так же, как нами предложено в [1], в соответствие граф обработки данных (ГОД) $\Gamma = \left(\overline{V,\ U}\right)$. Вершинами $V = \{v_i;\ i = \overline{1, R}\}$ такого графа являются процессы обработки данных из P, а ребрами $U = \{u_{ij} = (v_i, v_j)\}$ – множество данных из O, общих для соответствующих процессов. Характер соответствия элементов ГОД элементам концептуальной модели вычислительных процессов определяется по правилу:

$$\forall p_r \forall p_s\, (p_r, p_s \in P, p_s \in h_p(p_r), \{o_t\} = \text{in}(p_s), \{o_w\} = \text{out}(p_s), \forall p_m\colon t_p(p_m) = t_p(p_s)) \Rightarrow \exists v_i\, \exists v_j\, (v_i, v_j \in V, v_i \neq v_j, (v_i, v_j) = u_{ij} \in U, p_r \leftrightarrow v_i, (p_s, \{p_m\}) \leftrightarrow v_j, (\{o_t\}, \{o_w\}) \leftrightarrow u_{ij}).$$

Пусть на множестве всех допустимых подмножеств множества V – булеане $\left(B(V) = \left\{M_q;\ q = \overline{1,\ 2^R - 1}\right\};\ M_q = \{v_i\}\right)$ задано некоторое подмножество $M_f(V)$, элементы M_q которого удовлетворяют условиям:

$$M_f(V) \cup M_q = V,$$

где

$$M_q \in M_f(V),\ q = \overline{1,\ Q}; \qquad (2)$$

$$M_q \cap M_{q'} = \varnothing,$$

где

$$q \neq q',\quad M_q, M_{q'} \in M_f(V). \qquad (3)$$

Множество $M_f(V)$ представляет собой агрегированный граф $G = (\Gamma_q, S)$, вершинами которого являются подграфы $\Gamma_q = (M_q, Д_q)$, ($M_q = \{v_i\}$, $M_q \in M_f(V)$; $Д_q = \{u_{ij} = (v_i, v_j), v_i, v_j \in M_q\}$ – множество ребер M_q), а S – множество ребер, связывающие подграфы Γ_q между собой:

$$S = \bigcup_{q \neq q'} \{u_{ij} = (v_i, v_j), v_i \in M_q, v_j \in M_{q'}\}. \qquad (4)$$

Подграфы $\Gamma_q = (M_q, Д_q)$ называются функциональными модулями графа $\Gamma = (V, U)$ обработки данных. Аналогично предложенному нами в [3], множество ребер S графа G образуют межмодульный информационный интерфейс системы модулей ГОД Г. Если $S = \varnothing$, то $G = (\Gamma_q, S)$ состоит из отдельных, несвязных между собой подграфов (модулей) обработки данных. Если $\Gamma_q = \{v_i;\ i = 1, R\}$ и $S = \varnothing$, то в графе G отсутствует агрегация, что соответствует модульной системе нулевого уровня.

Концептуальная схема модульного программного обеспечения распознавания образов (МПО) формально представляется в виде тройки [3]:

$$S_{к_м} = \langle A_{мпо}, KS_м, SV_м \rangle, \tag{5}$$

где $A_{мпо}$ – совокупность описаний всех элементов модели; $KS_м$ – концептуальная схема модульной структуры; $SV_м$ – схема связи модульной структуры.

Концептуальной схемой модульной структуры называется пара:

$$KS_м = \langle NM, SM \rangle, \tag{6}$$

где NM – имя модульной структуры; SM – схема модулей, которая представляется парой:

$$SM = \langle PSM, PFV \rangle, \tag{7}$$

здесь $PSM = \{SM_q;\ q = \overline{1, Q}\}$ – множество схем модулей, где SM_q – схема q-го модуля:

$$SM_q = \langle P, O, H, \Re, \Im \rangle, \tag{8}$$

здесь $PFV = \{FV_{qq'};\ q, q' = \overline{1, Q}\}$ – множество отношений, существующих между модулями (Q – количество модулей), где $FV_{qq'}$ – множество входных и выходных данных процессов, принадлежащих модулю q', и вызываемых из модуля q ($q \neq q'$):

$$FV_{qq'} = \{o_i \mid o_i \in \mathrm{in}(p_j)\ Vo_i \in \mathrm{out}(p_j), p_j \in h_p(p_i); p_i \in SM_q, p_j \in SM_{q'}\}. \tag{9}$$

Рациональной концептуальной схемой модульной структуры будем называть такую $KS_м$, которая определяет минимальный по сложности межмодульный информационный интерфейс.

Пусть SM_f – некоторая схема модулей для $KS_м$. Множество допустимых схем модулей обозначим через σ ($SM_f \subset \sigma$). Тогда задача построения рациональной концептуальной схемы модульной структуры в общем виде может быть представлена как:

$$SM^{o} \underset{SM_f \subset \sigma}{\rightarrow} \min \Omega(SM_f), \tag{10}$$

где $\Omega(SM_f)$ – функция, определенная на множестве допустимых схем модулей σ и отражающая сложность межмодульных информационных связей.

Для представления концептуальной схемы модульной структуры $KS_м$ в виде графа обработки данных Г необходимо выполнить взаимооднозначное соответствие между множеством схем модулей SM_f и множеством разбиений $M_f(V)$, удовлетворяющих условиям (2), (3). Такое преобразование позволяет представить общий вид задачи построения рациональной модульной структуры в следующей форме:

$$M(V) \underset{M_f(V)\subset\sigma}{\rightarrow} \min\Psi(M_f(V)), \qquad (11)$$

где $\Psi(M_f(V))$ – функция, определенная на множестве допустимых разбиений σ ГОД Г.

Список использованных источников

1. Ивановский, М. А. Аналитическая модель синтеза модульной структуры программных комплексов сельскохозяйственного назначения / М. А. Ивановский, Е. В. Батурина, А. А. Л. Алмали // Наука и образование. – 2019. – Т. 2, № 4. – С. 198.
2. К вопросу о концептуальном моделировании вычислительного процесса автоматизированной обучающей системы (АОС) / Ю. Ю. Громов, М. А. Ивановский, В. Е. Дидрих и др. // Инженерная физика. – 2010. – № 3. – С. 3 – 7.
3. Ивановский, М. А. Синтез модульной структуры специальных программных средств / М. А. Ивановский, Е. В. Тарасова, Т. С. Михайлова // Наука и образование. – 2019. – Т. 2, № 4. – С. 215.

References

1. Ivanovsky, M. A. Analytical model for the synthesis of the modular structure of software systems for agricultural purposes / M. A. Ivanovsky, E. V. Baturina, A. A. L. Almali // Science and Education. – 2019. – T. 2, No. 4. – P. 198.
2. On the question of conceptual modeling of the computational process of an automated learning system (ATS) / Yu. Yu. Gromov, M. A. Ivanovsky, V. E. Didrikh et al. // Engineering Physics. – 2010. – No. 3. – P. 3 – 7.
3. Ivanovsky, M. A. Modular structure synthesis of special software tools / M. A. Ivanovsky, E. V. Tarasova, T. S. Mikhailova // Science and Education. – 2019. – T. 2, No. 4. – P. 215.

УДК 004.056.5

П. И. Карасев, Н. А. Макаров
(Кафедра КБ-1 «Защита информации»,
РТУ МИРЭА, Москва, Россия,
e-mail: karasev@mirea.ru, makarovnikita538@mail.ru)

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА И СРЕДСТВА ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

Аннотация. Сегодня можно с большой долей уверенности говорить о том, что проблематика в виде дальнейшей выработки мер и способов противодействия от разного рода несанкционированного воздействия и доступа к средствам информатизации и автоматизации требует постоянной и систематической работы в данном направлении, что в полной мере соответствует всей реальной действительности.

Ключевые слова: информационная безопасность, компьютерные системы, неправомерный доступ, конфиденциальность информации.

P. I. Karasev, N. A. Makarov
(Department KB-1 “Information Security”,
RTU MIREA, Moscow, Russia)

THE MAIN PROBLEMS IN THE FIELD OF INFORMATION SECURITY OF ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX AND THE MEANS OF THEIR PRACTICAL PREVENTION

Abstract. Today we can say with a high degree of confidence that the issue in the form of further development of measures and methods of countering various kinds of unauthorized influence and access to informatization and automation tools requires constant and systematic work in this direction, which fully corresponds to all reality.

Keywords: information security, computer systems, unauthorized access, confidentiality of information.

В настоящее время все без исключения страны современного мира практически каждый день сталкиваются с проблемами в области информационной безопасности, что требует от них постоянной выработки и обновления средств и методов их практического предотвращения.

Как представляется из фактического существа тематики данной научной статьи, предотвращение всех без исключения рисков из об-

ласти «информационной безопасности» требует значительного отвлечения материальных средств и человеческих ресурсов.

И такое положение рассматриваемого вопроса характерно не только для современной Российской Федерации, но и для большинства стран глобального мира, без исключения.

При этом важно отметить следующее. Все без исключения имеющиеся проблемы в области информационной безопасности лежат в плоскости ее надлежащего осуществления в безусловном порядке всего рассматриваемого вопроса.

Под «информационной безопасностью» понимается комплекс мероприятий в виде создания надлежащих условий работы и практического функционирования компьютерных систем.

Под компьютерными системами в области информатизации и автоматизации понимаются как отдельно стоящие и подключенные между собой автоматизированные рабочие места и серверы, так и многоуровневые системы хранения [1].

При этом если в отношении разного рода многоуровневых систем хранения компьютерной информации данная проблематика решается в общем и целом более менее успешно, то в отношении субъектов малого предпринимательства, учреждений бюджетной сферы деятельности Российской Федерации и так далее, требует своей скорейшей правовой и институциональной доработки.

Уже сегодня можно с уверенностью говорить о том, что без надлежащей «информационной безопасности» осуществление нормальной работы компьютерных систем невозможно в силу причин объективного характера и содержания.

Во многом именно поэтому, каждый без исключения специалист в области компьютеризации и информации, кроме обладания соответствующими профессиональными знаниями в области информатизации и автоматизации, должен обладать знаниями по осуществлению их надлежащей и эффективной защиты.

В силу повсеместного развития систем автоматизации и информатизации, основанных на сети Интернет, самым существенным образом возрастает тематика в виде выработки и применимости средств их фактической защиты.

К числу наиболее актуальных проблем в области информационной безопасности принято относить следующие из них [2]:

– ***угрозы конфиденциальности информации***. К угрозам конфиденциальности информации относятся все без исключения факты в виде нарушения установленных ограничений на доступ к ней. В качестве примера такого рода неправомерных действий выступают как

несанкционированные мероприятия обслуживающего персонала, так и специалисты, обладающие повседневным доступом к ней;

– ***угрозы целостности информации***. В свою очередь, под угрозами целостности информации в системах автоматизации и информатизации понимается и является любое несанкционированное ее изменение, осуществленное как в случайном, так и преднамеренном ее содержании. Примером такого рода незаконных действий могут выступать любые изменения имеющейся информации, начиная от искажения ее изначального содержания и заканчивая вопросами в виде установления разного рода «пиратских программ» и т.д.;

– ***угрозы доступности информации***. Под угрозами доступности информации выступает любое несанкционированное блокирование к ее непосредственному доступу у того или иного пользователя, либо у всех пользователей, без исключения.

Для осуществления всего комплекса работ в виде предотвращения всех указанных выше угроз, в настоящее время применяют следующие инжерно-технические методы и средства ее непосредственной защиты [3]:

– осуществление надлежащей защиты территорий и помещений «информационных систем» от незаконного проникновения нарушителей;

– осуществление защиты аппаратных средств «информационных систем» от противоправных действий в виде их хищения;

– предотвращение любой возможности удаленного видеонаблюдения за работой обслуживающего персонала «информационных систем» и их непосредственным функционированием;

– осуществление всего комплекса работ в виде организации надлежащего доступа в помещения, в которых расположены соответствующие «информационные системы»;

– осуществление всего комплекса мероприятий, в виде контроля за режимом работы обслуживающего персонала соответствующих «информационных систем»;

– осуществление контроля за перемещением сотрудников, обслуживающих соответствующие «информационные системы»;

– осуществление надлежащей и комплексной противопожарной защиты соответствующих «информационных систем»;

– осуществление всего комплекса мероприятий, в виде максимально возможной минимизации возможного материального ущерба от потерь той или иной компьютерной информации, которые возникли в результате разного рода стихийных бедствий и техногенных аварий.

В качестве основных проблем в области обеспечения «информационной безопасности» лежат вопросы следующего содержания – низкий уровень профессиональной компетенции пользователей, фактическое отсутствие материального стимулирования специалистов из области информационной безопасности и, наконец, отсутствия общегосударственной программы в области защиты «информационной безопасности» в организациях и учреждениях мелкого и среднего предпринимательства Российской Федерации.

Соответственно, для решения указанных выше проблем необходимо на общегосударственном уровне Российской Федерации решить вопросы следующего содержания:

– создать общефедеральную систему повышения профессионального уровня пользователей компьютерных систем;

– кардинальным образом повысить систему оплаты труда, специалистов из области информационной безопасности.

Таким образом, все без исключения указанные выше основные проблемы в области информационной безопасности и средства их практического предотвращения лежат в области практической организации надлежащего доступа к ней.

Вывод: Тематика в виде дальнейшей выработки мер и способов противодействия от разного рода несанкционированного воздействия и доступа к средствам информатизации и автоматизации требует постоянной и систематической работы в данном направлении.

Список использованных источников

1. Домарев, В. В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты / В. В. Домарев. – Diasoft, 2001. – 688 с.

2. Киреенко, А. Е. Современные проблемы в области информационной безопасности: классические угрозы, методы и средства их предотвращения / А. Е. Киреенко // Молодой ученый. – 2012. – № 3(38). – С. 40 – 46. – URL : https://moluch.ru/archive/38/4365/ (дата обращения: 02.04.2022).

3. Хорев, П. Б. Методы и средства защиты информации в компьютерных системах / П. Б. Хорев. – М. : Академия, 2005. – 256 с.

References

1. Domarev, V. V. Information technology security. Methodology for creating protection systems / V. V. Domarev. – Diasoft, 2001. – 688 p.

2. Kireenko, A. E. Modern problems in the field of information security: classical methods and means of preventing their spread / A. E. Kireenko // Young scientist. – 2012. – No. 3(38). – Pp. 40 – 46. – URL : https://moluch.ru/archive/38/4365/ (date of access: 04/02/2022).

3. Khorev, P. B. Methods and means of information protection in computer networks / P. B. Khorev. – M. : Academy, 2005. – 256 p.

УДК 631.3

Н. М. Гребенникова, А. Г. Дивин, П. В. Балабанов,
С. А. Сенкевич
(Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: miti@tstu.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СОРТИРОВКИ ФРУКТОВ

Аннотация. Рассмотрена оценка качества сортировки яблок с применением роботизированного комплекса. Приведена процедура оценки качества сортировки.

Ключевые слова: качество сортировки, роботизированный комплекс, методика оценки.

N. M. Grebennikova, A. G. Divin, P. V. Balabanov,
S. A. Senkevich
(Department of Mechatronics and Technological Measurements,
TSTU, Tambov, Russia)

THE USE OF A ROBOTIC COMPLEX TO IMPROVE THE QUALITY OF FRUIT SORTING

Abstract. The evaluation of the quality of apple sorting using a robotic complex is considered. The procedure for evaluating the quality of sorting is given.

Keywords: sorting quality, robotic complex, evaluation methodology.

Важным показателем качества яблок является недопущение в реализацию или при закладке на хранение попадания поврежденных плодов или плодов, пораженных болезнями. Это чаще всего обеспечивается ручной сортировкой, при которой значительное влияние на качество сортировки оказывает человеческий фактор. Снизить влияние человеческого фактора при сортировке яблок предназначен макет роботизированного комплекса сортировки и мониторинга качества фруктов, изготовленный в рамках выполнения ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» по теме «Разработка новых интеллектуальных робототехнических технологий мониторинга качества и сортировки фруктов» (Соглашение о предоставлении субсидии от 02.12.2019 г. № 05.604.21.0240) [1].

Для проведения работ по оценке качества сортировки роботизированным комплексом и соответствия его требованиям технического задания была разработана Программа и методика исследовательских испытаний, а также проведены экспериментальные исследования.

Программой и методикой испытаний предусмотрена проверка способности роботизированного комплекса распознавать поверхностные повреждения яблок, а также оценка вероятности ошибок первого и второго рода. Данная проверка включает следующие этапы.

1. Подготовка роботизированного комплекса для мониторинга качества и сортировки фруктов к работе. Подготовка контрольных образцов, образцы яблок без поверхностных повреждений, а также образцы яблок с такими повреждениями и болезнями (загнившие растительные ткани плодов площадью равной или более 0,2 см^2; увядшие плоды; плоды, поврежденные сельхозвредителями, с количеством повреждений более двух, расположенных на противоположных поверхностях плода; плоды с пятнами парши более 0,5 см^2; плоды с джонотановой пятнистостью). Каждому контрольному образцу присваивается порядковый номер. Также обязателен контроль и фиксация условия окружающей среды в месте установки роботизированного комплекса, внешний осмотр конвейера, установка скорости движения объекта по конвейерной ленте. Задание очередности помещения контрольных образцов на конвейер (методом случайной выборки, три повтора).

2. Выполнение измерений, включающих запуск роботизированного комплекса. Помещение контрольных образцов на конвейер и регистрация сигнала («дефект» или «норма») системы технического зрения (визуально на мониторе ПК). При этом в случае обнаружения на контрольном образце поверхностного дефекта манипулятор должен захватить контрольный образец и убрать его с конвейера. Внесение полученных результатов в протокол испытания. Повторить испытание для всех контрольных образцов согласно заданной очередности (на основе случайной выборки).

3. Обработка результатов. Результатом исследования является число случаев правильного и неправильного определения системой технического зрения наличия поверхностных повреждений на объектах контроля и точность срабатывания манипулятора и удаление (или пропуск) поврежденных объектов. Рассчитывается среднее арифметическое значение несоответствующих результатов по всем образцам.

Согласно техническому заданию, роботизированный комплекс должен обеспечивать возможность определения поверхностных дефектов, с вероятностью ошибки 1 и 2 рода не более 15%. Ошибкой 1-го рода является случай, при котором яблоко без дефектов, отбрако-

вано как дефектное; ошибкой 2-го рода является случай, при котором дефектное яблоко не отбраковано (пропущено).

В экспериментальном исследовании проведена оценка качества сортировки для яблок трех сортов «Орловское полосатое», «Спартан», «Имрус». Из отобранных 156 образцов:

– «Орловское полосатое» – 48 шт.;
– «Спартан» – 48 шт.;
– «Имрус» – 60 шт.

Из 156 образцов 36 не имели поверхностных повреждений.

Общее количество отобранных образцов составило 156 шт.:

– без поверхностных повреждений – 36 шт.;
– плоды, имеющие поверхностные повреждения – 120 шт.,

из них:

✓ загнившие растительные ткани плодов площадью от 0,2 см^2 – 34 шт.;
✓ увядшие плоды – 15 шт.;
✓ плоды, поврежденные сельхозвредителями, с количеством повреждений более двух, расположенных на противоположных поверхностях плода – 22 шт.;
✓ плоды с пятнами парши более 0,5 см^2 – 34 шт.;
✓ плоды с джонотановой пятнистостью – 15 шт.

Результаты проведенной экспериментальной оценки качества сортировки яблок роботизированным комплексом:

– для сорта «Орловское полосатое» проведено 143 измерения, в которых было допущено 17 ошибок, что составляет 12% (из них ошибок первого рода – 9 (6,3% от общего числа измерений), ошибок 2-го рода – 8 (5,6% от общего числа измерений));

– для сорта «Спартан» было допущено 19 ошибок из 143 измерений (13%), (из них ошибок первого рода – 11 (7,7% от общего числа измерений), ошибок 2-го рода – 8 (5,6% от общего числа измерений));

– для сорта «Имрус» допущено 25 ошибок из 180 измерений (14%), (из них ошибок первого рода – 12 (6,7% от общего числа измерений), ошибок 2-го рода – 13 (7,2% от общего числа измерений)).

Как видно из экспериментальных данных, роботизированный комплекс обеспечивает сортировку яблок с вероятностью ошибки (1 и 2 рода) не более 14%, что соответствует требованиям технического задания.

Список использованных источников

1 Vision system for detection of defects on apples using hyperspectral imaging coupled with neural network and haar cascade algorithm / P. V. Balabanov, A. G. Divin, A. S. Egorov, V. A. Yudaev, D. A. Lyubimova // IOP Conference Se-

ries : Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2020. – Pp. 52058

References

1 Vision system for detection of defects on apples using hyperspectral imaging coupled with neural network and haar cascade algorithm / P. V. Balabanov, A. G. Divin, A. S. Egorov, V. A. Yudaev, D. A. Lyubimova // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2020. – Pp. 52058

УДК 681.5

С. К. Толмачев, М. И. Бородин, В. В. Шатских,
А. А. Гусев, Р. М. Башкиров
(Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск
радиоэлектронной борьбы (учебный и испытательный),
г. Тамбов, Россия,
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru)

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Рассматриваются преимущества использования учебно-тренировочных средств в агропромышленном комплексе для повышения качества подготовки сотрудников перед началом работы на используемых в производстве машинах.

Ключевые слова: учебно-тренировочное средство, обучение, машина.

S. K. Tolmachev, M. I. Borodin, V. V. Shatskih,
A. A. Gusev, R. M. Bashkirov
(Interspecific center of training and combat employment of troops
of electronic warfare (training and testing), Tambov, Russia)

ADVANTAGES OF THE USE OF EDUCATIONAL AND TRAINING FACILITIES IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. This paper discusses the benefits of using training aids in the agro-industrial complex to improve the quality of employee training before starting work on machines used in production.

Keywords: educational and training facility, training, machine.

В настоящее время в аграрной промышленности используется огромное количество различных машин на всем пути производства. Перед тем как использовать эти машины необходимо пройти обучение, как правильно ими пользоваться, в каком порядке производить операции, чтобы не нарушить работу агрегата.

Для проведения обучения необходимо выделить одну из машин, используемую для работы, чтобы наглядно показать все тонкости работы с ней. Однако, обучение может проводиться для большого количества людей, что при наличии одного демонстрируемого агрегата может занять значительное количество времени. Также во время обучения обучаемый может ошибиться в порядке выполнения шагов экс-

плуатации машины, из-за чего могут возникнуть проблемы с ее дальнейшей эксплуатацией, либо проблемы с объектом производства.

Чтобы избежать неосторожных действий новых сотрудников при работе с машинами, а также ускорить их обучение, можно использовать учебно-тренировочные средства, ориентированные на полную симуляцию работы с агрегатом [1]. В подобных программных средствах можно настроить различные режимы обучения, в которых будет не только рассказываться порядок проведения операций, но и контролироваться итоговая подготовка обучаемого.

При прохождении обучения на компьютере с использованием учебно-тренировочных средств обучаемый визуально запоминает рычаги управления, необходимые для произведения тех или иных действий с машиной, что позволяет использовать настоящий экземпляр на последних этапах обучения для проведения экзамена.

Также для повышения качества обучения сотрудника, в отличие от традиционного способа, в подобных учебно-тренировочных средствах можно смоделировать ситуации поломки машины или нарушения ее работы. В подобном сценарии обучаемый может лично увидеть признаки неверного поведения агрегата, а также узнать и визуально запомнить порядок действий, при котором возможно устранение неполадки или предотвращение ухудшения ситуации.

После прохождения подобного курса работник будет иметь представление о возможных неполадках и путях решения данных проблем. Подготовленный человек при непосредственной работе на производстве не поддастся панике, а, как минимум, не допустит ухудшения ситуации на производстве, так как будет иметь хотя бы виртуальный опыт нахождения в подобной ситуации.

Список использованных источников

1. Зеленовская, Н. В. Возможности обучения с использованием виртуальных учебных имитаций (симуляторов) / Н. В. Зеленовская, Н. С. Филимонов // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (Брест, 21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : Новосиб. гос. архитек.-строит. ун-т, 2017. – С. 114 – 116.

References

1. Zelenovskaya, N. V. Vozmozhnosti obucheniya s ispol'zovaniem virtual'nyh uchebnyh imitacij (simulyatorov) / N. V. Zelenovskaya, N. S. Filimonov // Innovacionnye tekhnologii v inzhenernoj grafike: problemy i perspektivy : sb. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Brest, 21 aprelya 2017 g.). – Novosibirsk : Novosib. gos. arhitekt.-stroit. un-t, 2017. – Pp. 114 – 116.

УДК 004.056.5

Ф. О. Федин, П. И. Карасев
(Кафедра КБ-1 «Защита информации»,
РТУ МИРЭА, Москва, Россия,
e-mail: fedin@mail.ru, karasev@mirea.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Выполнено построение и описание контекста модели процесса создания системы защиты информации распределенной информационно-телекоммуникационной сети предприятия агропромышленного комплекса. Данный контекст является базой для создания полной модели процесса создания системы защиты информации распределенной информационно-телекоммуникационной сети предприятия.

Ключевые слова: информационная безопасность, защита информации, моделирование, система защиты информации.

F. O. Fedin, P. I. Karasev
(Department KB-1 “Information Protection”,
RTU MIREA, Moscow, Russia)

MODELING THE PROCESS OF CREATING AN INFORMATION SECURITY SYSTEM FOR A DISTRIBUTED INFORMATION AND TELECOMMUNICATION NETWORK OF AN AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISE

Abstract. The construction and description of the context of the model of the process of creating an information security system for a distributed information and telecommunication network of an agro-industrial complex enterprise has been completed. This context is the basis for creating a complete model of the process of creating an information security system for a distributed information and telecommunication network of an enterprise.

Keywords: information security, information security, modeling, information security system.

Система защиты информации (как орган управления, организация или учреждение) – это совокупность органов и (или) исполнителей, используемой ими техники защиты информации, а также объектов защиты, организованная и функционирующая по правилам и нормам, установленным соответствующими документами в области защиты

информации (п. 2.4.3. Национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р50922–2006 «Защита информации. Основные термины и определения»). Контекстная диаграмма модели процесса создания системы защиты информации распределенной информационно-телекоммуникационной сети предприятия представлена на рис. 1.

В качестве входных данных при создании системы защиты информации распределенной информационно-телекоммуникационной сети предприятия используется информация об объектах защиты в компании, а также информация о текущих системах и средствах ЗИ. На основе этих входных данных и в соответствии с ГОСТами, Постановлениями Правительства, Федеральными Законами, документами ФСТЭК и внутренними документами предприятия, членами организационной структуры разрабатывается СЗИ. В организационную структуру входят: руководитель предприятия и/или его заместитель; коллегиальный орган; сотрудники службы ИБ.

Система защиты информации (как объект обработки информации) – это совокупность организационных мероприятий, технических, программных и программно-технических средств защиты информации и средств контроля эффективности защиты информации (п. 3.3 Национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р51583–2014 «Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении. Общие положения»).

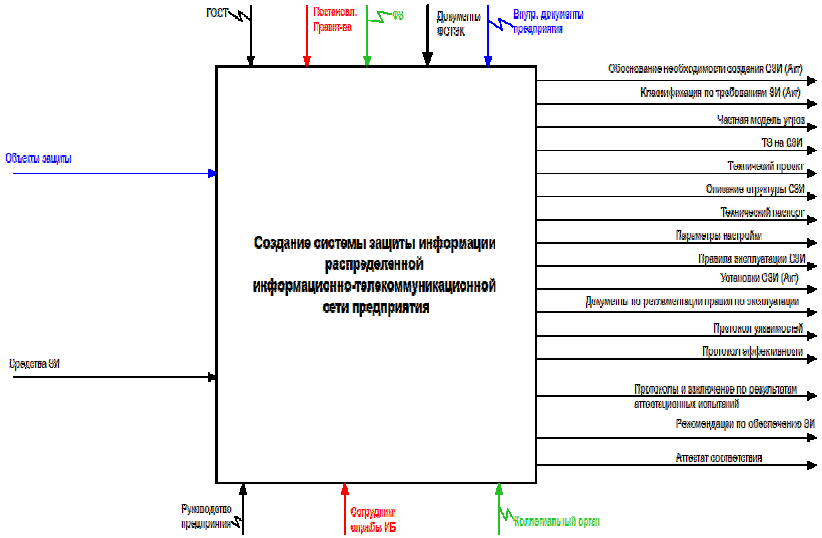


Рис. 1. Общая модель процесса создания СЗИ

В результате разработки системы защиты информации распределенной информационно-телекоммуникационной сети предприятия получается сама СЗИ, документация по ее обслуживанию и эксплуатации, техническая документация по структуре и настройке СЗИ, техпаспорт и аттестат соответствия.

Стадии и детализация стадий по созданию системы защиты информации распределенной информационно-телекоммуникационной сети предприятия агропромышленного комплекса будет представлена авторами в последующих работах.

Вывод

В результате проделанной работы был определен контекст (с применением стандарта моделирования IDEF0 построена контекстная диаграмма верхнего уровня) модели процесса создания системы защиты информации распределенной информационно-телекоммуникационной сети предприятия агропромышленного комплекса. Данный контекст является базой для создания полной модели процесса создания системы защиты информации распределенной информационно-телекоммуникационной сети предприятия.

Список использованных источников

1. Федин, Ф. О. Разработка требований к автоматизированной системе оценивания результатов инновационной деятельности образовательной организации / Ф. О. Федин, О. Н. Ромашкова, Я. В. Захаров // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». – 2021. – № 6. – С. 96 – 101.

2. Федин, Ф. О. Моделирование предметной области в целях создания автоматизированной информационной системы управления довузовской подготовки школьников / Ф. О. Федин, А. К. Соломатин, Е. Н. Павличева // Информационные системы и технологии. – 2021. – № 6(128). – С. 47 – 55.

3. Комбинационная модель машинного обучения для анализа сетевого трафика в интересах защиты информации / А. К. Соломатин, Ф. О. Федин, О. В. Трубиенко, Е. Н. Павличева // Информационные системы и технологии. – 2021. – № 1(123). – С. 109 – 118.

References

1. Fedin, F. O. Development of requirements for an automated system for evaluating the results of innovative activities of an educational organization / F. O. Fedin, O. N. Romashkova, Ya. V. Zakharov // Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series "Natural and technical sciences". – 2021. – No. 6. – Pp. 96 – 101.

2. Fedin, F. O. Modeling of the subject area in order to create an automated information management system for pre-university training of schoolchildren / F. O. Fedin, A. K. Solomatin, E.N. Pavlicheva // Information systems and technologies. – 2021. – No. 6(128). – Pp. 47 – 55.

3. Combinational machine learning model for analyzing network traffic in the interests of information security / A. K. Solomatin, F. O. Fedin, O. V. Trubienko, E. N. Pavlicheva // Information systems and technologies. – 2021. – No. 1(123). – Pp. 109 – 118.

УДК 681.5

Н. С. Хрущев, И. А. Омельченко, Р. К. Будников,
С. Н. Горбунов, И. С. Гришин
(Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск
радиоэлектронной борьбы (учебный и испытательный),
г. Тамбов, Россия,
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru)

АУДИТ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «АНАЛИТИК»

Аннотация. Рассматривается использование специального интеллектуального программного комплекса «Аналитик» для проведения аудита информационной безопасности, а именно, определения уязвимостей в информационных системах агропромышленного комплекса для дальнейшего принятия решения по улучшению, исправлению и обновлению систем.

Ключевые слова: программный комплекс, уязвимости, сканер сетевой безопасности, атаки.

N. S. Khrushchev, I. A. Omelchenko, R. K. Budnikov,
S. N. Gorbunov, I. S. Grishin
(Interspecific center of training and combat employment of troops
of electronic warfare (training and testing), Tambov, Russia)

AUDIT OF INFORMATION SECURITY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX USING THE PROFESSIONAL INTELLECTUAL COMPLEX «ANALITIC»

Abstract. This paper discusses the use of a special intelligent software package «Analitic» for conducting an information security audit, namely, identifying vulnerabilities in information systems of the agro-industrial complex for further decision-making on improving, correcting and updating the system.

Keywords: software package, vulnerabilities, network security scanner, attacks.

Поскольку в настоящее время большинство секторов экономики, в том числе и агропромышленный комплекс, все больше и больше полагаются на цифровые системы для ведения бизнеса, то угроза осуществления кибератак приобретает все большее значение.

Существует множество причин, по которым злоумышленники совершают кибератаки на уязвимые места информационной системы. Одной из наиболее распространенных причин является кража или утечка информации. Вторичной причиной являются манипуляции и саботаж бесперебойной работы сельскохозяйственных процессов с целью нарушения правильной работы. Указанные векторы атак более распространены в сельском хозяйстве из-за широкой, не лишенной пробелов области мониторинга. Кроме того, существуют векторы атак в каналах связи и области управления и планирования.

Сельскохозяйственный сектор внедрил технологии автоматизации производства и цифровые системы быстрее, чем модернизировал механизмы в области информационной безопасности.

Информационные системы, на которых работают предприятия сельского хозяйства редко бывают полностью изолированными от сети Интернет. Даже когда они изолированы, всегда необходимо обновлять операционные системы и программное обеспечение, поскольку злоумышленникам не всегда нужен доступ к этим системам, чтобы остановить производство. Уязвимости могут быть введены в процессе обновления, как это произошло во время атаки на Solar Winds [1].

Когда в компьютерных системах и программном обеспечении выявляются уязвимости, поставщики регулярно предоставляют исправления и обновления для защиты своих продуктов [2]. Поскольку пользователи пренебрегают обновлением своих систем, хакеры часто используют уязвимости, для которых обычно доступны исправления. Регулярное обновление и исправление систем может смягчить многие угрозы информационной безопасности в агропромышленном комплексе.

Для проведения защищенности информационной системы может быть применен специальный интеллектуальный программный комплекс «Аналитик».

Одной из основных решаемых задач программного комплекса «Аналитик» является повышение эффективности обнаружения информационных каналов и кибератак в сетях радиоэлектронных объектов.

По сравнению с существующими комплексами для обеспечения сетевой безопасности, разрабатываемый комплекс имеет ряд преимуществ, среди них:

– высокая скорость проверки доступности радиоэлектронных объектов и сканирования портов;

– противодействие обнаружению процесса сканирования;

– автоматизированный процесс сбора и анализа результатов сканирования;

– определение уязвимостей программного и аппаратного обеспечения сканируемого объекта.

Структура комплекса представляет собой модульную систему. Наиболее важным модулем является модуль сканирования портов. Он предназначен для скрытного выявления работы сервисов и служб, запущенных на сканируемом устройстве. В результате работы модуль предоставляет информацию о доступных для взаимодействия сервисах, номер их порта и название службы. Название и версия сервиса, путем сопоставления с содержимым базы данных, используются для организации аудита информационной безопасности предприятия. База уязвимостей содержит описание уязвимости, список подверженного этой уязвимости программного обеспечения, условия использования и вредоносный код эксплуатации.

В результате специальный интеллектуальный программный комплекс «Аналитик» позволяет осуществлять анализ информационной инфраструктуры радиоэлектронных объектов, что позволяет эффективно определять уязвимости в информационных системах агропромышленного комплекса и своевременно выявлять бреши безопасности в них.

Список использованных источников

1. Lee, R. Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing / R. Lee. – Berlin : Springer International Publishing, 2022. – 189 p.

2. Бабин, С. А. Лаборатория хакера / С. А. Бабин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2016. – 240 с.

References

1. Lee, R. Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing / R. Lee. – Berlin : Springer International Publishing, 2022. – 189 p.

2. Babin, S. A. Laboratoriia khakera / S. A. Babin. – Sankt-Peterburg : BKHV-Peterburg, 2016. – 240 p.

УДК 004.056.5

П. И. Карасев, А. О. Соболев
(Кафедра КБ-1 «Защита информации»,
РТУ МИРЭА, Москва, Россия,
e-mail: karasev@mirea.ru, sobolevwrld@mail.ru)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКУД ПРЕДПРИЯТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Аннотация. Рассматривается проектирование системы контроля и управления доступом для IT-компании в офисном помещении с применением различных современных способов аутентификации. Научная новизна представленной работы заключается в разработке системы, не имеющей аналогов, включающей в себя широкий круг возможностей в аспекте контроля и управления доступом.

Ключевые слова: информационная безопасность, система контроля и управления доступом, СКУД, проектирование, аутентификация.

P. I. Karasev, A. O. Sobolev
(Department KB-1 “Information Security”,
RTU MIREA, Moscow, Russia)

DESIGNING AN ACCESS CONTROL SYSTEM FOR AN AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISE USING MODERN AUTHENTICATION METHODS

Abstract. This article discusses the design of an access control and management system for an IT company in an office space using various modern authentication methods. The scientific novelty of the presented work lies in the development of a system that has no analogues, which includes a wide range of capabilities in terms of access control and management.

Keywords: information security, access control and management system, ACS, design, authentication.

С конца февраля российские корпорации начали сталкиваться с массированными целевыми кибератаками. Причем данная преступная деятельность отнюдь не часто имеет безусловный нацеленный характер, чаще всего цели для нападения ориентируются по региональной, а также отраслевой принадлежности. Также известны случаи нападения злоумышленников не на отечественные компании в общем, но на конкретные государственные, а также коммерческие корпорации. В свою очередь, под множественные кибератаки попали и западные бренды, работающие в России.

Обеспечивать физическую безопасность можно различными способами, но самым эффективным на сегодняшний день является создание системы контроля и управления доступом (СКУД). В данной работе описывается авторский проект по разработке системы контроля и управления доступом для молодой IT-компании, которая постоянно расширяется и увеличивает число своих сотрудников. Предлагаемая система будет иметь двухфакторную аутентификацию (биометрия лица + RFID-идентификатор или смартфон с NFC) и строиться на базе оборудования производителя «РусГард» [1].

СКУД – это совокупность средств контроля и управления доступом, обладающих технической, информационной, программной и эксплуатационной совместимостью [2].

На сегодняшний день существуют такие современные виды аутентификации в системе СКУД [3, с.1]:

– аутентификация с использованием пары логин/пароль;
– аутентификация с использованием смарт-карт;
– аутентификация с использованием NFC-технологии;
– биометрическая аутентификация;
– аутентификация по ключам iButton и QR-коду.

Целями разработки СКУД для компании являются: уменьшение вероятности угрозы кражи конфиденциальной информации, обеспечение физической безопасности и пропускного режима, ведение учета рабочего времени сотрудников и контроль за соблюдением трудовой дисциплины.

К проектируемой системе предъявляются следующие требования:

– обеспечение безопасности от несанкционированного доступа в офис компании и ведение учета рабочего времени сотрудников;

– возможность доработки и расширения функционала, масштабирования системы;

– возможность подключения считывателей различных типов (идентификация по биометрии лица и RFID/NFC);

– ручное, автоматическое открывание преграждающих конструкций (турникет, замок) при ЧС;

– защита технических и программных средств СКУД от несанкционированного доступа;

– СКУД необходимо организовать в отдельной изолированной локальной сети;

– количество идентификаторов не менее 100 штук, учесть возможность создания временных пропусков и удаление пропусков уволенных сотрудников;

– организация автоматизированного рабочего места администратора СКУД, с помощью которого будет осуществляться администрат-

рирование системы, изменение, добавление и удаление пользователей, ведение учета рабочего времени;

– реализация защиты автоматизированных рабочих мест от несанкционированного доступа путем оснащения рабочих места аппаратными средствами, считывающими персональные идентификаторы.

В качестве поставщика оборудования и программного обеспечения была выбрана компания «РусГард» за счет бесплатного программного обеспечения, возможность масштабирования системы и простого монтажа.

Первым рубежом безопасности офиса являются турникеты, которые необходимо разместить на главном и запасном входах в офис. После анализа требований руководства организации к СКУД, было принято решение использовать двухфакторную аутентификацию (биометрия лица и RFID-идентификатор Mifare или смартфон с NFC). На шести дверях в помещении должны быть установлены считыватели на вход и выход, электромагнитный замок с герконом и контроллер. Двери для доступа в серверную и кабинет директора подлежат усиленной защите и оборудуются терминалом распознавания лиц, контроллером и более мощным электромагнитным замком. В таблице 1 приведено оборудование, которое будет применяться для СКУД.

1. Оборудование, применяемое для СКУД

№	Наименование	Предназначение и особенности
1	Скоростной распашной турникет ZKTeco Mars-B1000	Скоростной турникет предназначен для помещений. Обладает модульной структурой панели считывания. Позволяет использовать турникет с разными видами считывателей (по биометрии (лицо, отпечаток пальца, рисунок вен ладони), считыватель RFID и NFC)
2	Считыватель RusGuard R15-Multi	Мультиформатный считыватель от компании «РусГард». Позволяет работать со всеми видами карт, а также смартфонами (NFC)
3	Контроллер СКУД ACS-105-CE-B	Оптимальное соответствие цена/функционал. Позволяет работать с терминалами распознавания лиц R20-Face. Поддерживает интерфейсы RS-232 и RS-485. Поддерживает работу в режиме двухфакторной аутентификации (карта/NFC + лицо)

Продолжение табл. 1

№	Наименование	Предназначение и особенности
4	Терминал распознавания лиц R20-Face (5W)	Устройство предназначено для того, чтобы распознавать лица и идентифицировать пользователей в системе контроля доступа. Высокая скорость работы (распознавание за доли секунды)
5	Программное обеспечение RusGuard Soft	Это профессиональный, полностью бесплатный софт для полноценной работы СКУД. Благодаря неограниченным возможностям масштабирования, он может решать задачи как небольшого офиса с несколькими десятками сотрудников, так и крупного предприятия с развитой филиальной сетью и десятками тысяч работников
6	Настольный считыватель карт 4 в 1 R5 USB Prof	Устройство предназначено для чтения/записи данных бесконтактных карт и работы с NFC и BLE устройствами и подключается к компьютеру по USB. Поддерживает работу с картами любых стандартов. Поддержка устройств с NFC или BLE под управлением iOS и Android (бесплатное приложение RusGuard Key)
7	ЭМ замок Smartec ST-EL150S с доводчиком	Электромагнитный замок с доводчиком для защиты дверей. Нормально открытый электромагнитный замок Smartec ST-EL150S рассчитан на одностворчатую внутреннюю дверь. Подходит для всех типов дверей
8	СЗИ от НСД Secret Net Studio + АПМДЗ «Соболь»	Электронный замок «Соболь» – это сертифицированный аппаратно-программный модуль доверенной загрузки. ПАК «Соболь» может применяться как устройство, обеспечивающее защиту автономного компьютера, а также рабочей станции или сервера, входящих в состав локальной вычислительной сети. Комплекс имеет широкий выбор форматов исполнения и применяется совместно с продуктами Secret Net 7 и Secret Net Studio как средство, усиливающее механизм обнаружения атак на конечные точки

Сервер предназначен для управления всей сетью СКУД, обрабатывает и хранит информацию и будет находиться в серверном помещении с ограниченным доступом и выполнять следующие функции:

1) сбор событий с подконтрольных контроллеров СКУД, ведение архива произошедших событий и управление всеми контроллерами;

2) ведение базы данных пользователей, идентификаторов, правил разграничения доступа в помещения;

3) сбор информации о времени работы сотрудников.

В кабинете службы безопасности будет обустроено автоматизированное рабочее место администратора СКУД и связано со всей ЛВС СКУД, откуда уполномоченные сотрудники со своими идентификаторами могут добавлять новых пользователей в систему, вести учет рабочего времени, осуществлять администрирование системы. Локальная сеть СКУД является изолированной и не связана с корпоративной по соображениям безопасности. В качестве мер дополнительной защиты рабочих мест сотрудников предлагается использовать средства защиты информации от несанкционированного доступа (СЗИ от НСД) со считывателем смарт-карт.

Таким образом, в работе предлагается структурная схема системы контроля и управления доступом, представленная на рис. 1.

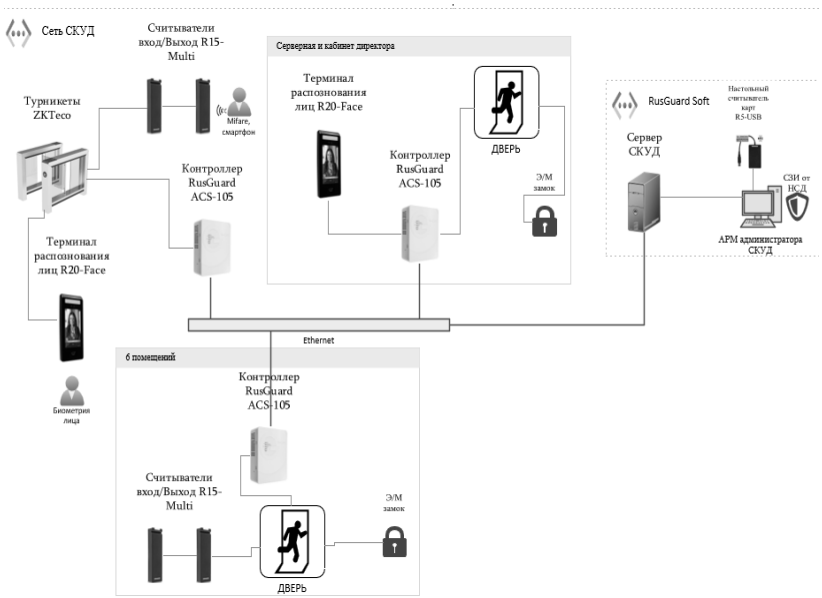


Рис. 1. Схема построения СКУД

Список использованных источников

1. Система контроля и управления доступом RusGuard [Электронный ресурс]. – URL : https://www.rgsec.ru/ (дата обращения: 28.03.2022).
2. ГОСТ Р 54831–2011. Системы контроля и управления доступом. Устройства преграждающие управляемые. Общие технические требования. Методы испытаний. – Утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 13.12.2011 г. № 1223-ст.
3. Годовников, Е. А. Проектирование СКУД предприятия с интегрированной аутентификацией беспроводной сети / Е. А. Годовников, А. В. Шицелов, Р. Т. Усманов // Вестник Югорского государственного университета. – 2019. – № 2(53). – С. 23 – 28.

References

1. Access control and management system RusGuard [Electronic resource]. – URL : https://www.rgsec.ru/ (date of access: 03/28/2022).
2. GOST R 54831–2011. Access control and management systems. Controlled blocking devices. General technical requirements. Test methods. – Approved and put into effect by the Order of Rosstandart dated 12/13/2011 No. 1223-st.
3. Godovnikov, E. A. Designing an enterprise access control system with integrated wireless network authentication / E. A. Godovnikov, A. V. Shitselov, R. T. Usmanov // Bulletin of the Yugorsk State University. – 2019. – No. 2(53). – Pp. 23 – 28.

УДК 681.2

М. И. Елизарова[1], И. А. Елизаров[2], В. А. Погонин[2]
([1]ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: elizarova2002@yandex.ru;
[2]ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: elial68@yandex.ru, ipu_tstu@mail.ru)

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ТЕПЛИЧНОМ КОМПЛЕКСЕ НА БАЗЕ СЕТИ LORAWAN

Аннотация. Рассматривается возможность применения сети LoRaWAN для создания автоматизированной системы управления микроклиматом в тепличном комплексе.

Ключевые слова: микроклимат, беспроводные технологии связи, LoRaWAN, автоматизированная система управления, SCADA-система.

M. I. Elizarova[1], I. A. Elizarov[2], V. A. Pogonin[2]
([1]Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,
e-mail: elizarova2002@yandex.ru;
[2]TSTU, Tambov, Russia,
e-mail: elial68@yandex.ru, ipu_tstu@mail.ru)

MICROCLIMATE MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM IN A GREENHOUSE COMPLEX BASED ON THE LORAWAN NETWORK

Abstract. The possibility of using the LoRaWAN network to create an automated microclimate management system in a greenhouse complex is considered.

Keywords: microclimate, wireless communication technologies, LoRaWAN, automated control system, SCADA system.

В последнее время появляются все больше крупных тепличных комплексов. Они используются для выращивания различной продукции, например, клубники и овощей. Масштабы современных комплексов делают невозможными управление ими в ручном режиме. Чтобы повысить качество производимой продукции и обеспечить оптимальное распределение ресурсов необходимы автоматизированные системы управления.

Одной из основных задач, решаемых системами автоматического управления, является контроль и поддержание необходимых почвенно-климатических условий, проведение агротехнических мероприятий, таких как внесение удобрений, опрыскивание против вредителей.

Для крупных тепличных комплексов использование традиционной технологии проводной передачи данных экономически нецелесообразно ввиду большого количества датчиков и исполнительных устройств, распределенных на большой территории. Один из вариантов построения системы – использование беспроводных технологий Интернета вещей (IoT).

Для контроля микроклимата в тепличных комплексах устанавливаются датчики влажности почвы, pH почвы, температуры и влажности воздуха, датчики освещенности. Система мониторинга собирает информацию с них и передает на базовую станцию. Далее информация поступает на облачный сервер. На этом сервере установлен облачный сервис SCADA-системы Master SCADA 4D, посредством которого реализовано автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора-технолога. SCADA-система позволяет реализовать следующие функции: сбор, архивирование и хранение информации о состоянии системы, обработка информации и представление ее в наглядном виде, например, в форме динамизированных мнемосхем, гистограмм, анимационных изображений, графиков и таблиц, отображение и запись аварийных и предаварийных ситуаций, регистрация всех действий оператора [1]. Таким образом оператор-технолог через облачный сервис получает информацию о микроклимате в тепличном комплексе в режиме реального времени, может контролировать работу автоматизированной системы управления и в случае необходимости вмешиваться в ход технологического процесса, например, изменять уставки регулятора, нормы полива и внесения удобрений. Алгоритмы управления поливом, а также внесения жидких удобрений реализованы на программируемом контроллере ОВЕН ПЛК-210.

В качестве беспроводной сети для сбора данных от многочисленных датчиков, установленных на территории тепличного комплекса, используется сеть LoRaWAN, основанная на технологии LoRa. LoRaWAN – открытый протокол связи, предусматривающий топологию «звезда». При такой организации сети каждое устройство взаимодействует с базовой станцией напрямую, что дает возможность в случае необходимости легко наращивать сеть [2].

Выбор LoRaWAN обусловлен следующими условиями [3]: низкое энергопотребление, большая дальность, хорошая помехозащищенность, высокая защищенность данных, большое количество подключаемых оконечных устройств на одну базовую станцию. Низкое потребление

электроэнергии датчиком делает возможной его работу без замены питания на протяжении нескольких лет. Отечественная промышленность наладила выпуск устройств, поддерживающих использование LoRaWAN, например, компания «ВЕГА Абсолют» г. Новосибирск.

Нижний уровень комплекса технических средств представлен датчиками, клапанами. Средний уровень – базовой станцией сети LoRaWAN и щитом управления, на котором расположен управляющий контроллер ОВЕН ПЛК-210. Базовая станция осуществляет взаимодействие с конвертерами токовой петли с подключенными к ним датчиками. Верхний уровень комплекса технических средств представлен АРМом, совмещенным с сервером сети LoRaWAN [3].

При такой организации понижается итоговая стоимость развертывания автоматической системы управления за счет экономии на кабельной продукции.

Список использованных источников

1. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы : учебное пособие / И. А. Елизаров, А. А. Третьяков, А. Н. Пчелинцев, В. А. Погонин, В. Н. Назаров, П. М. Оневский. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 160 с.

2. Использование элементов «интернета вещей» в системах управления микроклиматом / И. А. Елизаров, В. Н. Назаров, А. А. Третьяков // Цифровизация агропромышленного комплекса : сб. науч. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – С. 362 – 367.

3. Беспроводные технологии мониторинга и управления в интенсивном садоводстве / И. А. Елизаров, В. Н. Назаров, А. А. Третьяков, Н. Г. Беляев // Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья : матер. I Всерос. конф. с междунар. участием. – 2019. – С. 482 – 487.

References

1. Integrated design and control systems: SCADA systems / I. A. Elizarov, A. A. Tretyakov, A. N. Pchelintsev, V. A. Pogonin, V. N. Nazarov, P. M. Onevsky. – Tambov : Publishing house of FSBEI VPO "TSTU", 2015. – 160 p.

2. Using elements of the "Internet of things" in microclimate control systems / I. A. Elizarov, V. N. Nazarov, A. A. Tretyakov // Digitalization of the agro-industrial complex : collection of scientific articles of the II International Scientific and Practical Conference. In 2 vol. – Tambov : Publishing house of FSBEI VPO "TSTU", 2020. – Pp. 362 – 367.

3. Wireless monitoring and control technologies in intensive horticulture / I. A. Elizarov, V. N. Nazarov, A. A. Tretyakov, N. G. Belyaev // Import-substituting technologies and equipment for deep complex processing of agricultural raw materials : mater. of the I All-Russian Conf. with international participation. – 2019. – Pp. 482 – 487.

УДК 004.056

А. А. Алексеев, В. В. Прохорова
(Кафедра «Информационная безопасность»,
НИУ «МИЭТ», Москва, Россия,
e-mail: valeri-prohor8@mail.ru, artalex25@gmail.com)

УПРАВЛЕНИЕ ЗАЩИЩЕННОСТЬЮ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Рассмотрены основные угрозы и уязвимости информационной безопасности на агропромышленном комплексе. Приведены порядок их распознавания и способы их устранения.

Ключевые слова: информационная безопасность, методика, угроза.

A. A. Alekseev, V. V. Prokhorova
(Department of Information Security,
National Research University of Electronic Technology,
Moscow, Russia)

SECURITY MANAGEMENT OF DIGITAL SYSTEMS AND FACILITIES OF AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISES

Abstract. The article discusses the main threats and vulnerabilities of information security in the agro-industrial complex. The order of their recognition and ways of their elimination are given.

Keywords: information security, methodology, threat.

Рыночная экономика всегда была нестабильна, но одно в ней остается неизменным – это необходимость использования информационной безопасности на предприятиях и организациях. Это важный аспект во многих отраслях экономики страны. Конкретно мы рассмотрим актуальность использования информационной безопасности на агропромышленных комплексах.

Перед организациями всегда встает вопрос финансовых затрат на обеспечение должной информационной безопасности на предприятиях, поэтому для уменьшения цены используют более упрощенные методы защиты, что приводит к еще большим затратам.

Начиная с 90-х годов прошлого столетия, появились документы, которые на правовом уровне начали определять и регулировать применение информационной безопасности на объектах. Этому также способствовало развитие промышленности, программного и аппарат-

ного компьютерного обеспечения и многое другое, но это и могло впоследствии стать потенциальной уязвимостью для защищенности.

Уязвимостями могут быть как недоработки в политике проведения мероприятий по защите информации в организации, так и неправильная модель разграничения доступа, что может привести к нарушению режима безопасности [1]. Впоследствии на основе таких уязвимостей могут образоваться угрозы удаления, хищения или искажения конфиденциальной информации или коммерческой тайны предприятия.

Подводя промежуточный итог, можно сказать, что недостаточный уровень информационной защищенности на предприятиях – это одна из главных проблем в организациях и ее нужно как-то устранить. Для этого можно и нужно совершенствовать политику защищенности и системы организаций, что подтверждает актуальность данной тематики и создает способы решения данной проблемы.

Одним из способов решения является рассмотрение потенциальных угроз и уязвимостей информационной безопасности и пути их устранения для улучшения защищенности организации и снижения потенциальных информационных рисков.

В информационной безопасности чаще всего принято разделение угроз на непреднамеренные и преднамеренные [2]. При непреднамеренном разглашении сведений лицо, которому информация ограниченного доступа была доверена или стала известна по службе или работе, нарушая правила и меры, установленные для защиты этой информации инструкциями, положениями, наставлениями и другими документами, не предвидит возможности разглашения информации ограниченного доступа, хотя по обстоятельствам должно было и могло предвидеть такие последствия. Юристы классифицируют такие действия как разглашение сведений по неосторожности [2]. В случае преднамеренного разглашения сведений ограниченного доступа лицо, которому информация ограниченного доступа была доверена или стала известна по службе или работе, сознавая неправомерность своих действий, связанных с разглашением этой информации, предоставляет или распространяет ее посторонним лицам. В этом случае субъективная сторона разглашения сведений характеризуется виной в форме прямого умысла [2].

Опираясь на определения выше, можно выделить некоторые из возможных уязвимостей информационной безопасности на агропромышленных комплексах:

– самой важной уязвимостью является человеческий фактор, так как у аппаратуры сбои редки и не зависят от психоэмоционального состояния человека;

– правовая уязвимость заключается в том, что в трудовых договорах не прописаны обязанности и ответственность за нарушение информационной безопасности и разглашение коммерческой тайны (конфиденциальной информации) сотрудником;

– неправомерное или отсутствующее обращение с документами, содержащими конфиденциальную информацию (копирование, хранение, уничтожение или передача третьим лицам);

– нарушения, связанные с неверным или отсутствующим грифом секретности на соответствующих документах, подлежащих защите, и содержащих конфиденциальную информацию;

– организационная уязвимость заключается в том, что не полностью либо вообще не проводится информирование сотрудников о способах информационной безопасности на организации;

– экономическая уязвимость основана на удешевлении способов информационной безопасности или вообще упразднении ее на организации.

Можно еще упомянуть проблему информационной безопасности в плане оценочного критерия и сбора для анализа статистик атак и угроз за время работы предприятия. Зачастую организации не заостряют на этом своего внимания, хотя большинство происшествий информационной безопасности являются однотипными и повторяются с определенной частотой.

Также не существует одного единого документа с методом правильной и безопасной работы сотрудников, потому что каждая организация разрабатывает свою собственную методику или вообще не уделяет этому моменту должного внимания. Но последнее более характерно для средних либо малых организаций, которые сильно ограничены в возможностях и финансовом плане, из-за чего они экономят на этом аспекте, что может привести в будущем к еще большим тратам и убыткам в случае реализации угрозы информационной безопасности.

Для оптимальной работы средств информационной безопасности стоит отметить несколько этапов, которые упростят работу и понимание применения защищенности на агропромышленном комплексе [2].

Первый этап – определиться с информацией, которую следует защищать. Это самый важный этап, потому что не всю информацию следует засекречивать и защищать. Есть информация, которая должна быть общеизвестна и скрытие ее карается законом.

Второй этап – определиться со свойствами информации, которые подлежат защите. Нужно указать, что из конфиденциальности, целостности и доступности нужно защищать у той или иной информации в зависимости от требований.

Третий этап – определиться с угрозами информационной безопасности. В зависимости от выбранных свойств информации во втором этапе проводят определение потенциальных угроз и уязвимостей, системы, которые могут привести к угрозам.

Четвертый этап – на основе предыдущих этапов определиться со способами защиты и возможностями устранения тех или иных угроз.

Подводя итог, можно утверждать, что усовершенствование методики, способов оценки и сбора статистики по информационной безопасности улучшит работу агропромышленного комплекса, защитит информацию, составляющую коммерческую тайну, и снизит убытки производства при правильной эксплуатации и соблюдении мер информационной безопасности, которые стоит отдельно прописывать в методике и в трудовом договоре сотрудников.

Список использованных источников

1. Мельников, В. П. Информационная безопасность и защита информации. – 3-е изд., стер. / В. П. Мельников, С. А. Клейменов, А. М. Петраков.– М. : Академия, 2008. – 336 с.

2. Хорев, А. А. Угрозы безопасности информации [Электронный ресурс]. – URL : http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=955&lvl=04.03

References

1. Mel'nikov, V. P. Informatsionnaya bezopasnost' i zashchita informatsii. – 3-e izd., ster. / V. P. Mel'nikov, S. A. Kleymenov, A. M. Petrakov.– M. : Akademiya, 2008. – 336 p.

2. Khorev, A. A. Ugrozy bezopasnosti informatsii [Elektronnyy resurs]. – URL : http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=955&lvl=04.03

УДК 621.313

В. М. Степанов, С. В. Ершов, В. Ю. Непомнящий
(ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,
г. Тула, Россия,
e-mail: eists@rambler.ru)

АНАЛИЗ НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЛЭП В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Затронут вопрос надежности транспортировки электроэнергии от электростанции к потребителям агропромышленного комплекса, который является одной из важнейших задач энергетики. Передача электроэнергии осуществляется преимущественно посредством воздушных линий электропередачи (ЛЭП), которые включают в себя линии и оборудование для преобразования энергии и согласования с нагрузкой. Эффективность и надежность транспортировки электрической энергии зависит от состояния сетей электроснабжения. Неразрушающий мониторинг воздушных ЛЭП дает возможность решения многих проблем в этой области.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, электроснабжение, надежность электроснабжения, энергоэффективность, мониторинг ЛЭП.

V. M. Stepanov, S. V. Ershov, V. Yu. Nepomnyashchy
(Tula State University,
Tula, Russia)

ANALYSIS OF NON-DESTRUCTIVE METHODS OF DIAGNOSING POWER LINES IN POWER SUPPLY SYSTEMS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES

Abstract. The issue of reliability of electricity transportation from the power plant to the consumers of the agro-industrial complex, which is one of the most important tasks of the energy sector, was touched upon. The transmission of electricity is carried out mainly through overhead power transmission lines (transmission lines), which include lines and equipment for energy conversion and load matching. The efficiency and reliability of electric energy transportation depends on the state of the power supply networks. Non-destructive monitoring of overhead transmission lines makes it possible to solve many problems in this area.

Keywords: agro-industrial complex, power supply, reliability of power supply, energy efficiency, monitoring of power lines.

Применение цифровых технологий в области неразрушающего мониторинга в значительной степени изменили принципы контроля параметров воздушных ЛЭП систем электроснабжения объектов агропромышленного комплекса. На сегодняшний день на рынке цифровых

устройств создаются модели для мониторинга состояния сложных многомерных систем, для регулирования и дистанционного управления многими объектами агропромышленного комплекса, встроенными устройствами для электроэнергетики и систем электроснабжения объектов агропромышленного комплекса. Причиной успеха цифровых технологий является компактность и простота в эксплуатации в сложных, труднодоступных и опасных ситуациях, когда неразрушающий мониторинг позволяет избежать аварий и материальных потерь. Цифровые технологии неразрушающего мониторинга нашли свое место в промышленности, медицине, военном деле, индустрии развлечений и космических системах. [1 – 3]. Настала очередь и агропромышленного комплекса

Для реализации неразрушающей технологии необходимо, чтобы основой модуля дистанционного мониторинга проводов ВЛ систем электроснабжения объектов агропромышленного комплекса являлось устройство обработки данных, полученных от цифровых датчиков, установленных в модуле. Это позволяет выполнить формирование математической модели на основе выходных данных с датчиков. На указанном этапе создания системы осуществляется оснащение модуля диагностики ВЛ следующими датчиками:

– цифровыми датчиками дистанционной диагностики температуры, параметров протекающего тока и возникновения нарушения целостности проводов высоковольтных ВЛ, а также распределительных сетей;

– цифровыми датчиками дистанционной диагностики параметров угла стрелы провеса и вибрации проводов высоковольтных линий электропередач.

Информация с указанных цифровых датчиков модулей, установленных на ВЛ, направляется на узел сбора информации от устройств дистанционной диагностики для последующего анализа и перенаправления полученной информации по приемным установкам электросетевых компаний и аварийных служб для принятия решения о возможном возникновении нештатных и аварийных ситуаций.

В состав устройства дистанционного мониторинга проводов линий электропередач может входить несколько цифровых датчиков для диагностики проводов высоковольтных линий (ВЛ) 6…35 кВ систем электроснабжения объектов агропромышленного комплекса, на основе информации о которых осуществляется построение математической модели. Последовательность алгоритма формирования входных и выходных параметров цифровой математической модели с учетом обработки получаемых данных от датчиков модуля дистанционного мониторинга элементов сети представлена на рис. 1.

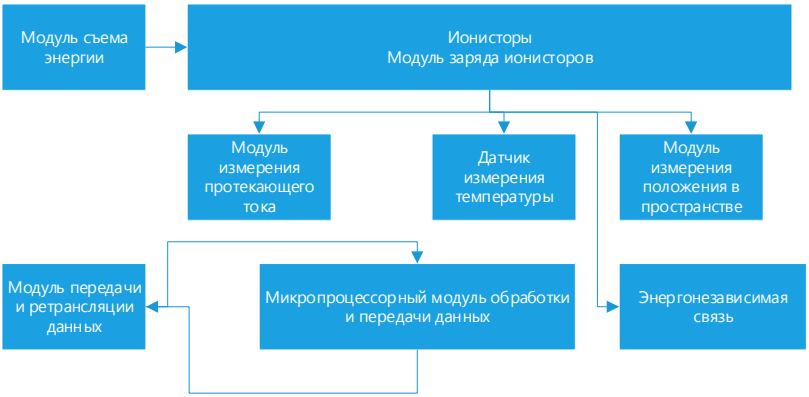


Рис. 1. Последовательность алгоритма формирования входных и выходных параметров цифровой математической модели с учетом обработанных данных, получаемых от датчиков модуля дистанционного мониторинга проводов линий электропередач

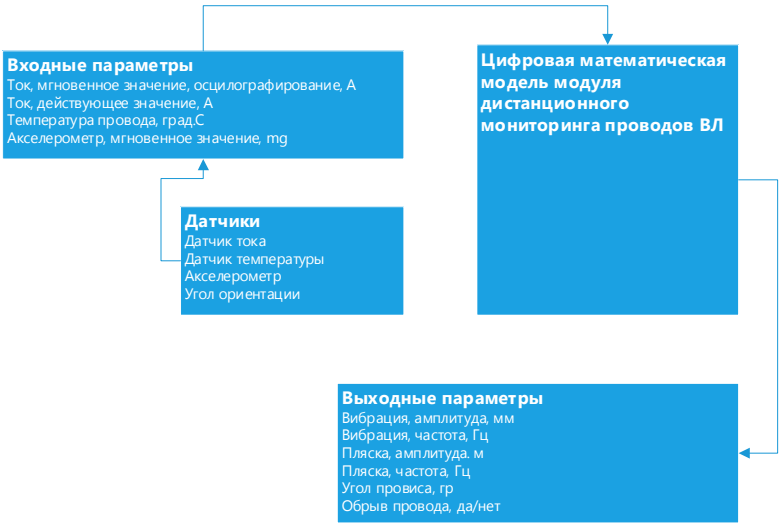


Рис. 2. Одна из возможных структур модуля дистанционного мониторинга ВЛ, оснащенного цифровыми датчиками

Одна из возможных структур модуля дистанционного мониторинга высоковольтных линий, оборудованная датчиками, представлена на рис. 2 [5].

Датчик измерения температуры предназначен для температурного мониторинга участка ВЛ и входящего в него оборудования в диапазоне от минус 40 до +200 °С. Датчик работает в повторно-кратковременном режиме. Этап получения данных формируется исходя из длительности цикла реагирования на нештатные ситуации. Принцип измерения температуры ВЛ основан на непосредственном контакте температурного датчика с токонесущим проводом.

Построение схемы измерения температуры ВЛ основывается на использовании температурного сенсора, осуществляющего передачу данных об измеряемой температуре по шине I2C. Задействование датчика происходит через определенные промежутки времени, настраиваемого с помощью программного обеспечения, в зависимости от возникающих условий. Массив полученных данных обрабатывается микропроцессорным блоком обработки и передачи данных. Кроме того, данные о величинах температуры могут контролироваться посредством виртуального терминала UART.

Блок измерения тока, протекающего по ВЛ, работает на основе модуля измерения рабочего тока. В состав блока измерения протекающего тока входит токовый трансформатор, который, собственно, и осуществляет измерение рабочего тока ВЛ. На вторичной обмотке трансформатора образуется напряжение, которое прямо пропорционально величине рабочего тока. Данный сигнал через фильтр нижних частот направляется на вход аналогово-цифрового преобразователя микроконтроллера. Непосредственно у входа аналогово-цифрового преобразователя устанавливается операционный усилитель, применяемый для исключения образования на входе аналого-цифрового преобразователя величины отрицательного напряжения. Данные о величине измеренного напряжения обрабатываются микропроцессорным модулем обработки и передачи данных.

Узел анализа положения в пространстве предназначен для измерения уровня вибрации проводов и угла ориентации. В качестве модуля измерения положения в пространстве применяется датчик, построенный в микро-электромеханической системе – МЭМС, который нашел широкое применение в последнее время. Широкую популярность МЭМС-технологий можно объяснить рядом причин, наиболее значимыми из которых являются простота использования, относительно низкая цена и малые габариты. МЭМС-датчики, в большинстве случае, оснащаются встроенной электронной системой обработки сигнала и не имеют подвижных частей. Благодаря этому достигается их высокая надежность и свойство обеспечивать стабильные показания в достаточно тяжелых условиях окружающей среды (перепады температур, механическое воздействие, влажность, вибрация, электромагнитные и

высокочастотные помехи). Весь набор данных преимуществ способствует выбору разработчиками систем для различных сфер применения (от авиа- и автомобилестроения до электроэнергетических систем) использовать в своих разработках те или иные МЭМС-сенсоры [1].

В настоящее время широко применяются МЭМС-датчики движения, которые работают на основе конденсаторного принципа. Подвижная часть системы представляет собой классический грузик на подвесах. При возникновении ускорения грузик перемещается относительно неподвижной части акселерометра. Одна из половин конденсатора, прикрепленная к грузику, смещается относительно другой половинки на неподвижной части. Емкость меняется, если заряд не изменен, то меняется напряжение – это изменение можно зафиксировать и определить величину смещения грузика. Таким образом, зная его массу и параметры подвеса, становится нетрудно найти и возникающее ускорение.

Для того чтобы измерить вибрацию проводов ВЛ в модуле дистанционной диагностики ВЛ необходимо применение микросхемы МЭМС-акселерометра, которая представляет собой комбинированный инерциальный модуль, в состав которого входят 3D-акселерометр и 3D-гироскоп.

Данные, которые передаются от всех первичных преобразователей (датчиков) модуля дистанционной диагностики ВЛ, накапливаются в энергонезависимой памяти микропроцессорного модуля и далее направляются по каналу GPRS на сервер анализа и обработки данных.

Список использованных источников

1. О концепции формирования Единой системы классификации и кодирования информации в электроэнергетической отрасли / Л. Н. Вишняков, Ю. М. Кудряшов, П. В. Литвинов, М. И. Лондер, Б. И. Макоклюев, С. Г. Попов, Ю. В. Тулинов, С. А. Чирков, Ю. А. Шадунц, В. Ф. Шумилин // Электрические станции. – 2008. – № 1.

2. Лондер, М. И. Информационная модель ЕЭС на основе стандартов МЭК / М. И. Лондер, Ю. И. Моржин // Энергия единой сети. – 2014. – № 1. – С. 28 – 35.

3. Федоров, В. Стандарты обмена данными в электроэнергетике / В. Федоров // Открытые системы. – 2005. – № 9. – URL : https://www.osp.ru/os/2005/09/380385 (Дата обращения: 25.06.2020).

4. CIGRE WG D2.24 report, «EMS for the 21st Century-System Requirements» CIGRE Technical Brochure 452, CIGRE. – Paris, 2011. – 117 p.

5. Комплекс средств дистанционной диагностики электросетевого оборудования с применением IOT технологий [Электронный ресурс]. – URL : https://serviceenergy.ru/ Serviceenergy

УДК 62-5:664.6

Э. Д. Шибанов, И. Г. Благовещенский
(Кафедра «Информатика и вычислительная техника
пищевых производств», Научный центр международного уровня
«Передовые цифровые технологии в АПК» ФГБОУ ВО «МГУПП»,
Москва, Россия,
e-mail: TAKKERRU@ya.ru, igblagov@mgupp.ru)

ЭКСТРУДЕР ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. Рассмотрен экструдер, разработанный для 3D-печати шоколадом. В его основе используется насос поршневого типа, который позволяет точно дозировать количество наносимого материала. Такой экструдер предназначен для установки на обычный 3D-принтер.

Ключевые слова: 3D-печать шоколадом, система управления, пищевой экструдер, поршневой насос, 3D-принтер.

E. D. Shibanov, I. G. Blagoveshchensky
(Department of «Informatics and computer technology
of food production», Scientific center of international level
“Advanced digital technologies in the agroindustrial complex”
MGUPP, Moscow, Russia)

EXTRUDER FOR 3D-PRINTING OF FOOD PRODUCTS

Abstract. The article considers an extruder designed for 3D-printing with chocolate. It is based on a piston-type pump, which allows you to accurately dose the amount of applied material. Such an extruder is designed to be installed on a conventional 3D-printer.

Keywords: Chocolate 3D-printing, control system, food extruder, piston pump, 3D-printer.

Технология 3D-печати успешно используется для создания уникальных прототипов и изделий в области инженерии, техники, в медицине и машиностроении. На рынке существует множество вариаций готовых моделей 3D-принтеров для решения ряда производственных задач. Такие принтеры позволяют создавать уникальную продукцию в кратчайшие сроки [1 – 4]. Однако для пищевой 3D-печати, ввиду новизны данной технологии, готовые продукты и аппараты труднодоступны для обычных пользователей. Есть несколько зарубежных моделей [5], которые довольно проблематично приобрести на отечественном рынке. К тому же такое оборудование стоит довольно дорого. В качестве альтернативного варианта для пищевой 3D-печати возмож-

но использование любительских 3D-принтеров, оснащенных специальными экструдерами, позволяющими работать с такими материалами как шоколад, шоколадная глазурь, тесто, пищевые пасты и др.

Разработанный экструдер позволяет пользователю познакомиться с пищевыми аддитивными технологиями и применять их в повседневной жизни в бытовых условиях. С помощью пищевой 3D-печати можно получить абсолютно новые и привлекательные формы блюд, создавать брендированную продукцию для небольших партий и мелкой серии без применения производственного оборудования и без создания литьевых форм.

На текущий момент одним из важных вопросов в сфере пищевой 3D-печати является простота и доступность оборудования. Экструдер для 3D-печати пищевой продукции должен быть совместим с большинством любительских 3D-принтеров, доступных на отечественном рынке [6]. На рисунке 1 представлена электрическая структурная схема системы управления экструдером.

В предложенном экструдере используется два нагревательных элемента и два термодатчика, позволяющих регулировать температуру печатающего сопла, а также температуру зоны хранения подаваемого сырья.

Применение такого экструдера позволяет печатать шоколадом персональные съедобные угощения на любительских 3D-принтерах. Помимо шоколада, такой экструдер способен работать с глазурью, с блинным тестом для 2D-печати блинов, с различными видами гелей и джемов для украшения блюд, пирожных или тортов.

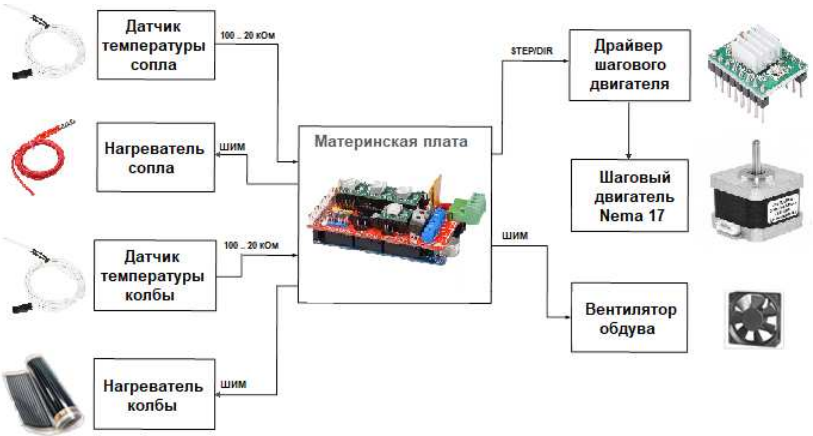


Рис. 1. Электрическая структурная схема системы управления экструдером

Список использованных источников

1. Трошин, А. А. Обзор технологических возможностей FDM-3D принтеров / А. А. Трошин, О. В. Захаров // Современные материалы, техника и технологии. – 2020. – № 1(28). – С. 61 – 65.

References

1. Troshin, A. A. Overview of the technological capabilities of FDM-3D printers / A. A. Troshin, O. V. Zakharov // Modern materials, equipment and technologies. – 2020. – No. 1(28). – Pp. 61 – 65.

УДК 629.7.05:004.94

А. Р. Лобанов[1], В. В. Никулина[2], И. А. Сафонов[1], Д. А. Турищев[1]
([1]ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: Lalero2000@gmail.com;
[2]ФГБОУ ВО «ВГУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: saff@inbox.ru)

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПУНКТОВ УПРАВЛЕНИЯ БЛА

Аннотация. Предложены пути совершенствования отечественных пунктов управления БЛА, основанные на использовании открытого программного обеспечения, адаптированного под российские операционные системы. В перспективе предложено использование концепции стеклянной кабины.

Ключевые слова: пункты управления, БЛА, цифровые системы управления, Ground Control Stations, UAV.

A. R. Lobanov[1], V. V. Nikulina[2], I. A. Safonov[1], D. A. Turishchev[1]
([1]VSTU, Voronezh, Russia;
[2]VSU, Voronezh, Russia)

HOW TO IMPROVE NATIONAL GROUND CONTROL STATIONS

Abstract. Ways to improve national Ground Control Stations based on the use of open source software adapted to Russian operating systems are proposed. In the future, the use of the concept of a glass cabin is proposed.

Keywords: Ground Control Stations, UAV, digital control systems.

Одним из трендов современного технологического уклада является всеобъемлющая цифровая трансформация как экономики в целом, так и агропромышленного комплекса (АПК) в частности. На государственном уровне принят федеральный проект «Цифровые технологии», утвержденный решением президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (п. 2 р. II протокола заседания от 13.02.2019 г. № 2), в рамках реализации Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24.12.2018 г. № 16), основанной на Федеральном законе от 28.06.2014 г. № 172-ФЗ «О стратегиче-

ском планировании в Российской Федерации»; Указе Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»; Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 31.12.2015 г. № 683; Государственной программе Российской Федерации «Информационное общество», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 г. № 313; Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 04.06.2019 г. № 7; паспорте федерального проекта «Цифровые технологии», утвержденном протоколом заседания президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 28.05.2019 г. № 9; постановлением Правительства Российской Федерации от 02.03.2019 г. № 234 «О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»; Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 – 2020 годы и на перспективу до 2025 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 01.11.2013 г. № 2036-р; Прогнозе научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденном Председателем Правительства Российской Федерации 03.01.2014 г. № ДМ-П8-5; приказе Минкомсвязи России от 18.04.2019 г. № 156 «О внесении изменений в приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 20.09.2018 г. № 486 «Об утверждении методических рекомендаций по переходу государственных компаний на преимущественное использование отечественного программного обеспечения, в том числе отечественного офисного программного обеспечения».

В основе трансформации лежит общегосударственная стратегия, законодательная и нормативно-правовая база, а также есть понимание, что этот процесс требует качественно новых инструментов, драйверов цифровизации [1 – 3]. Одним из таких драйверов являются БЛА (UAV – Unmanned Aerial Vehicles), которые рассматриваются как некие платформы, с датчиками, телекоммуникационной системой [4] и возможно с автономным ИИ [5].

Целью настоящей статьи является рассмотрение путей совершенствования отечественных наземных пунктов управления БЛА в целях как расширения их функциональных возможностей, так и использова-

ния как драйвера цифровой трансформации агропромышленного комплекса, путем внедрения перспективных технологий.

Наземный пункт управления БЛА (НПУ БЛА, в зарубежной терминологии Ground Control Stations – GCS) является частью комплекса управления БЛА, обеспечивающий обслуживание, подготовку полетного задания, применение по предназначению (запуск, управление, контроль, посадка, обработка данных), безопасность воздушного движения, а в ряде случаев круглосуточное дежурство и жизнедеятельность операторов.

НПУ БЛА представляет собой программно-аппаратный комплекс, в портативном, мобильном или стационарном размещении. В дальнейшем будем рассматривать мобильные как наиболее востребованные комплексы (рис. 1). В своем составе мобильный комплекс имеет аппаратную составляющую: подсистема жизнеобеспечения (кондиционирование, вентиляция, отопление, водоснабжение и т.д.), подсистема электроснабжения, подсистема навигации и топопривязки, телекоммуникационная подсистема, информационно-вычислительная подсистема, подсистема человеко-машинного интерфейса; и программную составляющую: системное программное обеспечение, СУБД, ГИС, специальное программное обеспечение предполетной подготовки и управления БЛА (СПО ППУ БЛА), специальное программное обеспечение информационной обработки (СПО ИО), специальное программное обеспечение человко-машинного интерфейса (СПО ЧМИ).

Рассмотрим пути совершенствования аппаратной составляющей НПУ БЛА. По мнению авторов, мобильная база, подсистемы жизнеобеспечения, подсистема электроснабжения соответствуют мировому уровню, а в ряде случаев даже превосходят его. Подсистема навигации и топопривязки, за исключением масс-габаритных показателей и применения устаревшей элементной базы, также соответствует мировому уровню, поддерживает GPS, ГЛОНАСС.

Следует отметить существенное отставание в информационно-вычислительной подсистеме – используются, в основном, зарубежные ЭВМ или иностранная элементная база. Телекоммуникационная подсистема, к сожалению, использует или зарубежное оборудование, или коммерчески доступное оборудование для каналов 3G, 4G, 5G, LTE, DMR, WiFi [4, 6]. Подсистема человеко-машинного интерфейса с точки зрения цифровизации, наиболее проблемная и будет рассмотрена ниже в комплексе с СПО и концепции стеклянной кабины.

Ситуация с программной составляющей более оптимистична: достигнуты существенные успехи в общем программном обеспечении (отечественные ОС Astra Linux , ОС Альт (Базальт СПО) и т.д.), СУБД (Postgres Pro), ГИС (Панорама).

Рис. 1. Мобильный пункт управления БЛА, концерн «ВЕГА»

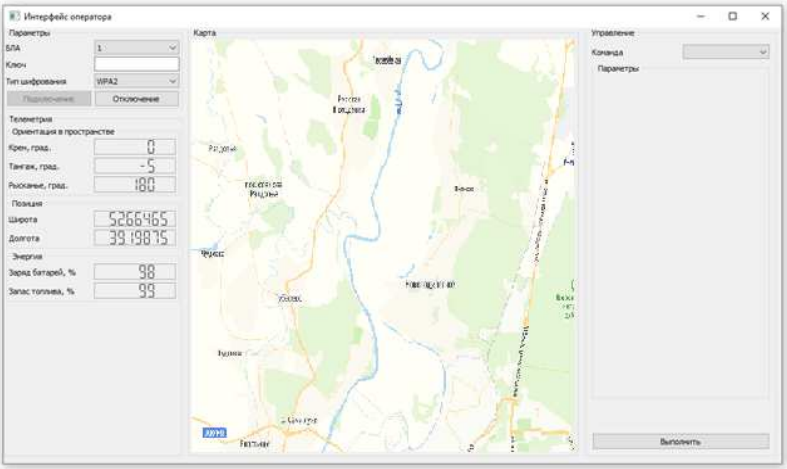


Рис. 2. Специальное программное обеспечение оператора управления БЛА

СПО ППУ БЛА и СПО ИО разрабатываются под конкретное предназначение БЛА, тип БЛА. В основном это заказная разработка. На рисунке 2 представлен интерфейс управления БЛА в учебных целях в рамках проектной деятельности студентов радиотехнического факультета ВГТУ (СПО ППУ БЛА) и физического факультета ВГУ (СПО ИО) [7].

Безусловно, данное СПО не соответствует профессиональным требованиям оператора управления БЛА, а обработка полученной от БЛА информации, например, анализ видео в реальном времени, носит условный характер. В перспективе рассматривается вопрос использования свободного программного обеспечения, обладающего более широким функционалом и поддерживающего широкий спектр БЛА (рис. 2): https://ardupilot.org/ardupilot/index.html и http://qgroundcontrol.com/. Предполагается портирование и доработка под отечественные стандарты обеспечения безопасности воздушного движения и конкретные требования заказчика на отечественном программном обеспечении Astra Linux.

На рисунках 2, 3 представлены классические ЧМИ для управления БЛА. Однако цифровизация предполагает глубокое погружение в процесс управления БЛА, создание интегральной платформы (систему НПУ – БЛА уже можно рассматривать как готовую платформу), а именно создание цифровой среды, внедрение цифровых технологий и платформенных решений в основных структурных подразделениях компании АПК.

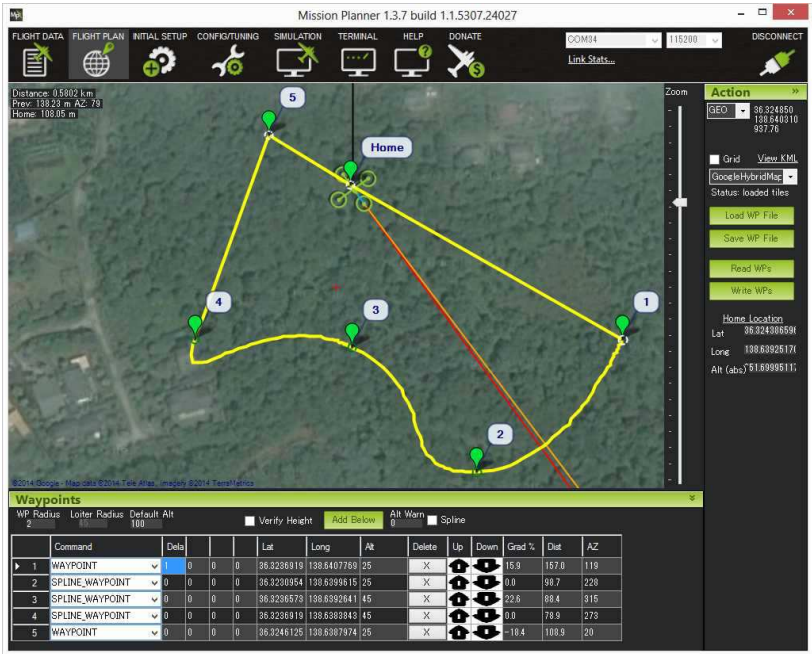


Рис. 3. Открытое СПО ППУ БЛА для портирования на Astra Linux

Обеспечение формирования сервисов для клиентов компании и выстраивание каналов цифрового взаимодействия с ними; обеспечение автоматизации бизнес-процессов; подготовка предложений по созданию продуктов и услуг, обладающих новыми потребительскими свойствами, основанными на внедрении цифровых технологий, обеспечение снижения издержек при производстве продукции путем предоставления информации – конечный продукт работы платформы БЛА, также это может быть результатом мониторинга сельскохозяйственных угодий, лесных массивов, геологоразведки, визуализации присутствия при строительстве, технологических процессов на производстве в АПК.

Для реализации этого необходимо пересмотреть подход к реализации человеко-машинного интерфейса. Предлагается использовать концепцию стеклянной кабины, основанной на представлении в виртуальной реальности, так как оператор не находится непосредственно на БЛА. Окружающую обстановку полета, необходимую для управления и обеспечения безопасности воздушного движения информацию (телеметрию, данные о воздушных объектах, зоне полета), обработанную в реальном времени информацию об объектах (областях) интереса (мониторинга, наблюдения), поступающие запросы обрабатывает оператор и становится полноценным цифровым участником бизнес-процесса. Однако это достижимо только при использовании современных средств визуализации, требующих существенной производительности, наличия оцифрованной окружающей среды и объектов производства или наблюдения, высокоскоростных каналов связи.

Таким образом, для совершенствования отечественных наземных пунктов управления БЛА, расширения их функциональных возможностей и использование их как драйвера цифровой трансформации агропромышленного комплекса, необходимо:

– совершенствование отечественного телекоммуникационного оборудования, вычислительных средств и средств визуализации согласно концепции стеклянной кабины;

– создание цифровой среды окружающей обстановки и объектов производства (наблюдения);

– интеграция в бизнес-процессы АПК платформы БЛА с целью обеспечения формирования сервисов клиентов компании и выстраивания каналов цифрового взаимодействия с ними; обеспечение автоматизации бизнес-процессов; подготовка предложений по созданию продуктов и услуг, обладающих новыми потребительскими свойствами, основанными на внедрении цифровых технологий; обеспечение снижения издержек при производстве продукции.

Список использованных источников

1. Прусова, В. И. Цифровая трансформация Российской экономики: проблемы и перспективы / В. И. Прусова, В. В. Безновская, А. В. Аносова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 4-3. – С. 124 – 129. – DOI: 10.24411/2411-0450-2019-10587
2. Digital transformation in agriculture. Agrarian-And-Food Innovations / I. F. Gorlov, G. V. Fedotova, M. I. Slozhenkina, N. I. Mosolova, T. N. Barmina. – 2019. – No. 5. – Pp. 28 – 35. – DOI: 10.31208/2618-7353-2019-5-28-35
3. Olifirov, A. V. Transformation of Business Models in the Digital Economy / A. V. Olifirov, K. A. Makoveichuk, S. A. Petrenko // International Journal of Open Information Technologies. – 2019 – Vol. 7, No. 4.
4. Никулина, В. В. Перспективы применения технологии DMR-радио при цифровой трансформации агропромышленного комплекса / В. В. Никулина, А. В. Русанов, И. А. Сафонов // Цифровизация агропромышленного комплекса : сб. науч. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. – Тамбов, 21–23 октября 2020 г. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – С. 540 – 548.
5. Никулина, В. В. Проблемы применения технологий искусственного интеллекта в радиоэлектронных устройствах и системах / В. В. Никулина, И. А. Сафонов / Радиолокация, навигация, связь : сб. тр. XXVI Междунар. науч.-техн. конф. В 6 т. – Воронеж, 2020. – С. 331 – 336.
6. Виноградов, Е. А. Ключевые технологии связи для поддержки систем управления движением гражданских беспилотных летательных аппаратов (обзор зарубежной литературы) / Е. А. Виноградов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2021. – Т. 24, № 2. – С. 70 – 92. – DOI: 10.26467/2079-0619-2021-24-2-70-92
7. Система контроля бортовых сетей беспилотного летательного аппарата / И. А. Сафонов, Р. В. Кузьменко, Е. А. Сукачева, Д. С. Галиева // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2022. – № 1. – С. 21 – 26.

References

1. Prusova, V. I. Digital transformation of the Russian economy: problems and prospects / V. I. Prusova, V. V. Beznovskaya, A. V. Anosova // Economics and business: theory and practice. – 2019. – No. 4-3. – C. 124 – 129. – DOI: 10.24411/2411-0450-2019-10587
2. Digital transformation in agriculture. Agrarian-And-Food Innovations / I. F. Gorlov, G. V. Fedotova, M. I. Slozhenkina, N. I. Mosolova, T. N. Barmina. – 2019. No. 5. – Pp. 28 – 35. – DOI: 10.31208/2618-7353-2019-5-28-35
3. Olifirov, A. V. Transformation of Business Models in the Digital Economy / A. V. Olifirov, K. A. Makoveichuk, S. A. Petrenko // International Journal of Open Information Technologies. – 2019 – Vol. 7, No. 4.
4. Nikulina, V. V. Prospects for the use of DMR-radio technology in the digital transformation of the agro-industrial complex / V. V. Nikulina, A. V. Rusanov, I. A. Safonov // Digitalization of the agro-industrial complex : collection of scientific articles of the II International Scientific and Practical Conference. In 2 vol. – Tambov, October 21–23, 2020. – Tambov : Tambov State Technical University, 2020. – Pp. 540 – 548.

5. Nikulina, V. V. Problems of application of artificial intelligence technologies in radio electronic devices and systems / V. V. Nikulina, I. A. Safonov / Radar, navigation, communication : Proceedings of the XXVI International Scientific and Technical Conference. In 6 vol. – Voronezh, 2020. – Pp. 331 – 336.

6. Vinogradov, E. A. Key communication technologies for supporting civil unmanned aerial vehicle traffic control systems (a review of foreign literature) / E. A. Vinogradov // Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation. – 2021. – Vol. 24, No. 2. – Pp. 70 – 92. – DOI: 10.26467/2079-0619-2021-24-2-70-92

7. Control system for on-board networks of an unmanned aerial vehicle / I. A. Safonov, R. V. Kuzmenko, E. A. Sukacheva, D. S. Galiyeva // Bulletin of the Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia. – 2022. – No. 1. – Pp. 21 – 26.

УДК 004

Алмали Аайя Аднан Латиф
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКА ОТКАЗОВ ПОДСИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. Рассмотрен один из возможных вариантов модели потока отказов подсистемы информационной безопасности. Обнаружение отказов сводится к анализу результатов различного вида атак. Доказана перспективность модели с переменными параметрами, учитывающей нестационарность потока отказов во времени.

Ключевые слова: информационная система, информационная безопасность, поток отказов, атака.

Almalia Ayaya Adnan Latif
(Department of Information Systems and Information Protection,
TSTU, Tambov, Russia)

MODELING THE REFUSAL OF THE SECURITY SUBSYSTEM OF INFORMATION SYSTEMS OF AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISES

Annotation. One of the possible options for the model of the refusal of the information security subsystem is considered. The detection of failures is reduced to the analysis of the results of various types of attacks. The prospects of the model with variable parameters, taking into account the non -stationary flux of time failures, have been proven.

Keywords: information system, information security, failure, attack.

Занимаясь проектированием подсистем информационной безопасности информационной системы, необходимо анализировать эффективность системы защиты (СЗ) в условиях различного вида отказов. Применительно к СЗ, эффективность – это свойство СЗ обеспечивать защиту компьютерной информации от несанкционированного доступа в течение заданного промежутка времени [1]. Если время анализа влияния различного вида отказов на СЗ не ограничено, то возможно добиться сколь угодно высокой эффективности СЗ ИС. Принципиальным является то, что в СЗ ИС необходимо обнаруживать и устранять отказы, обусловленные не только техническими проблемами, но и атаками извне. Проявление последствий различного вида атак

в алгоритме работы СЗ не всегда очевидно, поэтому необходимо использовать подсистему анализа, обнаружения и исправления отказов СЗ ИС. Необходимо исследовать работоспособность СЗ в условиях потока отказов с различной степенью группирования отказов. В ряде случаев это поможет выявить вид атаки, но особый интерес такие модели представляют при обнаружении отказов как следствия аномальных атак на ИС [1].

Простейшей моделью, учитывающей группирование отказов, является модель Бергера–Мандельброта. Обобщением модели Беннета–Фройлиха является модель Попова–Турина. Недостатком этих моделей является то, что они не учитывают нестационарность потока отказов, поэтому, с точки зрения адекватности модели реальным потокам отказов, наиболее перспективной следует считать модель с переменными параметрами [2, 3].

Моделирование потока отказов СЗ ИС. В принципе, нас интересует не время пребывания СЗ не в норме, а количество фреймов (кадров, пакетов), обработанных в условиях отказа (отказов) СЗ. Обозначим через 0 фрейм, обработанный СЗ без отказа, а через 1 – фрейм, обработанный СЗ в условиях отказа. Будем пользоваться поинтервальным методом моделирования потока отказов. Сущность его заключается в записи потока отказов в виде последовательности чисел, равных длинам интервалов между двумя последовательными отказами.

Реализация математической модели источника отказов методом программирования состоит в генерировании случайной последовательности интервалов без отказов СЗ ИС в соответствии с законом их распределения. Для ИС с независимыми отказами (поток отказов без памяти) длина интервала между отказами τ подчиняется геометрическому закону

$$p(\tau) = P_{\text{отк}}(1 - P_{\text{отк}})^{\tau - 1}. \qquad (1)$$

Для отказов с памятью целесообразно пользоваться моделью Бергера–Мандельброта, где интегральная функция распределения длин интервалов между отказами подчиняется закону Парето с показателем $\alpha < 1$:

$$F(\tau) = \begin{cases} 1 - \tau^{-\alpha}, & \tau \geq 1; \\ 0, & \tau = 0. \end{cases} \qquad (2)$$

В формуле (2) коэффициент $0 < \alpha < 1$ зависит от многих факторов, обусловленных объектом атаки, видом атаки, последствиями достижения цели атаки и т.д. Если $\alpha \approx 0{,}1$ – это соответствует биноминальной модели. В этом случае нет группирования отказов. Наибольшее значение α (от 0,5 до 0,7) наблюдается при DOS-атаках. Для атак, где быва-

ют интервалы с большой интенсивностью отказов и интервалы с редкими отказами $\alpha = 0{,}3\ldots0{,}5$. В отдельных случаях $\alpha = 0{,}3\ldots0{,}4$.

Одним из основных способов получения случайных чисел (неискаженных интервалов между отказами) с заданным распределением является способ, основанный на результатах теоремы, что если случайная величина y^* ($y^* \geq 0$) имеет плотность распределения f_y, то распределение случайной величины $\eta = \int_0^{y^*} f(y)dy$ является равномерным в интервале [0, 1].

Из теоремы также следует, что для получения случайных величин, принадлежащих совокупности $\{\tau_i\}$ и имеющих плотность распределения $f(\tau)$, необходимо разрешить уравнения относительно τ_i

$$\int_0^{\tau_i} f(\tau)\,d\tau = \eta_i\,. \qquad (3)$$

Решая уравнение (3) относительно τ при фиксированной последовательности реализаций η_i равномерно распределенной случайной величины η, получаем соответствующую последовательность реализаций τ_i, имеющих заданную плотность $f(\tau)$.

Обнаружение отказов СЗ ИС сводится к анализу результатов различного вида атак. Если в результате атаки алгоритм работы СЗ изменился и это обнаружено, то считается, что отказ обнаружен, в противном случае – не обнаружен. Возможна ситуация, когда атака произошла, СЗ ее обнаружила, исправила ее последствия и алгоритм работы СЗ не изменился.

Число обнаруженных отказов, а также обнаруженных и устраненных, представляет нестрогое равенство [2] и использование его в практических приложениях не всегда удобно. Поэтому предлагается ввести следующие понятия:

1) вероятность необнаружения отказа Рно – вероятность принятия решения о том, что отказа СЗ нет, а он произошел;

2) коэффициент повышения достоверности Кпд, показывающий, во сколько раз уменьшается вероятность появления пропущенных отказов до и после системы обнаружения отказов.

Одним из методов оценки эффективности СЗ ИС является моделирование потока отказов СЗ с группированием отказов. Наиболее перспективной следует считать модель с переменными параметрами, учитывающую нестационарность потока отказов во времени.

Список использованных источников

1. Щеглов, А. Ю. Защита компьютерной информации от несанкционированного доступа / А. Ю. Щеглов. – СПб. : Наука и Техника, 2004. – 383 с.
2. Карпов, И. Г. Модель телекоммуникационного канала в виде системы массового обслуживания с ожиданием. Приближенная идентификация закона распределения входного информационного потока / И. Г. Карпов, Г. Н. Нурутдинов, А. Г. Нурутдинов // Повышение эффективности средств обработки информации на базе математического моделирования : IX Всерос. науч.-техн. конф. – Тамбов, 2009.
3. Ko, C. Execution Monitoring of Security-Critical Programs in Distributed Systems / C. Ko, M. Ruschitzka, K. Levitt // A Specification-Based Approac», Proc. – 1997.

References

1. Shcheglov, A. Yu. Protection of computer information from unauthorized access / A. Yu. Shcheglov. – St. Petersburg : Science and Technique, 2004. – 383 p.
2. Karpov, I. G. Model of the telecommunication channel in the form of a mass service system with waiting. Close identification of the law of distribution of input information flow / I. G. Karpov, G. N. Nurutdinov, A. G. Nurutdinov // Improving the efficiency of information processing on the basis of mathematical modeling : IX All-Russian Scientific and Technical Conference. – Tambov, 2009.
3. Ko, C. Execution Monitoring of Security-Critical Programs in Distributed Systems / C. Ko, M. Ruschitzka, K. Levitt // A Specification-Based Approach, Proc. – 1997.

УДК 004

Д. В. Талмазова, А. С. Семенов, И. Г. Благовещенский, В. Г. Благовещенский
(Кафедра «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами»,
кафедра «Информатика и вычислительная техника пищевых производств»,
Научный центр международного уровня «Передовые цифровые технологии в АПК»
ФГБОУ ВО «МГУПП», Москва, Россия,
e-mail: darua.mrazb@mail.ru)

СОЗДАНИЕ SCADA-СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ IT-ПЛАТФОРМЫ THINGER.IO

Аннотация. Представлена разработка SCADA-системы с открытым исходным кодом и ее внедрение с использованием Thinger.IO локального сервера IoT в качестве MTU и микроконтроллера ESP32 в качестве RTU. Предлагаемая SCADA-система основана на архитектуре Интернета вещей для более надежного диспетчерского управления и мониторинга.

Ключевые слова: открытый код, SCADA, IoT, Интернет вещей, ESP32, автоматизация, приборы контроля и управления.

D. V. Talmazova, A. S. Semenov, I. G. Blagoveshchensky, V. G. Blagoveshchensky
(Department “Automated control systems for biotechnological processes”,
Department of Informatics and Computer Science of Food productions,
Scientific center of international level
“Advanced digital technologies in the agro-industrial complex”
MGUPP, Moscow, Russia)

CREATION OF A SCADA SYSTEM BASED ON THE INTERNET OF THINGS USING THE THINGER.IO IT PLATFORM

Abstract. This article introduces the development and implementation of an open source SCADA system using Thinger.IO as a local IoT server as the MTU and an ESP32 micro controller as the RTU. The proposed SCADA system is based on the Internet of Things architecture for more reliable dispatch control and monitoring.

Keywords: open source, SCADA, IoT, Internet of things, ESP32, automation, control and management devices.

Предлагаемая недорогая SCADA-система с открытым исходным кодом основана на архитектуре SCADA Интернета вещей (IoT), кото-

рая является четвертой и самой последней архитектурой SCADA [1]. Также, в этой конфигурации, открыв Thinger.io ввода-вывода в сети MUN, пользователи могут получить доступ к сохраненным данным через Интернет, используя свою WI-FI или домашнюю сеть Ethernet [2]. Конфигурация предлагаемого диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) системы представлена на рис. 1.

Система SCADA, предлагаемая в этой работе, состоит из аналоговых датчиков напряжения и тока для сбора данных, микроконтроллера SparkFun ESP32 Thing, микроконтроллера для приема, обработки и анализа данных датчиков, маршрутизатора Wi-Fi для создания локальной сети Wi-Fi (канала связи) и Thinger.IO локального сервера Интернета вещей с графическим пользовательским интерфейсом (информационными панелями), созданного для удаленного мониторинга данных датчиков и диспетчерского управления.

В предлагаемой системе SCADA Wi-Fi служит каналом связи между ESP32 Thing (RTU) и Thinger.IO IoT (MTU). Используя аппаратные компоненты и принципы работы каждого из компонентов, предлагаемая система SCADA спроектирована и реализована, как показано на рис. 2. Аналоговые датчики, расположение понижающих резисторов и

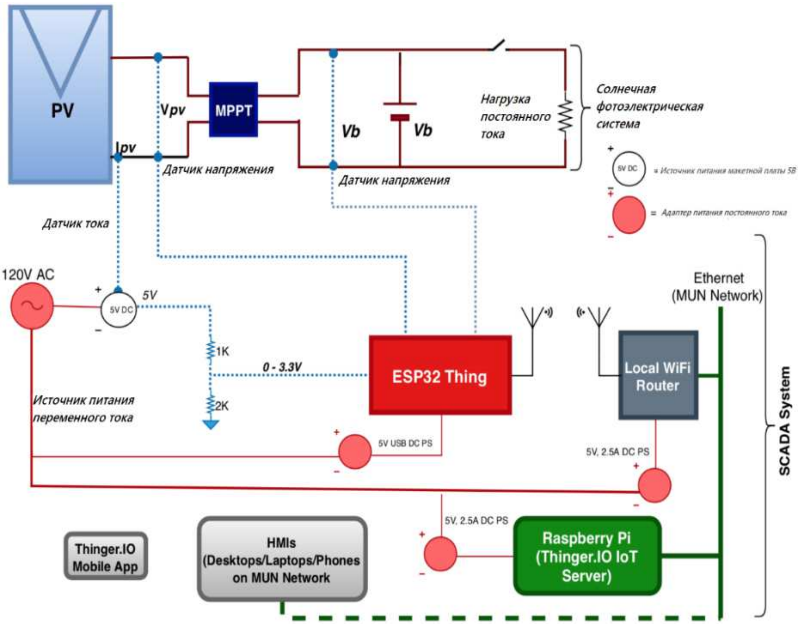


Рис. 1. Конфигурация предлагаемого диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) системы

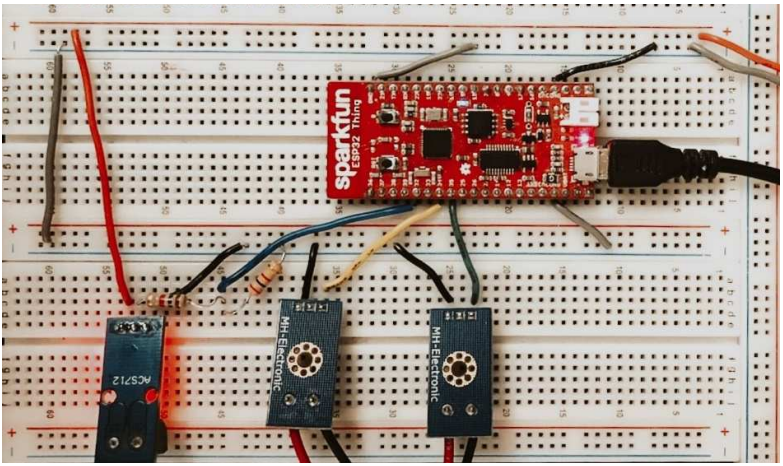


Рис. 2. Аппаратная реализация предлагаемой SCADA-системы

микроконтроллер ESP32 Thing соединены вместе на макетной плате. Сигнал напряжения 3,3 В, необходимый для того, чтобы датчик тока соответствовал требованиям 3,3 В для выводов АЦП ESP32, поступает с макетной платы с показанным расположением понижающих резисторов, в то время как источник питания 5 В для платы ESP32 Thing обеспечивается с помощью USB-источника питания 5 В.

Блок-схема системного решения SCADA показана на рис. 3.

После получения данных PV в облачной консоли были созданы и настроены информационные панели и блоки данных таким образом, чтобы полученные данные автоматически регистрировались как на информационных панелях, так и в блоках данных для удаленного мониторинга и диспетчерского управления с помощью компьютеров и мобильных устройств.

Список использованных источников

1. Богородицкая, И. А. M2M – новые возможности для развития сотового бизнеса / И. А. Богородицкая // Электросвязь. – 2012. – № 1. – С. 38–39.

2. Восков, Л. С. Web вещей – новый этап развития интернета вещей / Л. С. Восков, Н. А. Пилипенко // Качество. Инновации. Образование. – 2013. – № 2. – С. 44 – 49.

References

1. Bogoroditskaya, I. A. M2M – new opportunities for the development of cellular business / I. A. Bogoroditskaya // Electrosvyaz. – 2012. – No. 1. – Pp. 38–39.

2. Voskov, L. S. Web of things – a new stage in the development of the Internet of things / L. S. Voskov // Quality. Innovation. Education. – 2013. – No. 2. – P. 44 – 49.

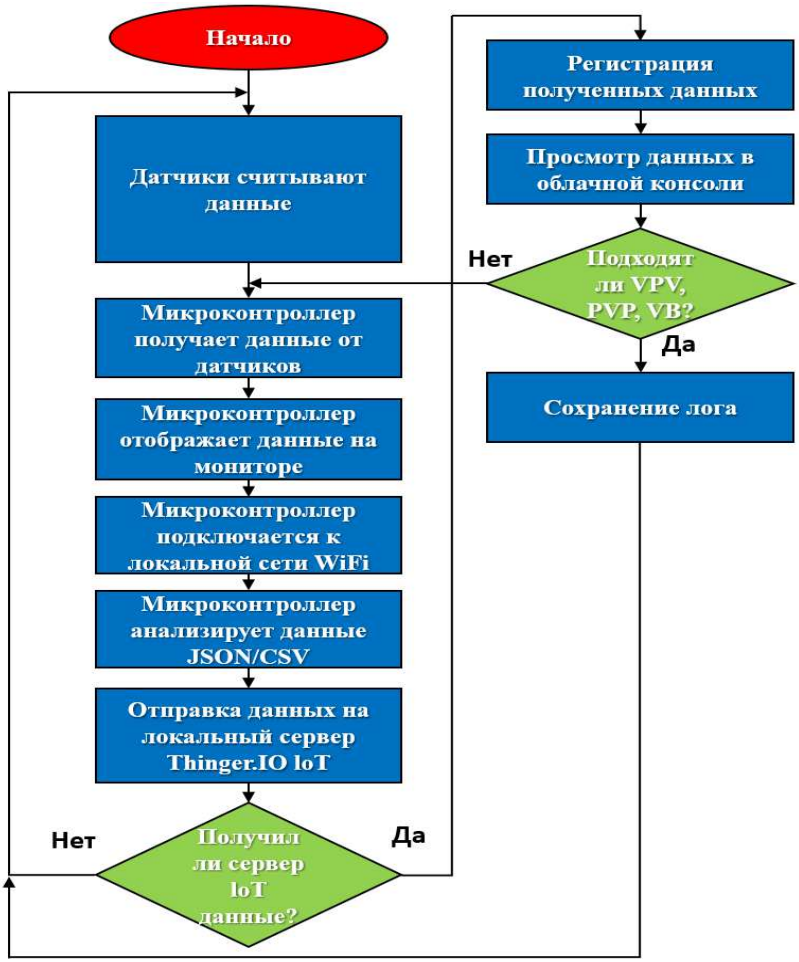


Рис. 3. Блок-схема системного решения SCADA

УДК 004.02

А. И. Арсланов
(Кафедра «Информационная безопасность»,
НИУ «МИЭТ», Москва, Россия,
e-mail: aidar.ib.miet@gmail.com)

ПРИМЕНЕНИЕ HONEYPOT И IPS В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Рассмотрены Honeypot и IPS системы, используемые для предотвращения несанкционированного воздействия на сетевые информационные ресурсы организаций агропромышленного комплекса. Приведен пример настройки сетевой ловушки «Honey Drive», а также IPS «Suricata», позволяющих заблаговременно распознавать подозрительную активность в сети и своевременно подготовиться к потенциальной атаке.

Ключевые слова: Honeypot, сетевые ловушки, система предотвращения вторжений, Honey Drive, Suricata.

A. I. Arslanov
(Department of Information Security,
National Research University of Electronic Technology,
Moscow, Russia)

APPLICATION OF HONEYPOT AND IPS IN AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The paper considers Honeypot and IPS systems used to prevent unauthorized impact on the network information resources of organizations of the agro-industrial complex. An example of setting up a network trap “HoneyDrive”, as well as IPS “Suricata”, allowing you to recognize suspicious activity in the network in advance and prepare for a potential attack in a timely manner.

Keywords: Honeypot, network traps, intrusion prevention system, Honey Drive, Suricata.

Сетевые атаки на интернет-ресурсы и бизнес-процессы организаций агропромышленного комплекса непосредственно влияют на их бесперебойное функционирование [1]. В этом случае ситуацию могут улучшить системы предотвращения вторжений (IPS). Это набор программных и аппаратных средств, позволяющих выявлять и предотвращать попытки НСД (несанкционированный доступ). В совокупности с IPS применяется технология Honeypot, представляющая собой «горшочек с медом», предназначенная для обнаружения компьютер-

ных атак через имитацию работы реальной системы. Такая связка дает хорошую защиту в том случае, если же ИБ-специалист организации своевременно реагирует на атаки на Honeypot и оперативно сверяет настройки правил IPS. Если же в правилах не описана та или иная ситуация, в рамках которой и проводится атака, возникает необходимость внесения дополнительных правил, ограничивающих дальнейшую потенциальную сетевую атаку. Таким образом, опосредованное воздействие сетевых ловушек на увеличение защищенности информационных систем проявляется в раскрытии методов, стратегий и способов действий злоумышленников.

В рамках этой работы рассмотрим конкретное решение Honeypot – «Honey Drive». При изучении многообразия сетевых ловушек были выделены следующие: «Conpot», «Amun», «Kippo», «Honey Drive», «Cuckoo Sandbox» и многие другие, но чтобы установить и настроить каждый из этих серверов, необходимо большое количество времени и наличие достаточно высоких компетенций у специалиста ИБ в данной сфере. Следовательно, выбор пал на «Honey Drive» из-за его универсальности и легкости настройки конфигураций. Данный Honeypot является дистрибутивом Linux, а в его составе содержится 15 уже настроенных видов Honeypot'ов. С версии Xubuntu Desktop 12.04.4 LTS edition этот Honeypot устанавливает и настраивает нужный вам сервер, поэтому остается только ознакомиться с базовыми настройками и при необходимости точечно изменять конфигурационные файлы, чтобы злоумышленник по базовым настройкам не смог идентифицировать сетевую ловушку. К тому же, в его арсенале имеется более 30 инструментов для расследования инцидентов.

Предлагаются два различных расположения ложных сетевых информационных объектов. Первое – во внешнем периметре, что позволяет детектировать различного рода сканирования и попытки выполнения атак. Второе – во внутренней сети, производится детектирование атак внутри сети.

IPS "Suricata" – сетевая система обнаружения вторжений также выбрана неслучайно. Во многих компаниях зачастую внедряют бесплатные IDS/IPS с открытым исходным кодом. "Suricata" представляет одну из них. Эта система комбинирует преимущества сигнатурного метода с возможностью обнаружения аномалий в реальном времени и использованием правил, задействует GPU для вычислений, и является более продвинутой системой IPS среди конкурентов. "Suricata" поддерживает многопоточность и даже на обычных пользовательских компьютерах позволяет производить обработку трафика со скоростью до 10 Гбит/сек. Дополнительно эта IPS постоянно обслуживается сообществом разработчиков, которые регулярно выпускают новые пра-

вила и версии ПО, предназначенные для повышения уровня сетевой безопасности [2].

Настроим нашу ловушку на сервере “Kippo”. Она используется для регистрации атак методом перебора и другого взаимодействия с оболочкой, выполняемого злоумышленником. Кроме того, обладает рядом преимуществ – графический интерфейс, на котором отображена статистика сетевого взаимодействия с приманкой, например: коэффициент успешного вторжения за день/неделю, IP адрес, с которого производилась атака и виды SSH-клиентов, используемых злоумышленниками во время попыток взлома. После сканирования сети предприятия и выявления в нем доступных IP-адресов, проведем сканирование 22 порта нашей ловушки. Сделаем это с помощью утилиты Nmap Kali Linux. Зайдя в графический интерфейс «Kippo», можно увидеть, что проводилось SSH-сканирование и другие данные противника.

Теперь, зная, что противник осуществляет ту или иную атаку на нашу ловушку, необходимо проверить правила в IPS-системе, в соответствии с той атакой, которая проводилась. Конкретно в “Suricata” эти правила находятся в папке “/var/lib/suricata/rules”. Файл имеет название “suricata.rules”. В нем и необходимо произвести поиск нужных правил, которые не дадут злоумышленнику совершить похожее нелегитимное действие, но если же таковые отсутствуют – внести новые правила, чтобы не допустить успешной атаки на реальную систему.

В целом, использование Honeypot увеличивает затраты противника на количество выполняемых действий. У атакуемого появляется возможность обнаружить нарушителя за меньшее количество времени и заблаговременно принять соответствующие меры с помощью IPS или других систем обеспечения безопасности сети.

Таким образом, в статье рассмотрена сообразность применения Honeypot и IPS в сети малого бизнеса, приведена соответствующая статистика. Дополнительно приведен пример сетевой атаки на ловушку и выполнены соответствующие меры реагирования по ее противодействию на реальную систему. Показана целесообразность внедрения в сеть организации IPS совместно с сетевой ловушкой в роли средства для проведения анализа воздействия на нее и в качестве датчика обнаружения вторжений.

Список использованных источников

1. Хакерские атаки на малый бизнес [Электронный ресурс] – URL : https://hussle.ru/hakerskie-ataki-na-malyj-biznes-kratkij-kurs-po-kiberbezopasnosti

2. Snort или Suricata. Выбираем бесплатную IDS/IPS для защиты корпоративной сети [Электронный ресурс]. – URL : https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/506730

References

1. Hacker attacks on small businesses [Electronic resource]. – URL : https://hussle.ru/hakerskie-ataki-na-malyj-biznes-kratkij-kurs-po-kiberbezopasnosti

2. Snort or Suricata. We choose a free IDS/IPS to protect the corporate network [Electronic resource]. – URL : https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/506730.

УДК 631.171

А. В. Балашов, А. И. Завражнов, Н. Ю. Пустоваров, С. П. Стрыгин
(ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, Россия,
e-mail: ntc.agro@yandex.ru)

УПРАВЛЕНИЕ ПОСЕВНЫМ АГРЕГАТОМ С ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКОЙ

Аннотация. Разработана система управления машинно-тракторным агрегатом с электрифицированной пневматической сеялкой, оснащенной системой контроля высева семян на посеве пропашных культур.

Ключевые слова: посевной агрегат, электрифицированная пневматическая сеялка, управление.

A. V. Balashov, A. I. Zavrazhnov, N. Yu. Pustovarov, S. P. Strygin
(Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Oil Products in Agriculture”, Tambov, Russia)

SEEDING UNIT CONTROL WITH ELECTRIFIED PNEUMATIC SEEDER

Abstract. A control system has been developed for a machine-tractor unit with an electrified pneumatic seeder equipped with a seeding control system for sowing row crops.

Keywords: seeding unit, electrified pneumatic seeder, control.

Для повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов необходима их интеллектуализация. Для этого в конструкциях современных тракторов и сельскохозяйственных машин применяются цифровые и интеллектуальные решения, которые способствуют повышению эксплуатационных и технико-экономических показателей работы машинно-тракторных агрегатов, улучшению их управления при минимальном вмешательстве механизатора. [1]

Использование на посеве пропашных культур машинно-тракторных агрегатов, оснащенных терминалами, базирующими на системах спутниковой навигации и поддерживаемых современным программным обеспечением, позволяют в режиме реального времени получать и

анализировать информацию о соответствии заданным технологическим и техническим параметрам выполняемого технологического процесса, подавать команды механизатору на управляющие воздействия для коррекции работы агрегата.

Для выполнения агротехнических требований по обеспечению заданных значений междурядий размещения растений и стыковых междурядий, а также допустимых отклонений, посевные агрегаты в технологии точного земледелия должны использоваться с системой параллельного вождения. Система параллельного вождения обеспечивает автоматическое вождение агрегата по различным траекториям и позволяет исключить повторные обработки соседних проходов (перекрытий) и пропуски необработанных участков. В системе параллельного вождения используются курсоуказатели, которые по сигналу спутниковой навигации определяют настоящее положение посевного агрегата на поле с точностью от 2,5 до 5 см [2]. Это позволяет осуществлять точное автоматическое вождение посевного агрегата по созданным ранее рядам, проводить посевные работы в течение суток (днем и ночью) при любой видимости на окружающей местности в установленные агротехнические сроки с максимальной точностью без лишних движений агрегатов, сократить площадь пропущенных (необработанных) участков поля, длину холостого хода агрегата и ширину поворотной полосы. Кроме того, системой параллельного вождения предусматривается выдача информации о номере прохода, скорости движения посевного агрегата, пройденном расстоянии по полю, размере обработанной площади, а также система позволяет сохранять полученные данных и составлять электронные планы полей.

Управление посевным агрегатом с электрифицированной пневматической сеялкой должно быть интегрировано с установленным в кабине трактора контроллером системы контроля высева и осуществляться по разработанному алгоритму. Электрический привод рабочих органов включает электродвигатели и редукторы на приводы вращения диска высевающего аппарата и перемещения сбрасывателя «лишних» семян и пуско-защитную аппаратуру [3, 4]. Этот привод упрощает конструкцию сеялки за счет исключения механических передач привода высевающих аппаратов и дозаторов удобрений, стабилизирует процесс высева семян независимо от положения опорно-приводных колес сеялки относительно поверхности поля (рис. 1).

Система контроля высева семян содержит емкостные датчики высева, индуктивный датчик пути, контроллер с встроенными модулями контроля и управления, блок сбора и обработки информации [5]. Эта система во время работы посевного агрегата представляет механизатору цифровую информацию об отклонениях нормы высева и скорости

Рис. 1. Электрический привод высевающего аппарата пропашной сеялки

от запрограммированных пределов. Применение этой системы обеспечивает высокую точность высева семян каждой секцией и их равномерное распределение вдоль рядка, а также своевременное информирование механизатора о возникших технологических отказах сеялки [6].

Электрический привод высевающего аппарата позволяет отключать дистанционно отдельные посевные секции при обработке полей неправильной конфигурации, на поворотных полосах и на засеянных участках, что исключает пересевы, а электронная система контроля высева – отслеживать норму высева семян в каждом рядке, обеспечить их равномерное распределение по площади поля. При этом автоматическое отключение высевающих секций при работе на разворотной полосе осуществляется на основе данных, получаемых от GPS-приемника. Система контроля высева осуществляет оперативный контроль работы посевного агрегата и своевременно информирует механизатора о нарушениях процесса высева семян и об отклонениях от заданных параметров работы сеялки и местах их возникновения световой индикацией или звуковым сигналом. Она обеспечивает высокую точность и контроль технологического процесса, стабильность нормы высева и поддерживает постоянную скорость посевного агрегата для заданной нормы высева. Местоположение посевного агрегата на поле также может определяться с помощью БПЛА с применением разработанного программного обеспечения [8].

Использование электрифицированной пневматической сеялки с системой контроля высева семян позволит управлять технологическим

процессом из кабины трактора, обеспечить равномерное распределение семян по площади поля и повысить урожайность пропашных культур.

На рисунке 2 представлена принципиальная схема управления технологическим процессом высева семян пропашных культур электрифицированной сеялкой, оборудованной системой контроля.

С помощью монитора контроллера системы контроля производятся необходимые настройки, в том числе ввод требуемой нормы высева [7]. Далее при помощи трансмиттера данные передаются по беспроводному протоколу на модуль ввода данных. После получения данных о скорости движения посевного агрегата от датчика пути (ДП), модулем ввода данных формируются требуемые управляющие воздействия и передаются в соответствующие модули контроля и управления, которые, в свою очередь, осуществляют непосредственное управление электродвигателями привода вращения дисков высевающих

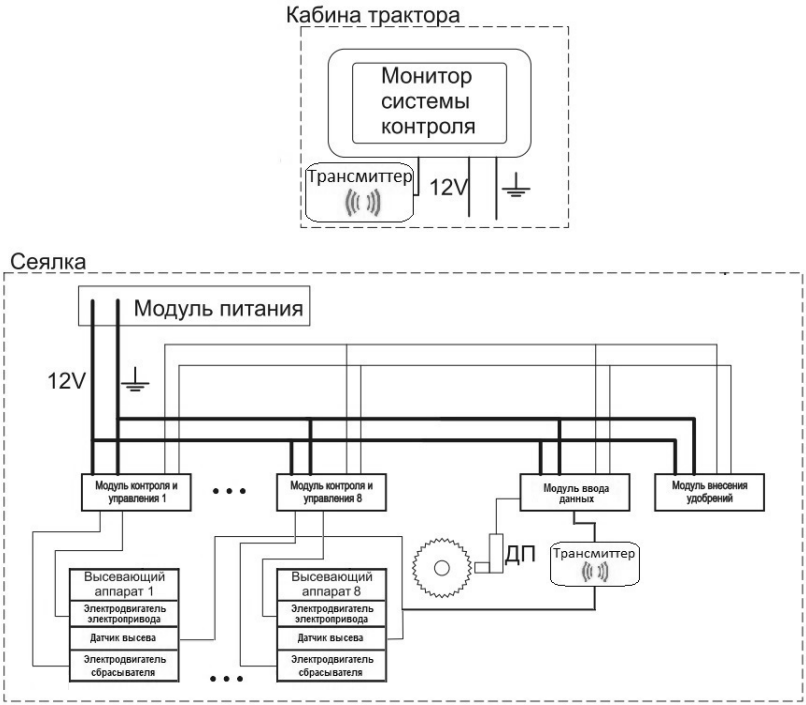


Рис. 2. Принципиальная схема управления технологическим процессом высева семян электрифицированной пневматической сеялкой, оборудованной системой контроля

аппаратов сеялки и электродвигателями перемещения сбрасывателя «лишних» семян. В качестве обратной связи используются сигналы от датчиков высева, получаемые с каждого высевающего аппарата. При получении данных от датчиков высева модуль ввода данных вносит корректировки в режимы работы соответствующих электродвигателей, например, при большом количестве двойников на конкретном высевающем аппарате изменяет положение сбрасывателя «лишних» семян.

Использование машинно-тракторного агрегата с электрифицированной сеялкой, оснащенной системой контроля высева семян позволит осуществить управление технологическим процессом посева из кабины трактора и обеспечить равномерное распределение семян по площади поля, что повышает урожайность пропашных культур. Применение системы параллельного вождения исключает перекрытия и огрехи при работе посевного агрегата на поле, повышает производительность на 20% и комфортность работы механизатора, снижает его утомляемость, сокращает расход технологических материалов и топлива до 20%.

Список использованных источников

1. Тенденции интеллектуализации тракторов и машинно-тракторных агрегатов : аналитический обзор / В. Я. Гольтяпин, Н. П. Мишуров, Д. С. Буклагин, А. С. Апатенко. – М. : Росинформагротех, 2021. – 88 с.

2. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития : монография / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, Д. С. Буклагин, В. Я. Гольтяпин, И. Г. Голубев. – М. : Росинформагротех, 2019. – 316 с.

3. Исследование электропривода модернизированного высевающего аппарата сеялки точного высева / А. В. Балашов, Н. Ю. Пустоваров, С. П. Стрыгин, А. А. Синельников // Сельский механизатор. – 2022. – № 8. – С. 14–15.

4. Лабораторно-стендовые исследования высевающего аппарата, оборудованного электрическим приводом / А. И. Завражнов, А. В. Балашов, С. П. Стрыгин, Н. Ю. Пустоваров // Наука в Центральной России. – 2022. – № 1(55). – С. 13 – 19. – DOI: 10.35887/2305-2538-2022-1-13-19

5. Система контроля высева семян / А. И. Завражнов, А. В. Балашов, С. П. Стрыгин, А. В. Крищенко, Н. Ю. Пустоваров // Сельский механизатор. – 2017. – № 12. – С. 18 – 21.

6. Модернизированная система контроля высева семян / А. И. Завражнов, А. В. Балашов, С. П. Стрыгин, Н. Ю. Пустоваров, А. В. Крищенко // Наука в центральной России. – 2019. – № 2(38). – С. 53 – 60.

7. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ 2022616149 Российская Федерация. Оценка качества работы высевающих аппаратов сеялок точного высева / С. П. Стрыгин, Н. Ю. Пустоваров, А. О. Ноздрина ; правообладатель ФГБНУ ВНИИТиН. – № 2022612371 ; заяв. 21.02.2022 ; опубл. 04.04.2022.

8. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ 2022665995 Российская Федерация. Определение положения сельскохозяйственной техники с помощью БПЛА / Н. Ю. Пустоваров ; правообладатель ФГБНУ ВНИИТиН. – № 2022665275 ; заяв. 15.08.2022 ; опубл. 24.08.2022.

References

1. Tendencii intellektualizacii traktorov i mashinno-traktornyh agregatov: analit. Obzor / V. Ya. Gol'tyapin, N. P. Mishurov, D. S. Buklagin, A. S. Apatenko. – M. : Rosinformagrotekh, 2021. – 88 p.

2. Cifrovoe sel'skoe hozyajstvo: sostoyanie i perspektivy razvitiya: nauch. izdanie / V. F. Fedorenko, N. P. Mishurov, D. S. Buklagin, V. Ya. Gol'tyapin, I. G. Golubev. – M. : Rosinformagrotekh, 2019. – 316 p.

3. Issledovanie elektroprivoda modernizirovannogo vysevayushchego apparata seyalki tochnogo vyseva / A. V. Balashov, N. Yu. Pustovarov, S. P. Strygin, A. A. Sinel'nikov // Sel'skij mekhanizator. – 2022. – № 8. – Pp. 14–15.

4. Laboratorno-stendovye issledovaniya vysevayushchego apparata, oborudovannogo elektricheskim privodom / A. I. Zavrazhnov, A. V. Balashov, S. P. Strygin, N. Yu. Pustovarov // Nauka v Central'noj Rossii. – 2022. – No. 1(55). – Pp. 13 – 19. – DOI: 10.35887/2305-2538-2022-1-13-19

5. Sistema kontrolya vyseva semyan / A. I. Zavrazhnov, A. V. Balashov, S. P. Strygin, A. V. Krishchenko, N. Yu. Pustovarov // Sel'skij mekhanizator. – 2017. – No. 12. – Pp. 18 – 21.

6. Modernizirovannaya sistema kontrolya vyseva semyan / A. I. Zavrazhnov, A. V. Balashov, S. P. Strygin, N. Yu. Pustovarov, A. V. Krishchenko // Nauka v central'noj Rossii. – 2019. – No. 2(38). – Pp. 53 – 60.

7. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programm dlya EVM 2022616149. Ocenka kachestva raboty vysevayushchih apparatov seyalok tochnogo vyseva / S. P. Strygin, N. Yu. Pustovarov, A. O. Nozdrina ; pravoobladatel' FGBNU VNIITiN. – No. 2022612371 ; zayav. 21.02.2022 ; opubl. 04.04.2022.

8. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programm dlya EVM 2022665995. Opredelenie polozheniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki s pomoshch'yu BPLA / N. Yu. Pustovarov ; pravoobladatel' FGBNU VNIITiN. – No. 2022665275 ; zayav. 15.08.2022 ; opubl. 24.08.2022.

УДК 00456

М. В. Ковалев
(Кафедра «Системы информационной безопасности»,
ФГБОУ ВО «БГТУ», г. Брянск, Россия,
e-mail: makskovalew@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SIEM В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Проанализированы аспекты развития современного сельского хозяйства с применением информационных технологий. Рассмотрены особенности SIEM, выявлены критерии необходимости использования таких систем.

Ключевые слова: АПК, сельское хозяйство, SIEM, информационная безопасность.

M. V. Kovalev
(Department of Information Security Systems,
BSTU, Bryansk, Russia)

FEATURES OF USING SIEM IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Annotation. The aspects of the development of modern agriculture with the use of information technologies are analyzed. Features of SIEM are considered, criteria of necessity of use of such systems are revealed.

Keywords: Agro-industrial complex, agriculture, SIEM, information security.

На сегодняшний день все отрасли хозяйства, в том числе и сельского, развиваются с использованием цифровых информационных технологий [1]. Такой подход имеет ряд преимуществ: информационные системы, такие как Единая федеральная информационная система земель сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) или Центральная информационно-аналитическая система сельского хозяйства (ЦИАС СХ) агрегируют огромное количество информации, на основании которой своевременно принимаются рациональные решения относительно землепользования, налаживается эффективное взаимодействие между различными ведомствами и представителями бизнеса, осуществляется надлежащий мониторинг процесса и контроль результата сельскохозяйственной деятельности. В результате экономические показатели агропромышленного комплекса России, например, уровень самообеспечения основными продуктами питания и др., растут, несмотря на негативные внешнеэкономические обстоятельства [2].

Но вместе с новыми возможностями возникают и новые угрозы. Количество кибератак в мире в целом, и в России в частности, год от года увеличивается [3]. На сегодняшний день разработано большое число мер и средств противодействия различным атакам. Растет число различных систем, установленных на объектах: DLP, IDS, межсетевые экраны, антивирусные программы и т.д. Все они выполняют свою защитную функцию, но для эффективной работы требуют внимания специалиста. Системы формируют логи, которые необходимо анализировать на предмет выявления внешних атак, неисправностей, ошибок и злонамеренных действий внутренних пользователей. Чем больше в информационной системе пользователей, чем больше защитных систем установлено на объекте, тем больше таких логов и работы для отдела обеспечения ИБ. Кроме того, если объект является КИИ, согласно Федеральному закону «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», такой объект обязан незамедлительно информировать о компьютерных инцидентах федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный такую информацию собрать [4]. В связи с этим все более востребованными становятся SIEM (Security information and event management, «управление событиями и информацией о безопасности») – класс программных продуктов, предназначенных для сбора и анализа информации о событиях безопасности [5]. Такие системы позволяют делать следующее. Во-первых, они накапливают и анализируют большое количество информации, поступающей от других защитных систем объекта и рабочих мест пользователей основной информационной системы. Это позволяет автоматизировать процесс чтения логов и их анализа, упростить работу специалистов по ИБ и как следствие – снизить количество ошибок, вызванных человеческим фактором. Кроме того, используя правила корреляции и методы математической статистики, SIEM могут выявить инцидент, который другие системы не посчитали опасным, вследствие отсутствия у них полной информации. Во-вторых, если инцидент все же произошел, а такое неизбежно, так как состояние абсолютной защищенности недостижимо, SIEM позволят осуществить ретроспективный анализ инцидента и выявить его причины. Также информация из SIEM позволит привлечь к ответственности виновных, так как может быть использована в качестве доказательства, в том числе, в судах. В-третьих, SIEM будет очень полезна при проведении аудитов информационной безопасности, она позволит выявить слабые места. Подробные, хорошо систематизированные и понятные отчеты из SIEM можно представить как обоснование необходимости приобретения или доказательство эффективности уже приобретенных средств обеспечения ИБ.

Но существует ряд сложностей, связанных с приобретением, установкой, настройкой и использованием такой системы. К ним можно отнести следующие. Во-первых, такие системы стоят дорого, средства расходуются не только на приобретение, но и на эксплуатацию таких систем. Понадобятся специалисты, которые не только установят систему, но и будут ее обслуживать, потому что сама по себе SIEM работать не будет. Она позволяет получить информацию, но решение все равно принимает специалист. Во-вторых, SIEM нуждается в адаптации под инфраструктуру каждого конкретного объекта, настройке и периодическом уточнении правил корреляции. Таким образом, система требует большого количества ресурсов.

Возникает вопрос, как определить необходимость применения такой системы на объекте. В каждом отдельном случае такое решение принимается индивидуально. Но можно выделить критерии, на которые можно ориентироваться в процессе принятия такого решения. SIEM будет полезна, если организация имеет большую или географически распределенную инфраструктуру, с большим количеством пользователей. Также, если имеется большое количество других систем обеспечения ИБ, генерирующих большое количество логов. Еще один критерий – наличие специфического оборудования, нуждающегося в постоянном мониторинге.

Таким образом, SIEM является полезным, а в некоторых случаях необходимым решением, в том числе в различных отраслях сельского хозяйства. Система является мощным, но сложным инструментом, требующим настройки и мониторинга. Решение о приобретении SIEM должно быть обоснованным, тогда польза от применения системы превысит затраты на ее приобретение и эксплуатацию.

Список использованных источников

1. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года : Указ Президента РФ от 07.05.2018 г. № 204.

2. Сельское хозяйство в России. 2021 : стат.сб. – М. : Росстат, 2021. – 100 с.

3. Актуальные киберугрозы: I квартал 2022 года [Электронный ресурс]. – URL : https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2022-q1/

4. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации : федер. закон от 26.07.2017 г. № 187-ФЗ // СПС КонсультантПлюс.

5. SIEM (Security information and event management) [Электронный ресурс]. – URL : https://encyclopedia.kaspersky.ru/glossary/siem/

References

1. O nacionalnyh celyah i strategicheskih zadachah razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2024 goda : Ukaz Prezidenta RF ot 07.05.2018 g. No. 204.
2. Selskoe hozyajstvo v Rossii. 2021 : stat. sb. – M. : Rosstat, 2021. – 100 p.
3. Aktualnye kiberugrozy: I kvartal 2022 goda [Electronic resource]. – URL : https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2022-q1/
4. O bezopasnosti kriticheskoj informacionnoj infrastruktury Rossijskoj Federacii : feder. zakon ot 26.07.2017 No. 187-FZ / SPS KonsultantPlyus.
5. SIEM (Security information and event management) [Electronic resource]. – URL : https://encyclopedia.kaspersky.ru/glossary/siem/

УДК 621.396

И. А. Проворнов
(Кафедра «Информационная безопасность автоматизированных систем», ФГАОУ ВО «СКФУ», г. Ставрополь, Россия,
e-mail: igorprovornov@yandex.ru)

РАЗРАБОТКА ДЕРЕВА ЦЕЛЕЙ ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ КРИПТОАЛГОРИТМА AES

Аннотация. Проведен системный анализ задачи повышения надежности криптоалгоритма AES, проведена декомпозиция научной задачи, разработан вариант ее дерева целей.

Ключевые слова: системный анализ, надежность, AES, дерево целей.

I. A. Provornov
(Department of Information Security of Automated Systems NCFU, Stavropol, Russia)

DEVELOPMENT OF A HIERARCHY OF OBJECTIVES FOR THE PROBLEM OF INCREASING THE RELIABILITY OF THE AES CRYPTOALGORITHM

Abstract: A systematic analysis of the problem of increasing the reliability of the AES crypto algorithm was carried out, the decomposition of the scientific problem was carried out, a variant of its goal tree was developed.

Keywords: system analysis, reliability, AES, hierarchy of objectives.

SPN-криптосистема (подстановочно-перестановочная сеть) является одним из видов блочных шифров, в состав которой входят различные математические функции. Преимуществом подобных систем является относительная простота разработки и достаточная криптостойкость [1].

Общий принцип работы SPN-криптосистемы заключается в реализации процедур подстановки и перестановки над входными данными (открытой и ключевой информацией). Вся процедура состоит из отдельных этапов, именуемых в литературе «раунд шифрования». Обычно для каждого раунда используется индивидуальная ключевая информация, получаемая из исходной в ходе специальной процедуры «расширение ключа».

На текущий момент множество алгоритмов (протоколов, стандартов связи) используют SPN-криптосистемы, в том числе CRYPTON, Кузнечик; SHARK, AES и др.

Однако алгоритм AES является наиболее широко используемым в телекоммуникационных системах, поэтому именно он был выбран объектом настоящего исследования.

Как в любом криптоалгоритме, реализация AES должна обеспечивать его максимальную надежность. Анализ литературы по данной проблематике показал, что перспективным является использование корректирующих кодов для повышения надежности SPN-криптосистем [2].

Корректирующие коды (помехоустойчивые коды) – такие технологии, которые при кодировании добавляют избыточную информацию, используемую в процессе декодирования для обнаружения и корректировки ошибок, возникающих в процессе передачи информации (сбое в работе устройств). Применение корректирующих кодов в процедуре AES возможно реализовать в виде использования корректирующих кодов на основе полиномиальной системы классов вычетов (ПСКВ). Дополнительным преимуществом модулярных кодов является возможность осуществления параллельных вычислений за счет того, что они относятся к непозиционным системам счисления.

Алгоритм AES представляет собой чередование в определенном порядке процедур SubBytes, ShiftRows, MixColumns, AddRoundKey. Существующая сложная взаимосвязь между результатом выполнения этих операций, исходной информации и выходными данными для решения задачи повышения надежности подобных систем требует применения методов системного анализа.

Таким образом, задача повышения надежности SPN-криптосистем декомпозируется на задачи повышения надежности выполнения отдельных операций. В свою очередь, частные задачи предлагается решить за счет корректирующих кодов полиноминальной системы классов вычетов [3].

На рисунке 1 представлено применение метода системного анализа «дерево целей» для решения описываемой проблемы.

Построение дерева целей позволяет определить:

– взаимосвязи между целями различных уровней;
– очередность выполнения задач.

Таким образом, проведенный системный анализ научной задачи определяет перспективы дальнейших исследований.

Список использованных источников

1. Калмыков, И. А. Математические модели нейросетевых отказоустойчивых вычислительных средств, функционирующих в полиноминальной системе классов вычетов / И. А. Калмыков ; под ред. Н. И. Червякова. – М. : Физматлит, 2005. – 276 с.

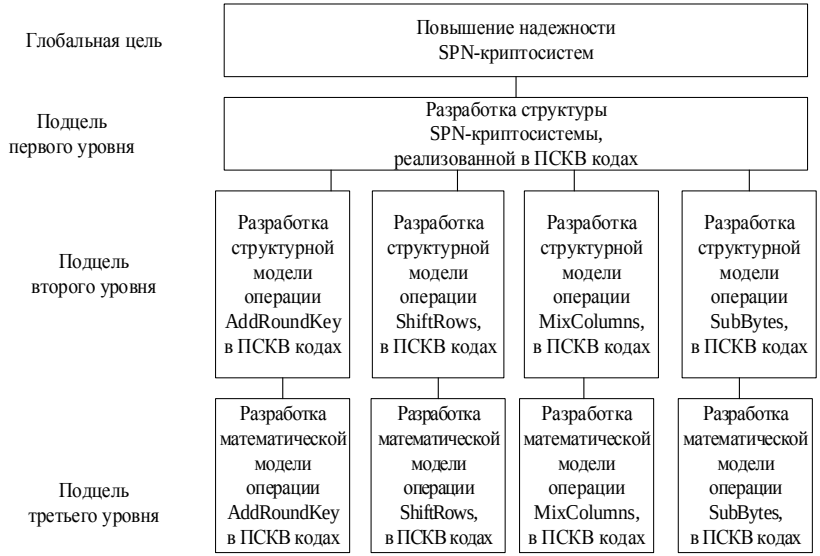


Рис. 1. Дерево целей задачи повышения надежности реализации криптоалгоритма AES

2. Повышение устойчивости к сбоям алгоритма шифрования AES на основе избыточной полиноминальной системы классов вычетов / И.А. Калмыков, Е. П. Степанова, М. И. Калмыков, Е. В. Топоркова // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 7. – С. 38 – 42.

3. Применение корректирующих кодов полиноминальной системы классов вычетов для устранения последствий сбоев при шифровании алгоритмом AES / И. А. Калмыков, Е. П. Степанова, М. И. Калмыков, Е. В. Топоркова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 2-2. – С. 168 – 173.

References

1. Kalmykov, I. A. Matematicheskie modeli nejrosetevyh otkazoustojchivyh vychislitel'nyh sredstv, funkcioniruyushchih v polinominal'noj sisteme klassov vychetov / I. A. Kalmykov ; Edited by N. I. Chervyakova. – M. : Fizmatlit, 2005. – 276 p.

2. Povyshenie ustojchivosti k sboyam algoritma shifrovaniya AES na osnove izbytochnoj polinominal'noj sistemy klassov vychetov / I. A. Kalmykov, E. P. Stepanova, M. I. Kalmykov, E. V. Toporkova // Modern high-tech technologies. – 2015. – No. 7. – Pp. 38-42.

3. Primenenie korrektiruyushchih kodov polinominal'noj sistemy klassov vychetov dlya ustraneniya posledstvij sboev pri shifrovanii algoritmom AES / I. A. Kalmykov, E. P. Stepanova, M. I. Kalmykov, E. V. Toporkova // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2016. – No. 2-2. – Pp. 168 – 173.

УДК 681.5

Д. В. Тулупов
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: dmitry.tulupov68@gmail.com)

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОСТАВЩИКАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПЛАТФОРМЫ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Рассмотрен подход к продаже агропромышленной продукции с помощью подсистемы взаимодействия с поставщиками информационной системы платформы электронной коммерции для того, чтобы увеличить спрос в агропромышленном комплексе и, следовательно, прибыль. Приведены используемые технические средства, дана их краткая характеристика.

Ключевые слова: взаимодействие с поставщиками, агропромышленная продукция, электронная коммерция, поставщик, потребитель.

Предлагается подсистема взаимодействия с поставщиками информационной системы платформы электронной коммерции, которая позволяет продавать агропромышленную продукцию малому бизнесу и самозанятым гражданам. С помощью данной информационной системы пользователь может оформить заказ.

Электронная коммерция (*e-commerce*) – термин, используемый для обозначения коммерческой активности в сети Интернет. Электронная коммерция обеспечивает возможность осуществления покупок, продаж, сервисного обслуживания, проведения маркетинговых мероприятий путем использования компьютерных сетей.

Потребитель хочет за максимально короткое время найти все необходимое, оформить доставку в удобное для него время, совершить оплату комфортным способом и дальше вернуться к своим делам. Иными словами, человек выбирает платформу электронной коммерции, чтобы минимизировать трудозатраты, потому что ценит свое время.

Хорошей практикой считается настроить подборки агропромышленной продукции по предыдущим запросам и/или заказам, предложить покупателю сразу выбрать интересующие его категории и настроить нужные фильтры.

Сейчас появилось огромное количество способов оплаты онлайн, а некоторые магазины все еще верны способу «оплата наличными курьеру».

Утечка персональной информации – это то, за что так переживает потребитель, когда размещает заказ. Когда платформа электронной

коммерции запрашивает слишком много данных, появляется недоверие и уменьшается желание продолжить совершать покупки.

Потребителю приятно осознавать, что что-то делается только для него – индивидуальные подборки товаров или услуг по последним запросам или интересам, сопутствующие товары к выбранным позициям, персонализированные акции.

Основная цель любой платформы электронной коммерции – подвести потребителя к покупке и сделать так, чтобы он вернулся и купил еще что-то.

И здесь затрагивается огромное количество элементов: оптимизированный поиск и фильтры, внешний вид и расположение карточек и иконок, удобство кнопок, подборки сопутствующих товаров и услуг, порядок оформления заказа, возможность быстрого внесения изменения в заказ, минимальное ожидание подтверждения оплаты, общение с потребителем после покупки.

Чем проще и приятнее взаимодействие потребителя с платформой от начала поиска товара до получения подтверждения о заказе, тем выше вероятность, что он вернется снова.

В тот момент, когда потребитель совершает покупку и делает заказ в платформе электронной коммерции, он запускает очень сложный процесс движения заказа по статусной схеме, который в итоге приводит к доставке товара клиенту. Нажав на кнопку «купить» в ленте, потребитель попадает в чат с поставщиком и прикрепляется пост с конкретной продукцией, выбранной потребителем. После обсуждения условий оплаты и доставки, потребитель принимает решение о покупке агропромышленной продукции.

Поставщик в приложении может опубликовать пост агропромышленной продукции. Для этого ему нужно зайти в редактор постов и загрузить медиа-контент и добавить описание к посту, а после этого опубликовать его. Потребители увидят пост в ленте, и, если продукция их заинтересует, могут ее купить. Поставщик в приложении может просматривать историю заказов, проверять статус оплаты, подтверждать или отклонять заказ, а также смотрит список своих подписчиков.

Резюмируя можно сказать, что сейчас многие покупки совершаются в интернете. Если поставщик агропромышленной продукции разрекламирует свой аккаунт и наберет достаточное количество подписчиков в предлагаемой платформе электронной коммерции, то продажи и, следовательно, прибыль в агропромышленном комплексе однозначно возрастут.

Список использованных источников

1. Андрейчиков, А. В. Интеллектуальные информационные системы : учебник / А. В. Андрейчиков. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
2. Маглинец, Ю. А. Анализ требований к автоматизированным информационным системам : учебное пособие / Ю. А. Маглинец. – М. : Интернет–Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 200 с.
3. Лесничая, И. Г. Информатика и информационные технологии : учебное пособие. – 2-е изд., стереотип. / И. Г. Лесничая. – М. : Эксмо, 2006. – 544 с.

References

1. Andreichikov, A. V. Intelligent information systems : textbook / A. V. Andreichikov. – M. : Finance and statistics, 2004. – 424 p.
2. Maglinets, Yu. A. Analysis of requirements for automated information systems : textbook / Yu. A. Maglynets. – M. : Internet-University of Information Technologies; BINOMIAL. Laboratory of knowledge, 2008. – 200 p.
3. Lesnichaya, I. G. Informatics and information technologies : textbook. – allowance 2nd ed. / I. G. Lesnichaya. – M. : Eksmo, 2006. – 544 p.

УДК 004.056.5

Ф. О. Федин, В. Л. Коданев
(Кафедра КБ-1 «Защита информации»,
РТУ МИРЭА, Москва, Россия,
e-mail: fedin@mail.ru, kod_v@mail.ru)

МОДЕЛЬ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ В ОРГАНИЗАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Выполнена разработка модели реализации процесса подтверждения соответствия системы защиты информации (СЗИ) информационно-телекоммуникационной сети в организации агропромышленного комплекса. Подтверждение позволит проводить оформление, регистрацию и выдачу аттестата соответствия системы защиты информации.

Ключевые слова: информационная безопасность, защита информации, моделирование, система защиты информации.

F. O. Fedin, V. L. Kodanev
(Department KB-1 “Information Protection”,
RTU MIREA, Moscow, Russia)

A MODEL FOR CONFIRMING THE COMPLIANCE OF THE INFORMATION SECURITY SYSTEM OF THE INFORMATION AND TELECOMMUNICATION NETWORK IN THE ORGANIZATION OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The development of a model for the implementation of the process of confirming the compliance of the information security system of the information and telecommunication network in the organization of the agro-industrial complex has been developed. The confirmation will allow for the execution, registration and issuance of a certificate of conformity of the information security system.

Keywords: information security, information security, modeling, information security system.

Подтверждение того, что система защиты информации соответствует установленным требованиям выполняется руководством организации (заказчиком), или привлекаемым оператором. Список требуемых при этом работ представляется в соответствующей программе и созданных методиках аттестационных испытаний. Такого рода методики создаются до начала работ. Созданием занимается исполнитель работ при активном участии заявителя.

ГОСТ РО 0043-004–2013 включает обобщенные требования к структуре и содержанию программ и методик аттестационных испытаний на соответствие требованиям информационной безопасности (ИБ). Выполнение таких требований дает возможность производить защиту информации (ЗИ) от утечки по различным техническим каналам, от воздействий специфического характера, от несанкционированного доступа.

Под аттестацией следует понимать совокупность различных мероприятий (технического и организационного характера), в ходе выполнения которых удостоверяется соответствие системы ЗИ объекта информатизации требованиям БИ. Аттестация делится на обязательную и добровольную. Обязательной аттестации подлежат только государственные информационные системы и их сегменты, содержащие конфиденциальную информацию. Порядок проведения аттестации в соответствии с ГОСТ РО 0043-004–2013:

– составление и анализ заявки на аттестацию;
– начальное знакомство с аттестуемым объектом;
– формирование программ и методик аттестационных испытаний;
– проведение испытаний;
– регистрация и заполнение аттестата соответствия.

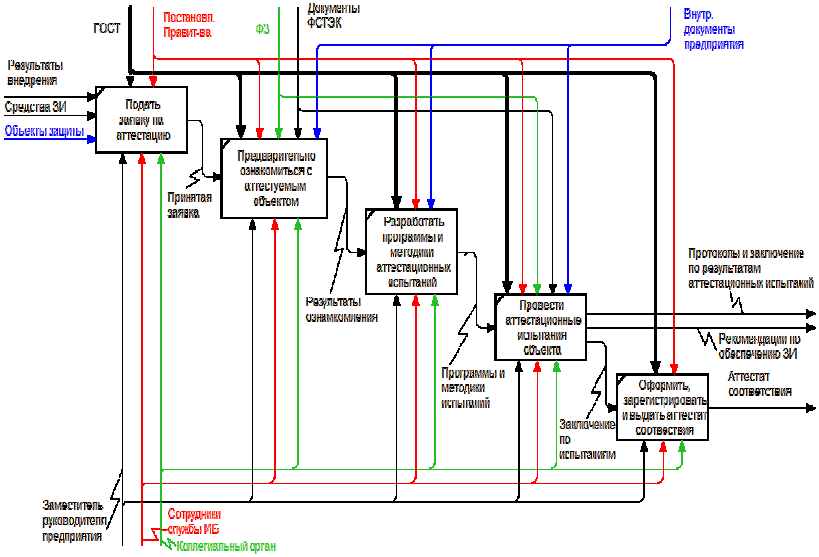


Рис. 1. Модель подтверждения соответствия СЗИ

Сотрудниками службы ИБ под руководством заместителя руководителя составляется и подается заявка на аттестацию СЗИ. Заявка рассматривается в ведомстве и собирается коллегиальный орган для проведения аттестации.

После принятия заявки коллегиальный орган проводит предварительное ознакомление с аттестуемым объектом и на основе результатов ознакомления разрабатывает программы и методики аттестационных испытаний на основе ГОСТ РО 0043-004–2013.

Далее проводятся аттестационные испытания объекта по разработанным ранее методикам и коллегиальным органом составляется заключение по испытаниям. Также в результате испытаний составляется протокол аттестационных испытаний и список рекомендаций по обеспечению ЗИ.

При успешном прохождении испытаний проводится оформление, регистрация и выдача аттестата соответствия СЗИ.

Выводы

Таким образом, в ходе проделанной работы выполнена разработка модели реализации процесса подтверждения соответствия системы защиты информации информационно-телекоммуникационной сети в организации агропромышленного комплекса. Подтверждение соответствия даст возможность проводить оформление, регистрацию и выдачу аттестата соответствия системы защиты информации.

Список использованных источников

1. Федин, Ф. О. Разработка требований к автоматизированной системе оценивания результатов инновационной деятельности образовательной организации / Ф. О. Федин, О. Н. Ромашкова, Я. В. Захаров // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». – 2021. – № 6. – С. 96 – 101.

2. Федин, Ф. О. Моделирование предметной области в целях создания автоматизированной информационной системы управления довузовской подготовки школьников / Ф. О. Федин, А. К. Соломатин, Е. Н. Павличева // Информационные системы и технологии. – 2021. – № 6(128). – С. 47 – 55.

3. Комбинационная модель машинного обучения для анализа сетевого трафика в интересах защиты информации / А. К. Соломатин, Ф. О. Федин, О. В. Трубиенко, Е. Н. Павличева // Информационные системы и технологии. – 2021. – № 1(123). – С. 109 – 118.

References

1. Fedin, F. O. Development of requirements for an automated system for evaluating the results of innovative activities of an educational organization / F. O. Fedin, O. N. Romashkova, Ya. V. Zakharov // Modern Science: Actual Prob-

lems of Theory and Practice. Series “Natural and technical sciences”. – 2021. – No. 6. – Pp. 96 – 101.

2. Fedin, F. O. Modeling of the subject area in order to create an automated information management system for pre-university training of schoolchildren / F. O. Fedin, A. K. Solomatin, E. N. Pavlicheva // Information systems and technologies. – 2021. – No. 6(128). – Pp. 47 – 55.

3. Combinational machine learning model for analyzing network traffic in the interests of information security / A. K. Solomatin, F. O. Fedin, O. V. Trubienko, E. N. Pavlicheva // Information systems and technologies. – 2021. – No. 1(123). – Pp. 109 – 118.

УДК 631.331.54

Ю. В. Литовка, В. В. Конкина, С. П. Стрыгин,
А. В. Гаврилин
(Кафедра «Системы автоматизированной поддержки принятия решений», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: sapr.tstu@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВЫСЕВА

Аннотация. Рассмотрены способы оценки качества посева семян. Представлены требования для разработки программного обеспечения оценки качества работы высевающих аппаратов для пунктирно-гнездового способа посева.

Ключевые слова: высевающий аппарат, пунктирно-гнездовой способ, коэффициент вариации, качество посева.

Yu. V. Litovka, V. V. Konkina, S. P. Strygin,
A. V. Gavrilin
(Department of Automated Decision Support Systems,
TSTU, Tambov, Russia)

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR CROP QUALITY ASSESSMENT

Abstract. Methods of assessing the quality of sowing seeds are considered. The requirements for the development of software for assessing the quality of the seeding machines for the dotted-nest seeding method are presented.

Keywords: seeding apparatus, dotted-nest method, coefficient of variation, seeding quality.

Перспективным направлением развития сеялок точного высева является их цифровизация с разработкой системы управления вращения диска высевающего аппарата, а также совершенствование системы контроля высева семян с разработкой алгоритма автоматического управления высевом и регулирования положения съемника двойников [1].

Одним из экономически эффективных способов посева семян сои является пунктирно-гнездовой. Пунктирно-гнездовой способ посева характеризуется двумя размерами: расстоянием между гнездами, а также расстоянием между семенами в гнезде. При таком способе посева достигается лучшая освещенность, благодаря чему растения лучше развивают корневую систему и надземные части, что способствуют высокому прикреплению нижних бобов на растениях и уменьшению потерь при уборке. Облегчается обработка посевов механизированным

способом, также требуется меньше семян на единицу площади, средств защиты для предпосевной обработки, чем при рядовом способе посева [2].

Равномерное размещение семян вдоль посевного рядка является условием рационального использования площади питания каждым растением. Создание таких условий позволяет получать максимальные урожаи [3, 4].

При посеве проявляется инверсия семян в том, что во время падения в борозду семена нарушают свою очередность высева, т.е. появляются отрицательные интервалы. Это явление свидетельствует о плохом качестве посева и наступает вследствие несовершенства конструкции высевающего аппарата. Для оценки точности распределения семян вдоль борозды при пунктирном посеве применяется коэффициент вариации интервалов между ними [3].

Коэффициент вариации тем больше, чем хуже конструкция высевающего аппарата и условия его эксплуатации. При равномерном высеве с одинаковыми интервалами во времени выхода семян из высевающего аппарата коэффициент вариации стремится к нулю. При значении коэффициента вариации меньше либо равным 33% сеялка обеспечивает точный высев и согласуется с агротехническими требованиями [5].

Однако при пунктирно-гнездовом посеве расстояние между семенами в рядке изначально различно и математическое ожидание отлично от нуля, что ограничивает использование коэффициента вариации при оценке качества работы высевающего аппарата.

Для автоматического управления высевом важна точная фиксация семян, пролетающих через датчик высева либо видеокамеру. Распределение временных интервалов взаимодействия семян с датчиком является важной составляющей для правильной оценки регистрации семян при проведении испытаний высевающих аппаратов.

Цель исследования – совершенствование метода оценки качества работы высевающего аппарата при пунктирно-гнездовом способе высева.

В задачу исследований входит разработка программного обеспечения для оценки равномерности распределения семян высевающими аппаратами сеялок для пунктирно-гнездового способа посева.

В качестве входных данных служат данные, получаемые от датчика высева. Программа позволяет определить различные параметры качества работы высевающего аппарата с учетом коэффициентов временных интервалов двойников и пропусков. Коэффициенты временного интервала двойников и пропусков вводятся с учетом особенностей высеваемых культур и режимом работы высевающего аппарата. На основании рассчитанных данных можно делать выводы о качестве работы пунктирно-гнездовых высевающих аппаратов.

Список использованных источников

1. Исследование параметров взаимодействия семян с емкостным датчиком высева / А. В. Балашов, Н. Ю. Пустоваров и др. // Наука в центральной России. – 2022. – № 2(56). – С. 69 – 77. – DOI: 10.35887/2305-2538-2022-2-69-77
2. Совершенствование высевающего аппарата для посева семян сои гнездовым способом / С. Г. Хайруллина, А. В. Балашов, А. А. Синельников и др. // Современная наука: теория, методология, практика : матер. IV Всерос. нац. науч.-практ. конф., Тамбов, 20–21 апреля 2022 года. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А. В., 2022. – С. 291 – 295.
3. Василенко, В. В. Инверсия семян и ее влияние на качество пунктирного посева / В. В. Василенко, С. В. Василенко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 12, № 2(61). – С. 102 – 108. – DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.2.102
4. Казаров, К. Р. Совершенствование теории и методов точного размещения растений сахарной свеклы вдоль рядка / К. Р. Казаров. – Воронеж : ВГАУ, 1998. – 119 с.
5. Крючин, Н. П. Влияние способов формирования семенного потока высевающими аппаратами на равномерность распределения семян в рядке / Н. П. Крючин // Научное обозрение. – 2015. – № 3. – С. 8 – 12.

References

1. Research of interaction the seeds with a capacitive sowing sensor / A. Balashov, N. Pustovarov, et al. // Science in Central Russia. – 2022. – No. 2(56). – Pp. 69 – 77. – DOI^ 10.35887/2305-2538-2022-2-69-77
2. Improvement of the sowing apparatus for sowing soybean seeds by the nest method / S. G. Khairullina, A.V. Balashov, A. A. Sinelnikov. et al. // Modern science: theory, methodology, practice : materials of the IV All-Russian National Scientific and Practical Conference, Tambov, April 20–21, 2022. – Tambov : Publishing House of IP Chesnokova A. V., 2022. – Pp. 291 – 295.
3. Vasilenko, V. V. Inversion of seeds and its effect on the quality of single-grain sowing / V. V. Vasilenko, S. V. Vasilenko // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. – 2019. – T. 12, No. 2(61). – Pp. 102 – 108. – DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.2.102
4. Kazarov, K. R. Improving the theory and methods of precise placement of sugar beet plants along the row / K. R. Kazarov. – Voronezh : VGAU, 1998. – 119 p.
5. Kryuchin, N. P. Influence of the ways of seed flow formation by sowing devices on the evenness of seeds distribution in the bed / N. P. Kryuchin // Scientific Review. – 2015. – No. 3. – Pp. 8 – 12.

УДК 004.056

М. А. Мельшиян, И. В. Журжи
(Кафедра «Информационная безопасность»,
ФГАОУ ВО «Национальный Исследовательский университет
«Московский институт электронной техники», Москва, Россия,
e-mail: muubear@gmail.com, a_dushkin@mail.ru)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация. Рассмотрен процесс автоматизации работ по проведению оценки соответствия информационных систем агропромышленного комплекса на соответствие требования по защите информации.

Ключевые слова: цифровизация, информационная система, аудит ИБ, нормативно-методическая документация, автоматизация.

M. A. Melshiyan, I. V. Zhurzhi
(Department of Information Security,
National Research University of Electronic Technology,
Moscow, Russia)

AUTOMATION OF THE PROCESS OF ASSESSING THE COMPLIANCE OF INFORMATION SYSTEMS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX FOR COMPLIANCE WITH INFORMATION SECURITY REQUIREMENTS

Abstract. The process of automation of work on the assessment of compliance of information systems of the agro-industrial complex for compliance with the requirements for information protection is considered.

Keywords: digitalization, information system, IS audit, regulatory and methodological documentation, automation.

ВВЕДЕНИЕ

Агропромышленный комплекс является одним их ключевых секторов экономики России. Выполнение требований по информационной безопасности в рамках цифровизации агропромышленного комплекса является одной из ключевых задач для сохранения и поддержания жизнеспособности организаций.

Цель работы заключается во внедрении методов автоматизированного процесса оценки информационных систем на соответствие требованиям по защите информации.

КАКИЕ ЗАДАЧИ РЕШАЕТ ОЦЕНКА ИС ПО ТРЕБОВАНИЯМ ИБ

При обработке информации в автоматизированных системах существует вероятность кражи и утери чувствительной информации о процессах, которые используются в организации, или выведение из строя различных промышленных и бизнес-систем компаний.

Для решения этой задачи проводится оценка информационных (автоматизированных) систем на соответствие требованиям по защите информации, согласно нормативно-методической документации (НМД).

Для проведения оценки на соответствие требованиям НМД по защите информации (далее – аудит), компания должна провести ряд организационных мероприятий по подготовке к аудиту информационной безопасности (ИБ).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Процесс проведения аудита ИБ представляет собой подготовку большого количества бумаг, которые в процессе жизнедеятельности организации могут быть утеряны или испорчены.

В рамках автоматизации в организации внедряется программный комплекс, который позволяет автоматизированно собирать актуальную информацию по инфраструктуре организации, решить задачи по предварительной подготовке к аудиту ИБ, провести оценку по установленным требованиям к системе и подготовить отчетную документацию.

Сбор актуальной информации об инфраструктуре организации позволяет систематизировать информацию по автоматизированным системам и обозначить те системы, которые попадают под требования по проведению аудита на соответствие требованиям информационной безопасности.

Предварительная подготовка к проведению аудита ИБ позволяет устанавливать сроки проведения аудита, с уведомлением ответственных лиц за указанный срок до проведения проверки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ АУДИТА ИБ

В рамках внедрения системы автоматизации процесса проведения аудита ИБ значительно сократился срок проведения работ по оценке информационных систем.

После проведения работ па аудиту ИБ, у ответственного лица имеется возможность подготовки всей необходимой отчетной доку-

ментации и последующая передача ее в соответствующие адреса с сохранением всей необходимой информации в системе.

Список использованных источников

1. Dushkin, A. V. Algorithm for predicting the health of an information system after exposure to cyberattacks / A. V. Dushkin, S. S. Kochedykov // 2nd Scientific Conference on Fundamental Information Security Problems in terms of the Digital Transformation (FISP-2020), 30.11.2020, Stavropol, Russia. – IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1069. – DOI: 10.1088/1757-899X/1069/1/012036

2. Zhou, X. Improvement of information System Audit to Deal With Network Information Security / X. Zhou // International Conference on Communications, Information System and Computer Engineering (CISCE). – 2020. – Pp. 93 – 96. – DOI: 10.1109/CISCE50729.2020.00025

References

1. Dushkin, A. V. Algorithm for predicting the health of an information system after exposure to cyberattacks / A. V. Dushkin, S. S. Kochedykov // 2nd Scientific Conference on Fundamental Information Security Problems in terms of the Digital Transformation (FISP-2020), 30.11.2020, Stavropol, Russia. – IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. – Vol. 1069. – DOI: 10.1088/1757-899X/1069/1/012036

2. Zhou, X. Improvement of information System Audit to Deal With Network Information Security / X. Zhou // International Conference on Communications, Information System and Computer Engineering (CISCE). – 2020. – Pp. 93 – 96. – DOI: 10.1109/CISCE50729.2020.00025

УДК 631.1

С. А. Нагорнов[1], А. Ю. Корнев[1], В. А. Погонин[2], М. Ю. Левин[3], Е. Ю. Левина[4]
([1]Лаборатория использования моторного топлива,
ФГБНУ «ВНИИТиН», г. Тамбов, Россия,
e-mail: snagornov@yandex.ru;
[2]кафедра «Информационные процессы и управление»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия;
[3]кафедра «Физика и биомедицинская техника»,
ФГБОУ ВО «ЛГТУ», г. Липецк, Россия;
[4]кафедра «Физика»,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н. Э. Баумана», Москва, Россия)

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Аннотация. Впервые научно обосновано влияние функциональных связей химмотологических систем сельскохозяйственной техники на основные направления и способы экономии нефтепродуктов при производстве продукции растениеводства. Установлено, что цифровая трансформация растениеводства и Интернет вещей могут обеспечить операционную эффективность и снизить затраты при решении проблемы существенной экономии моторного топлива. Показано, что маршрут от концепции до успешного масштабирования цифровизации сельскохозяйственного предприятия является весьма сложной задачей.

Ключевые слова: моторное топливо, функциональные связи, химмотологические системы, сельскохозяйственная техника, цифровизация.

S. A. Nagornov[1], A. Yu. Kornev[1], V. A. Pogonin[2], M. Yu. Levin[3], E. Yu. Levina[4]
([1]Laboratory for the use of motor fuel,
VNIITiN, Tambov, Russia;
[2]Department of Information Processes and Management,
TSTU, Tambov, Russia;
[3]Department of Physics and Biomedical Engineering,
LGTU, Lipetsk, Russia;
[4]Department of Physics,
MSTU named after N. E. Bauman, Moscow, Russia)

CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR DIGITAL TRANSFORMATION OF CROP PRODUCTION

Abstract. For the first time, the influence of functional relationships of chemmotological systems of agricultural machinery on the main directions and

methods of saving oil products in the production of crop products has been scientifically substantiated. It has been established that the digital transformation of crop production and the Internet of Things can provide operational efficiency and reduce costs while solving the problem of significant savings in motor fuel. It is shown that the route from the concept to the successful scaling of the digitalization of an agricultural enterprise is a very difficult task.

Keywords: motor fuel, functional connections, chemical systems, agricultural machinery, digitalization.

Установлено, что на протяжении многих десятков лет проблема увеличения топливной экономичности машинно-тракторных агрегатов неизменно остается ведущим направлением исследований как в нашей стране, так и за рубежом. Выявлено, что особый интерес к этой краеугольной проблеме обусловлен не только существенным влиянием светлых нефтепродуктов на себестоимость и экономическую эффективность продукции растениеводства в целом, но и их важнейшей роли при поиске путей предупреждения изменения экологического равновесия в среде нашего обитания. Проанализировано развитие производства растениеводческой продукции в нашей стране за вторую половину XX столетия. Показано, что за указанное время фондовооруженность и энергообеспеченность сельскохозяйственного производства возросла на 350…400%. Однако обусловленного этими факторами существенного роста производительности труда и валового продукта не произошло. Выявлено, что расход дизельного топлива на один гектар посевной площади в России в 1,5–2,0 раза выше по сравнению с промышленно-развитыми странами. Подчеркнуто, что дальнейшее наращивание выпуска сельскохозяйственной продукции, обусловленное выполнением Стратегии развития АПК до 2030 г., приведет к еще большему увеличению потребности в энергетических ресурсах и, в частности, в дизельном топливе. Установлено, что для отечественных сельскохозяйственных предприятий до настоящего времени характерным продолжает оставаться рост материальных затрат, среди которых существенное место занимает потребление светлых нефтепродуктов. Однако неуклонный рост цен на нефтепродукты и неоднократное приобретение сельскими товаропроизводителями некачественного моторного топлива неизбежно приводит к необходимости поиска путей рационального использования энергетических ресурсов. Реальная возможность повышения эффективности использования моторного топлива в современных условиях зависит, прежде всего, от научной обоснованности соответствующих концепций. Впервые науч-

но обосновано влияние функциональных связей химмотологических систем сельскохозяйственной техники на основные направления и способы экономии топливно-смазывающих материалов при производстве продукции растениеводства. Краеугольным вопросом энергосбережения является разработка систем производства продукции растениеводства, оптимальных с точки зрения энергозатрат. Среди комплекса задач указанного направления главной является совершенствование технологий производства сельскохозяйственной продукции. За последние годы выявлено, что для получения максимального эффекта энергосбережения предпочтительнее внести коренные изменения в существующие технологии, такие как минимальная или нулевая обработка почвы, уборка зерновых культур, применение многоцелевых силовых и транспортных модулей и т.д. Совершенствование таких производственных систем должно носить комплексный характер с учетом последействия при замене операций процесса. Показано, что совершенствование рабочего процесса в дизелях, снижение удельного расхода и механических потерь, уменьшение массы прицепных и навесных орудий, совершенствование рабочих органов с учетом комплексного влияния функциональных связей химмотологических систем сельскохозяйственной техники является одним из главных направлений, реализация которого позволит добиться существенной экономии моторного топлива. Научно обосновано, что концептуальные основы цифровой трансформации растениеводства и Интернет вещей могут обеспечить операционную эффективность и снизить затраты при решении рассматриваемой проблемы, но маршрут от концепции до успешного масштабирования цифровизации предприятия является сложной задачей. В то же время уровень внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство России пока остается очень низким [1, 2]. Установлено, что применение современных цифровых технологий позволяет сформировать оптимальные почвенно-агротехнические и организационно-территориальные условия, обеспечивающие в течение всего жизненного цикла сельскохозяйственной продукции значительное повышение урожайности и производительности труда, снижение материальных затрат на нефтепродукты, электроэнергию, средства защиты растений и другие виды расходов при сохранении плодородия почв и защите окружающей среды.

Список использованных источников

1. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» : официальное издание. – М. : Росинформагротех, 2019. – 48 с.

2. Национальная программа «Цифрровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL : http://government .ru/rugovclassifier/614

References

1. Departmental project "Digital Agriculture" : official publication. – M. : Rosinformagrotech, 2019. – 48 p.

2. National Program "Digital Economy of the Russian Federation" [Electronic resource]. – URL : http://government.ru/rugovclassifier/614

УДК 004.056

Д. В. Большунов, Д. Р. Мусин, О. В. Федоров
(Кафедра «Информационная безопасность»,
НИУ «МИЭТ», г. Зеленоград, Москва, Россия,
e-mail: bolshunov01@mail.ru, musindamirrin@yandex.ru,
dadaolegxxx@gmail.com)

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИНТЕГРАЦИИ СРЕДСТВ ДОВЕРЕННОЙ ЗАГРУЗКИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ

Аннотация. В настоящее время большое количество атак проводится на автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). При этом с каждым годом число атак на АСУ ТП, связанных с недостаточным контролем доступа к системам, увеличивается. Возникает необходимость усовершенствования средств защиты систем управления. Рассмотрен один из вариантов решения данной проблемы путем внедрения средств доверенной загрузки в АСУ ТП на агропромышленных комплексах.

Ключевые слова: информационная безопасность, автоматизированная система управления технологическими процессами, средства доверенной загрузки, несанкционированный доступ, недостаточный контроль доступа, безопасность агропромышленного комплекса.

D. V. Bolshunov, D. R. Musin, O. V. Fedorov
(Department of Information Security,
National Research University «Moscow Institute
of Electronic Technology»,
Zelenograd, Moscow, Russia)

EVIDENCE OF THE NEED TO INTEGRATED DEVICES OF TRUSTED BOOT LOADING INTO AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEXES

Abstract. Currently, a large number of attacks are directed at automated process control systems. At the same time, every year the number of attacks on automated control systems associated with insufficient access control to systems increases. There is a need to improve the protection of control systems. The article considers one of the options for solving this problem by introducing devices of trusted boot loading into automated control systems at agro-industrial complexes.

Keywords: information security, automated process control system, trusted boot loading devices, unauthorized access, insufficient access control, security of the agro-industrial complex.

Большое количество атак приходится на автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Причем, в соответствии с отчетами Positive Technologies, число атак на АСУ ТП на различных предприятиях (в том числе в агропромышленных комплексах) из года в год увеличивается. Поскольку практически каждое производство имеет в своем составе автоматизированные системы управления, решение данной проблемы становится крайне актуальным.

Использование систем управления без предъявления требований по защите может привести как к остановке целого производства, так и к более серьезным последствиям: нанесению недопустимого ущерба экологии и к человеческим жертвам (особенно, если атака была произведена на критически важные и потенциально опасные объекты агропромышленного комплекса (АПК)).

В соответствии с нормативными документами ФСТЭК существует несколько классов угроз информационной безопасности, направленных на АСУ ТП. К ним можно отнести угрозы несанкционированного доступа, угрозы антропогенного, а также техногенного характера.

В данной статье рассмотрены угрозы, связанные с несанкционированным доступом к автоматизированным системам со стороны внутреннего нарушителя, наиболее часто применяемые в АПК. С точки зрения внутреннего нарушителя основными уязвимостями АСУ ТП на предприятиях (в соответствии с методикой оценки угроз безопасности информации ФСТЭК от 05.12.2021 г.) являются: использование слабых промышленных и сетевых протоколов, возможность прямого взаимодействия нарушителя с устройствами хранения памяти, недостаточный контроль доступа к АСУ ТП, использование слабых паролей (рис. 1).

При этом из тех же отчетов Positive Technologies, посвященных уязвимостям в АСУ ТП следует, что наиболее часто эксплуатируемой уязвимостью является «недостаточный контроль доступа». Следовательно, первостепенной задачей на данный момент является устранение именно этой уязвимости.

Одним из возможных вариантов решения данной проблемы является разработка и внедрение модулей доверенной загрузки (МДЗ) в автоматизированные системы управления. Основными задачами МДЗ являются: предоставление доступа пользователей к защищаемым объектам по физическим идентификаторам, шифрование жестких дисков, а также защита от вирусных атак на базовую систему ввода-вывода (BIOS).

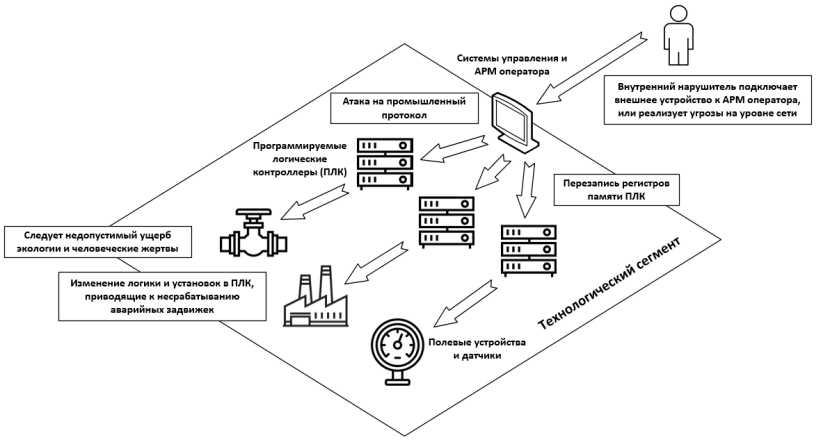


Рис. 1. Модель угроз безопасности АСУ ТП со стороны внутреннего нарушителя

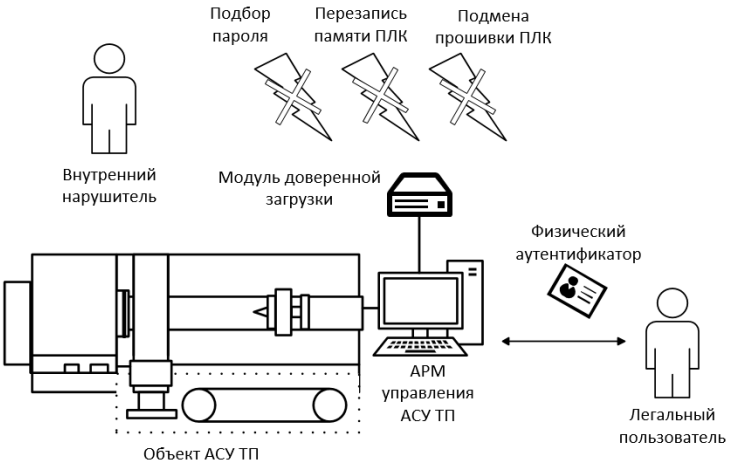


Рис. 2. Пример установки МДЗ в АРМ управления АСУ ТП

Принцип работы средств доверенной загрузки заключается в том, что каждый пользователь прежде, чем приступить к работе, обязан пройти двухфакторную аутентификацию с помощью пароля и, например, физического аутентификатора. После прохождения аутентификации МДЗ расшифровывает данные, хранящиеся на жестком диске и запускает BIOS (рис. 2).

Таким образом, внедрение модулей доверенной загрузки в системы управления АСУ ТП решает проблему неконтролируемого доступа на объектах агропромышленного комплекса, так как даже злоумышленник, скомпрометировавший пароль, не может получить доступ ни к системе, ни к информации, хранящейся на жестких дисках, при отсутствии физического аутентификатора.

Список использованных источников

1. Кашубина, А. П. Подходы к реализации модуля доверенной загрузки для вычислительной платформы с технологией UEFI / А. П. Кашубина, А. П. Иванов // Инжиниринг и технологии. – 2017. – №. 2(2). – DOI: 10.21685/2587-7704-2017-2-2-4
2. Методика оценки угроз безопасности информации ФСТЭК от 05.02.2021 // ФСТЭК России. – URL : https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/2170-metodicheskij-dokument-utverzhden-fstek-rossii-5-fevralya-2021?ysclid=l8x2689xz3989821082
3. Уязвимости в АСУ ТП: итоги 2018 года // Positive Technologies. – URL : https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/2170-metodicheskij-dokument-utverzhden-fstek-rossii-5-fevralya-2021?ysclid=l8x2689xz3989821082 (Дата обращения: 11.04.2019).

References

1. Kashubina, A. P. Approaches to the implementation of a trusted boot module for a computing platform with UEFI technology / A. P. Kashubina, A. P. Ivanov // Engineering and Technologies. – 2017. – Vol. 2(2). – DOI: 10.21685/2587-7704-2017-2-2-4
2. Methodology for assessing threats to the security of FSTEC information from 05.02.2021 // FSTEC of Russia. – URL : https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/2170-metodicheskij-dokument-utverzhden-fstek-rossii-5-fevralya-2021?ysclid=l8x2689xz3989821082
3. Vulnerabilities in automated control systems: results of 2018 // Positive Technologies. – URL : https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/2170-metodicheskij-dokument-utverzhden-fstek-rossii-5-fevralya-2021?ysclid=l8x2689xz3989821082 (Accessed: April 2019).

УДК 629.025

Р. Р. Ковалев, В. А. Юдаев, А. Г. Дивин,
П. В. Балабанов
(Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: kovalev.roman68@rambler.ru, pt-arta@yandex.ru,
agdv@yandex.ru, pav-balabanov@yandex.ru)

СПОСОБ КОРРЕКТИРОВКИ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В САДАХ

Аннотация. Приведен способ корректировки траектории движения мобильной робототехнической платформы, рассмотрена конструкция устройства и алгоритм расчета корректировки траектории движения.

Ключевые слова: корректировка траектории, мобильный робот, конструкция.

R. R. Kovalev, V. A. Yudaev, A. G. Divin,
P. V. Balabanov
(Department of Mechatronics and Technological Measurements,
TSTU, Tambov, Russia)

A METHOD FOR CORRECTING THE TRAJECTORY OF A ROBOTIC COMPLEX IN GARDENS

Abstract. The article presents a method for correcting the trajectory of a mobile robotic platform, considers the design of the device and the algorithm for calculating the correction of the trajectory of motion.

Keywords: trajectory correction, mobile robot, construction.

В современном агропромышленном производстве с каждым годом активно разрабатываются и применяются различные средства автономного управления сельскохозяйственными машинами в садах. Преимущественно применяются технологии с использованием спутниковой системы навигации. Однако существуют проблема, связанная с точностью позиционирования машин на траектории, погрешность может составлять десятки метров.

Инженерами ФНЦ им. Мичурина в лице Р. Р. Ковалева и В. А. Юдаева был предложен способ определения траектории движения самоходного робототехнического комплекса в саду. Сущность изобретения заключается в том, что за счет изменения угла поворота штанги определяется дистанция робототехнического комплекса от дерева. Для определения угла поворота используется энкодер, который соосно закре-

плен со штангой. В тот момент, когда штанга касается дерева, она отклоняется на определенный угол, что формирует измерительный сигнал с энкодера на контроллер робототехнического комплекса, где вычисляется расстояние по геометрической формуле синуса угла. После того, как контроллер вычислил по геометрической формуле синуса угла расстояние от самоходного робототехнического комплекса до дерева, он сравнивает полученные показания с заданными параметрами допустимых дистанций. В программе управления заложено три вида допустимых дистанций, в соответствии с которыми определяются логические действия:

1) нормальная дистанция – движение без изменения курса;
2) критически малая дистанция – движение в сторону от дерева;
3) критически большая дистанция – движение в сторону дерева.

После определения логического действия, контроллером вычисляется угол поворота рулевого мотор-редуктора для возвращения робототехнического комплекса на траекторию движения, определяемую нормальной дистанцией. При отсутствии механического воздействия на штангу предусмотрены удерживающие пружины для возвращения штанги в исходное перпендикулярное положение относительно траектории движения. На рисунке 1 представлена 3D-модель разработанной штанги.

На рисунке 2 представлена робототехническая платформа, разработанная в ФНЦ им. И. В. Мичурина.

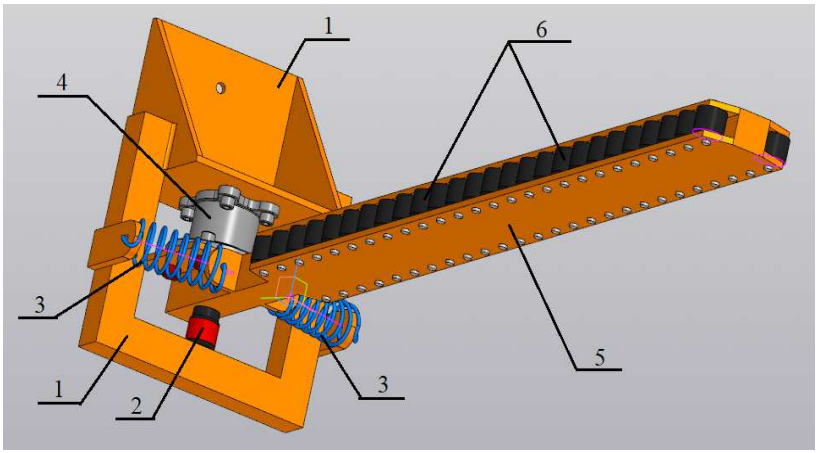


Рис. 1. 3D-модель штанги:
1 – рама; *2* – энкодер; *3* – пружины; *4* – ступичный подшипник;
5 – конструкционный элемент штанга; *6* – прорезиненные ролики

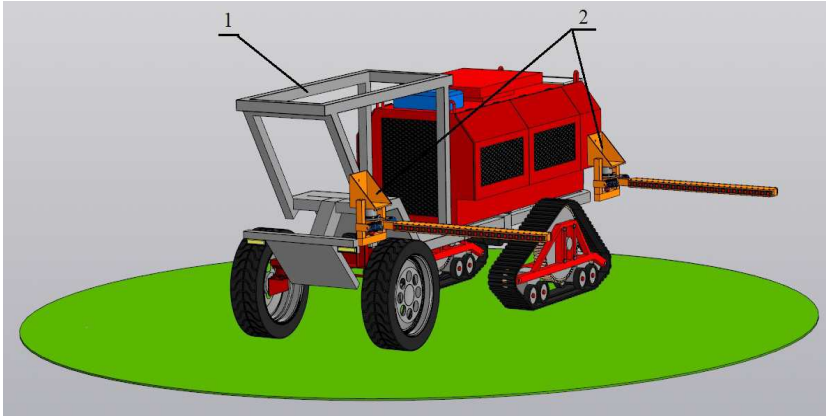


Рис. 2. 3D-модель установки штанг на платформу:
1 – платформа; *2* – штанга

Данный способ предлагает простое надежное решение позиционирования мобильной робототехнической платформы в саду, обеспечивает позиционирование вдоль линии посадки саженцев деревьев, прост в изготовлении.

Список использованных источников

1. Проект наземного роботизируемого комплекса для нужд садоводства и растениеводства / В. А. Бабушкин, Р. Р. Ковалев, В. А. Юдаев и др. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 4. – С. 6 – 12.

2. Робототехнические средства для современного садоводства / А. Ю. Измайлов, И. Г. Смирнов, Д. О. Хорт, Р. А. Филиппов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 2. – С. 131 – 138.

References

1. The project of a ground-based robotic complex for the needs of horticulture and crop production / V. A. Babushkin, R. R. Kovalev, V. A. Yudaev and others // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. – 2018. – T. 4. – Pp. 6 – 12.

2. Robotic tools for modern gardening / A. Yu. Izmailov, I. G. Smirnov, D. O. Hort, R. A. Filippov // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. – 2016. – Vol. 2. – Pp. 131 – 138.

УДК 681.5

Р. О. Дементьев[2], Д. Ю. Муромцев[1], В. Н. Шамкин[1]
([1]Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия;
[2]ООО «ГОРТ», Москва, Россия,
e-mail: Sharygin2014@yandex.ru, mdjur@mail.ru , shamkin-v@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ MASTERSCADA ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ КОМБИКОРМОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Аннотация. Рассмотрено применение отечественного программного обеспечения MasterScada при исследовании вопросов, связанных с разработкой и внедрением цифровых систем управления на предприятиях комбикормового производства. Описаны используемые программные средства и дана их краткая характеристика.

Ключевые слова: программное обеспечение, программируемый логический контроллер, белково-витаминно-минеральные концентраты.

R. O. Dementyev[2], D. Yu. Muromtsev[1], V. N. Shamkin[1]
([1]Design of Radio-Electronic and Microprocessor Systems,
TSTU, Tambov, Russia;
[2]LLC “GORT”, Moscow, Russia)

FEATURES OF THE APPLICATION OF MASTERSCADA SOFTWARE FOR THE MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF FEED MILLS

Abstract. The use of domestic software MasterScada was considered in the study of issues related to the development and implementation of digital control systems at feedstuff enterprises. The software used is described and a brief description is given.

Keywords: software, programmable logic controller, protein-vitamin-mineral concentrates.

В настоящее время комбикормовая промышленность наращивает мощности крупных комбикормовых предприятий, а также развивает производство других предприятий [1]. Отечественная и мировая практика показала, что на комбикормовых заводах целесообразно производить сложные комбикорма и белково-витаминно-минеральные концентраты (БВМК), а в хозяйственных кормоцехах и на комбикормовых

агрегатах – более простые комбикорма с использованием местного фуражного зерна и промышленных БВМК, позволяющих готовить корм по индивидуальной рецептуре, дает уверенность в качестве сырья, устраняет транспортные расходы и обеспечивает более гибкий подход в производстве комбикормов [2].

АСУ ТП комбикормовых заводов обеспечивает управление полным циклом производства комбикормов – от стадий загрузки расходных бункеров, точного дозирования компонентов и до складирования готовой продукции [2]/

Для повышения эффективности от внедрения новой технологии, увеличения надежности и оптимизации работы оборудования, улучшения качества продукции, уменьшения роли оператора необходимо заменять морально и физически устаревшую старую автоматику современной, разработать и внедрить соответствующую систему управления на основе отечественного ПО MasterSCADA.

Использование в ПО поддержки горячего резервирования для любого узла системы позволяет достичь высокого уровня отказоустойчивости элементов системы управления. В частности, при обрыве связи или выходе из строя любого узла, система MasterSCADA мгновенно переключается на резервный, исключая потерю важных данных, а следовательно, финансовых и временных затрат на их восстановление. При этом оператор может использовать весь функционал Master SCADA без ограничений

Для организации обмена данными на полевом и сетевом уровне MasterSCADA поддерживает большое количество коммуникационных протоколов:

– промышленные протоколы: OPC UA/DA/HDA, Modbus RTU/TCP, BACNet, Profinet, Omron FINS, Mitsubishi SLMP, IEC 61850, IEC 60870-5-104;

– сетевые протоколы: SNMP, MQTT, HTTP, JSON, Syslog;

– счетчики энергоресурсов: Меркурий, Теплоком, НЗИФ, Энергомера;

– базы данных: ODBC, MS SQL, PostgreSQL, MySQL;

– бесшовная интеграция с 1С;

– инструментарий для написания драйверов по описанию.

Поскольку все технологические процессы на производстве должны иметь высокий уровень защиты от несанкционированного доступа и внесения изменений, в MasterSCADA реализована ролевая модель разграничения доступа к системе автоматизации. При этом для каждой роли в системе реализуются правила разграничения доступа с учетом особенностей автоматизируемого процесса, что позволяет максималь-

но гибко и эффективно настраивать политику информационной безопасности на предприятии.

Для многоуровневой архитектуры системы автоматизации в MasterSCADA используются защищенные протоколы взаимодействия между узлами, препятствующие несанкционированному доступу к компонентам системы, а также блокирующие ознакомление, подмену и модификацию передаваемых данных. Для отслеживания изменений проекта в MasterSCADA реализован механизм контроля целостности файлов, библиотек, скриптов и прочих объектов с использованием контрольного суммирования и сравнения с эталонными контрольными суммами.

Внедрение ПО MasterSCADA позволяет достигнуть максимальной производительности предприятия и требуемого качества приготовления продукции.

Список использованных источников

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 – 2020 гг. – М., 2012. – 3 с.

2. АСУ ТП линии производства комбикормов Волховского комбикормового завода [Электронный ресурс]. – URL : http://insatspb.ru/article03.html (Дата обращения: 04.04.2021).

References

1. State program for the development of agriculture and regulation of agricultural products, raw materials and food markets for 2013 – 2020. – M., 2012. – 3 p.

2. Process control system for the feed production line of the Volkhov feed mill [Electronic resource]. – URL : http://insatspb.ru/article03.html (Accessed: 04.04.2021).

УДК 004.056.5

Ю. Ю. Громов[1], С. В. Данилкин[1], П. И. Карасев[2],
Шамсулдин Хайдар Абдуллвахаб[1], Алмали Ахмед Аднан[1]
([1]Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия;
[2]кафедра КБ-1 «Защита информации»,
РТУ МИРЭА, Москва, Россия,
e-mail: gromovtambov@yandex.ru, tstu_fit@mail.ru,
danilkin36l@mail.ru, karasevpav@rambler.ru)

К ВОПРОСУ ОБ ОСУЩЕСТВИМОСТИ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Одним из основных вопросов при проектировании и реализации сложных информационных систем, в том числе и информационных систем агропромышленного комплекса, является вопрос об их осуществимости. Рассматриваются вопросы, связанные с понятием осуществимости.

Ключевые слова: эффективность, осуществимость, быстродействие, сложные ИС.

Y. Y. Gromov[1], S. V. Danilkin[1], P. I. Karasev[2],
Shamsuldaeen Haidar Abdulwahhab[1], Almali Ahmed Adnan[1]
([1]Department “Information systems and information security”,
TSTU, Tambov, Russia;
[2]Department KB-1 “Information Security”,
RTU MIREA, Moscow, Russia)

TO THE QUESTION OF THE FEASIBILITY OF COMPLEX INFORMATION SYSTEMS

Abstract. One of the main issues in the design and implementation of complex information systems, including information systems of the agro-industrial complex, is the question of their feasibility. The article will address issues related to the concept of feasibility.

Keywords: efficiency, feasibility, speed, complex IS.

Под осуществимостью понимается потенциальная возможность построения эффективной сложной информационной системы, при котором необходимо учитывать набор качественных показателей, которые включают в себя надежность, помехоустойчивость, управляемость, самоорганизация, живучесть.

Рассмотрим системы A и B в условиях конфликтной ситуации, когда они имеют противоположные цели $\underline{A}$ и $\underline{B}$ соответственно.

Это означает, что для фиксированной продолжительности T их взаимодействия достижения системами A и B своих целей $\underline{A}$ и $\underline{B}$ равны:

$$P(T) = \varphi(\underline{A}),\ Q(T) = 1 - P(T) = \varphi(\underline{B}) \qquad (1)$$

соответственно. Таким образом можно ограничиться оценками величины $P(T)$, так как величина $Q(T)$ дополняет последнюю до единицы [1].

Пусть допустимая вероятность $P^{(0)}$ достижения цели $\underline{A}$ системой A и приемлемое время $T^{(0)}$, необходимое для этого. Пара значений ($P^{(0)}$, $T^{(0)}$) будет являться порогами осуществимости.

Достижение цели $\underline{A}$ системой A осуществимо, если для некоторого значения T одновременно выполняются два неравенства:

$$P(T) \geq P^{(0)},\quad T \leq T^{(0)}. \qquad (2)$$

Аналогично определяется осуществимость достижения своей цели $\underline{B}$ системой B.

Определение неосуществимости достижения цели более сложно, так как требует предварительного введения понятия – оптимальной системы A.

Рассмотрим системы A и B из двух достаточно широких классов α и β соответственно.

Системы A_1 и B_1 будут оптимальными, если они удовлетворяют минимаксным уравнениям

$$\max_{A \in \alpha} \min_{B \in \beta} M(A, B, T) = \min_{B \in \beta} \max_{A \in \alpha} M(A_1, B_1, T), \qquad (3)$$

где

$$M(A, B, T) = P(T) - 1/2. \qquad (4)$$

В случае отсутствия max(min) берется sup(inf). Вычитание 1/2 из вероятности $P(T)$ производится для возможности формального рассмотрения игры с нулевой суммой между системами A и B, так как при этом функция системы B имеет, согласно соотношениям (1) и (2), следующий вид:

$$Q(T) = 1/2 - P(T) = -M(A, B, T). \qquad (5)$$

Достижение цели $\underline{A}$ системой A неосуществимо, если для оптимальных систем A_1 и B_1 не выполняется хотя бы одно из неравенств (2). Аналогично определяется неосуществимость цели $\underline{B}$ системы B.

В случае индифферентной ситуации в соотношении (3) необходимо вместо функции $M(A, B, T)$ рассматривать величину $P(T)$. Таким образом, анализ понятия неосуществимости по своей сути является рассмотрением вопроса оптимальности системы [2].

В работе рассмотрены вопросы осуществимости сложных информационных систем, а именно вопросы возможности построения эффективной сложной информационной системы с определенным набором свойств.

Список использованных источников

1. Флейшман, Б. С. Элементы теории потенциальной эффективности сложных систем / Б. С. Флейшман. – М. : Советское радио, 1971. – С. 224.
2. Флейшман, Б. С. Основы системологии / Б. С. Флейшман. – М. : Радио и связь, 1982. – 368 с.

References

1. Fleishman, B. S. Elements of the theory of evaluation of the effectiveness of complex systems / B. S. Fleishman. – M. : Sovetskoe Radio, 1971. – P. 224.
2. Fleishman, B. S. Fundamentals of systemology / B. S. Fleishman. – M. : Radio i Svyaz, 1982. – 368 p.

УДК 004.056.5

Ю. Ю. Громов[1], С. В. Данилкин[1], П. И. Карасев[2],
Шамсулдин Хайдар Абдуллваххаб[1], Алмали Ахмед Аднан[1]
([1]Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия;
[2]кафедра КБ-1 «Защита информации»,
РТУ МИРЭА, Москва, Россия,
e-mail: gromovtambov@yandex.ru, tstu_fit@mail.ru,
danilkin36l@mail.ru, karasevpav@rambler.ru)

ОБЗОР ПОДХОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. Рассматриваются вопросы, связанные с исследованием эффективности целенаправленных информационных процессов. Предлагаются подходы к оценке их эффективности, основанные на использовании детерминированных и стохастических селектирующих функций.

Ключевые слова: эффективность, виды оптимизации, целевой информационный процесс, селектирующая функция, гарантируемая вероятность.

Y. Y. Gromov[1], S. V. Danilkin[1], P. I. Karasev[2],
Shamsuldaeen Haidar Abdulwahhab[1], Almali Ahmed Adnan[1]
(Department “Information systems and information security”,
TSTU, Tambov, Russia;
Department KB-1 “Information Security”,
RTU MIREA, Moscow, Russia)

OVERVIEW OF APPROACHES TO RESEARCHING THE EFFECTIVENESS OF INFORMATION PROCESSES

Abstract. The article deals with issues related to the study of the effectiveness of targeted information processes. Approaches to evaluating the effectiveness of purposeful information processes based on the use of deterministic and stochastic selection functions are proposed..

Keywords: efficiency, types of optimization, target information process, selection function, guaranteed probability.

В настоящее время, которое характеризуется интенсивным развитием информационных технологий, которые охватывают различные сферы деятельности, такие как промышленное производство, сельское хозяйство, управленческую деятельность, как на федеральном уровне

так и на уровне субъектов, особое значение приобретают вопросы организации целенаправленных информационных процессов, которые непосредственно связаны с оценкой их эффективности. Необходимость оценки информационных процессов обуславливается следующими причинами:

– сокращение объемов информации, используемой для принятия решений;

– сокращение времени, затрачиваемое на обработку и передачу информации, что непосредственно влияет на оперативность принимаемых решений;

– обеспечение безопасности при организации процессов обработки, хранения и передачи информации [1].

Отметим следующий факт, что информационные процессы, на основе которых строятся современные системы управления и поддержки принятия решений целесообразно рассматривать как целенаправленные, так как они должны обеспечить достижение поставленной цели. Поэтому в дальнейшем будем говорить о целенаправленных информационных процессах (ЦИП), которые должны обеспечивать выполнение ряда требований предъявляемых к ним, т.е. обладать свойством эффективности.

В связи с этим в работе предложены подходы к оценке эффективности целенаправленных информационных процессов, которые могут быть положены в основу разработки и эксплуатации современных систем поддержки принятия решений.

В работе для определения эффективности ЦИП используется широко известное понятие индикатора [1], которое определяется следующим образом.

Индикатором множества A называется функция

$$I_A = I_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A; \\ 0, & x \notin A. \end{cases} \qquad (1)$$

Каждому множеству соответствует его идентификатор, и, наоборот, каждая функция, принимающая лишь одно из двух значений $\{0,\ 1\}$, может интерпретироваться как идентификатор некоторого множества.

Если $f(x)$ – произвольная функция, принимающие отличные от нуля значения лишь на некотором множестве A значений аргумента x, то с помощью индикатора множества A она может быть определена (задана) линейным выражением вида:

$$I_A(x)\,f(x) = \begin{cases} f(x), & x \in A; \\ 0, & x \notin A. \end{cases} \qquad (2)$$

Пусть теперь C – пересечение, а D – объединение двух множеств A и B, т.е. $C = A \cap B$, $D = A \cup B$. Очевидно, что тогда:

$$I_C = \inf\{I_A, I_B\} = \min\{I_A, I_B\}; \qquad (3)$$

$$I_D = \sup\{I_A, I_B\} = \max\{I_A, I_B\}, \qquad (4)$$

т.е. значение индикатора I_C или I_D множества C или D равно соответственно наименьшему или наибольшему из значений индикаторов I_A и I_B. Поэтому для обозначения наименьшего или наибольшего из значений двух функций $f(x)$ и $g(x)$ будем использовать обозначения:

$$\inf\{f(x), g(x)\} = f \cap g(x); \qquad (5)$$

$$\sup\{f(x), g(x)\} = f \cup g(x). \qquad (6)$$

В качестве примеров индикаторов – селекторов множеств будем использовать кусочно-единичные («селектирующие») функции:

– селектор луча

$$\Delta(x)^d = \begin{cases} 0, & x < 0; \\ 1, & x \geq 0; \end{cases} \qquad (7)$$

– селектор интервала

$$\Pi(x; a, b)^d = \Delta(x - a) - \Delta(x - b)^* = \Delta(x - a)\,\Delta(x - b); \qquad (8)$$

– селектор точки

$$\varepsilon(x; a)^d = \Delta(x - a)\,\Delta(a - x), \qquad (9)$$

обладающие следующими свойствами:

$$\Delta(x) = I_A(x), \quad A = [0, \infty); \qquad (10)$$

$$\Pi(x; a, b) = I_C(x), \quad C = A \cap B; \qquad (11)$$

$$A = [a, \infty), \quad B = (-\infty, b); \qquad (12)$$

$$\varepsilon(x; a) = I_{\{a\}}(x), \quad \{a\} = a; \qquad (13)$$

$$\Pi(x; a, b) = f \cap g(x); \qquad (14)$$

где

$$\varepsilon(x; a) = I_{\{a\}}(x), \quad \{a\} = a; \qquad (15)$$

$$\varepsilon(x; a) = f(x) \cap g(x), \qquad (16)$$

здесь

$$f(x) = \Delta(x - a); \quad g(x) = \Delta(a - x). \tag{17}$$

Вместе с тем, результаты анализа литературных источников, в которых рассматриваются вопросы оценки эффективности ЦИП дает возможность обоснованно сделать следующее предположение, что представление селектирующих функций, рассмотренных выше, на детерминированном уровне не всегда позволяет оценить эффективность ЦИП в системах со сложной структурой, в частности иерархической, древовидной, тороидальной и предфрактальной. Для этого необходимо рассматривать не детерминированные, а случайные индикаторы или селектирующие функции.

Пусть теперь множество $A \subseteq U$ является случайным событием (где U – универсальное множество, множество логических возможностей, пространство элементарных событий, достоверное событие). Тогда его индикатор I_A будет представлять собой случайную величину со следующими свойствами:

$$I_A^d = \omega_A^d = \begin{cases} 1, & \text{if } A; \\ 0, & \text{if not } A. \end{cases} \tag{18}$$

В отличие от индикаторов множеств индикаторы ω_A случайных событий называются стохастическими. Плотность распределения и функция распределения стохастического индикатора ω_A, соответственно, имеют следующие выражения:

$$F_{\omega_A}(\omega) = q\Delta(\omega) + p\Delta(\omega - 1), \tag{19}$$

где

$$p = P(A); \quad q = 1 - p = P(-A).$$

Переход от случайных событий к их индикаторам – случайным величинам весьма плодотворен, поскольку математический аппарат и методы исследования вероятностных свойств случайных величин обладают большей гибкостью и универсальностью [2].

Список использованных источников

1. Петухов, Г. Б. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремленных систем / Г. Б. Петухов, В. И. Якунин. – М. : АСТ, 2006. – 504 с.

2. Петухов, Г. Б. Некоторые вопросы анализа и оптимального синтеза процессов массового обслуживания с приоритетами / Г. Б. Петухов. – СПб. : ЛВКМ, 1970. – 231 с.

References

1. Petuchov, G. B. Methodological foundations of external design of purposeful processes and purposeful systems / G. B. Petuchov. – M. : AST, 2006. – 504 p.

2. Petuchov, G. B. Analysis and optimal synthesis of queuing processes with priorities / G. B. Petuchov. – St. Petersburg : LVKM, 1970. – 231 p.

УДК 004.056.5

Ю. Ю. Громов[1], С. В. Данилкин[1], П. И. Карасев[2], Шамсулдин Хайдар Абдуллвахаб[1], Алмали Ахмед Аднан[1]
([1]Кафедра «Информационные системы и защита информации», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия;
[2]кафедра КБ-1 «Защита информации», РТУ МИРЭА, Москва, Россия,
e-mail: gromovtambov@yandex.ru, tstu_fit@mail.ru, danilkin36l@mail.ru, karasevpav@rambler.ru)

МЕТОД СИНТЕЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. Задача синтеза целенаправленных информационных процессов (ЦИП), обладающих требуемым или оптимальным качеством, является по отношению к задачам их оценивания и анализа обратной. Однако, в отличие от задачи анализа, в рамках которой структура и характеристики модели ЦИП предполагаются заданными и исследуется их влияние на качество, задача синтеза заключается в определении структуры и характеристик ЦИП, обеспечивающих требуемое качество, которое должно быть не ниже заданного или оптимальным.

Ключевые слова: эффективность, целенаправленный информационный процесс, синтез.

Y. Y. Gromov[1], S. V. Danilkin[1], P. I. Karasev[2], Shamsuldaeen Haidar Abdulwahhab[1], Almali Ahmed Adnan[1]
([1]Department “Information systems and information security”, TSTU, Tambov, Russia;
[2]Department KB-1 “Information Security”, RTU MIREA, Moscow, Russia)

METHOD FOR SYNTHESIZING THE EFFECTIVENESS OF TARGETED INFORMATION PROCESSES

Abstract. The task of synthesizing purposeful information processes (CIP) with the required or optimal quality is inverse in relation to the tasks of their evaluation and analysis. However, unlike the task of analysis, in which the structure and characteristics of the CIM model are assumed to be given and their influence on quality is studied, the synthesis problem is to determine the structure and characteristics of the CIM that provide the required quality, which should not be lower than the specified or optimal.

Keywords: efficiency, purposeful information process, synthesis.

Введем в рассмотрение критерии пригодности ЦИП по эффективности, которая определяется выражениями вида:

$$G_e' : \; P_{pt}(U_{\{r\}}) \geq P_{pt}^{tr} ; \tag{1}$$

$$G_e'' : \; \omega_{pt}^{g}(\gamma;\; U_{\{r\}}) \geq \omega_{pt}^{gtr}(\gamma) , \tag{2}$$

где $U_{\{r\}}$ – вектор управляемых характеристик и параметров.

Поскольку ради повышения эффективности прогрессивное модифицирование $\Delta^{+}U_{\{r\}}$ (увеличение положительных и сокращение отрицательных) характеристик $U_{\{r\}}$ ЦИП требует некоторых дополнительных затрат $\Delta^{+}C$, то желательно эти затраты свести к минимуму. Из соотношений (1) и (2) можно увидеть, что минимум затрат будет обеспечиваться в случае равенства вероятных и требуемых (минимально допустимых) значений характеристик эффективности ЦИП, т.е когда

$$P_{pt}(U_{\{r\}}) \geq P_{pt}^{tr} ; \tag{3}$$

$$\omega_{pt}^{g}(\gamma;\; U_{\{r\}}) \geq \omega_{pt}^{gtr}(\gamma) . \tag{4}$$

Наиболее рациональные значения $U_{\{r\}}^{E}$ характеристик $U_{\{r\}}$ определяются решениями уравнений (3) и (4), т.е.

$$U_{\{r\}}^{E}\left(P_{pt}^{tr}\right) = \arg\left\{P_{pt}(U_{\{r\}}) = P_{pt}^{tr}\right\}; \tag{5}$$

$$U_{\{r\}}^{E}\left(P_{pt}^{gtr}(\gamma)\right) = \arg\left\{\omega_{pt}^{g}(\gamma;\; U_{\{r\}}) = \omega_{pt}^{gtr}(\gamma\right\}. \tag{6}$$

Поскольку $U_{\{r\}}$ – вектор, то уравнения (3) и (4) описывают не единственные точки, а поверхности в (r + 1)-мерных пространствах векторов $\langle u_1, u_2, \ldots, u_r, P_{pt}\rangle$ и $\langle u_1, u_2, \ldots, u_r,\; \omega_{pt}^{g}(\gamma)\,\rangle$.

Рассмотрим постановку задачи организации ЦИП, качество результатов которого характеризуется одним целевым эффектом $\hat{y}$, подчиненным нормальному закону распределения, т.е.

$$F_{\hat{y}}(y) = F_{\hat{y}}^{N}\left(y;\; \bar{y},\; \sigma_{\hat{y}}\right) = F_{\sigma}\left(\frac{y-\bar{y}}{\sigma_{\hat{y}}}\right), \tag{7}$$

а минимально допустимый целевой эффект детерминирован и задан значением $z^{\min}$, т.е.

$$F_{\hat{z}}(z) = (z - z^{i}) . \tag{8}$$

Тогда,

$$P_{pt} = P\left(\hat{y} \geq z^{\min}\right) = R_{\hat{y}}\left(z^{\min}\right) = 1 - F_{\hat{y}}\left(z^{\min}\right) = 1 - F_{\sigma}\left(\frac{z^{\min} - \bar{y}}{\sigma_{\hat{y}}}\right). \qquad (9)$$

Параметры $\bar{y}$, $\sigma_{\hat{y}}$ и $z^{\min}$ представляют собой параметры, значения которых определяются значениями параметров ИС и ЦИП, а также условиями проведения ЦИП, т.е.

$$\left.\begin{aligned} \bar{y} &= \bar{y}\left(A'_{\{k''\}},\ A''_{\{k''\}},\ B'_{\{i\}}\right) = \bar{y}\left(X'_{\{m'\}}\right); \\ \sigma_{\hat{y}} &= \sigma_{\hat{y}}\left(A'_{\{k'\}},\ A''_{\{k''\}},\ B'_{\{i\}}\right) = \sigma_{\hat{y}}\left(X'_{\{m'\}}\right); \\ z^{\min} &= z^{\min}\left(B''_{\{i''\}}\right) = z^{\min}\left(X''_{\{m''\}}\right). \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

В условиях данной задачи синтез ИС заключается в нахождении значений $\bar{y}^e$, $\sigma^e_{\hat{y}}$ и z^e, обеспечивающих требуемую эффективность ЦИП при гарантируемом качестве ее результатов, т.е. выполнения равенства

$$P_{pt}\left(\bar{y}^e,\ \sigma^e_{\hat{y}},\ z^e\right) = 1 - F_C\left(\frac{z^g - \bar{y}^e}{\sigma^e_{\hat{y}}}\right) = P^{tr}_{pt}, \qquad (11)$$

где z^g – гарантируемое значение необходимого целевого эффекта [1].

Используя дополнительные данные, фиксирующие значения двух любых параметров, можно найти значение третьего. Уменьшим число параметров задачи, введя в рассмотрение коэффициент вариации $\vartheta_{\hat{y}} = \sigma_{\hat{y}} / \bar{y}$ распределения целевого эффекта $\bar{y}$. Тогда соотношение (31) может быть приведено к виду

$$P_{pt}\left(\bar{y}^e,\ \sigma^e_{\hat{y}},\ z^e\right) = 1 - F_{\sigma}\left(\frac{z^{mg} - 1}{\vartheta_{\hat{y}}}\right) = P^{tr}_{pt}, \qquad (12)$$

где $z^{mg} = \dfrac{z^{\min}}{\bar{y}}$ – необходимое гарантируемое значение.

Наиболее сложными и в то же время наиболее разработанными являются методы решения задач синтеза ЦИП, основанные на критериях оптимальности:

$$P_{pt} = P_{pt}(U_{\{r\}}) = w_0(U_{\{r\}}); \qquad (13)$$

$$\omega^g_{pt}(\gamma) = \omega^g_{pt}(\gamma;\ U_{\{r\}}) = w_1(U_{\{r\}};\ \gamma), \quad (i = 1, 2), \qquad (14)$$

где $U_{\{r\}} = \left\langle A^{y}_{\{k_y\}},\ B^{y}_{\{l_y\}} \right\rangle (k_y + l_y = r)$ – вектор параметров ИС и ЦИП; $w_0(U_{\{r\}})$, $w_1(U_{\{r\}};\ \gamma)$ – критериальные функции.

Решение задачи оптимального синтеза дают решения $U^{\text{opt}}_{\{r\}}$ следующих систем уравнений:

$$\frac{dw_0(U_{\{r\}})}{dU_{\{r\}}} = 0_{\{r\}}\,; \tag{15}$$

$$\frac{dw_l(U_{\{r\}};\ \gamma)}{dU_{\{r\}}} = 0_{\{r\}}\,, \quad (l = 1, 2), \tag{16}$$

где $0_{\{r\}}$ – r-мерный нуль-вектор.

Уравнения (15), (16) равносильны следующим уравнениям:

$$H^{0}_{r}(U_{\{r\}}) = 0_{\{r\}}\,; \tag{17}$$

$$H^{l}_{\{r\}}(U_{\{r\}};\ \gamma) = 0_{\{r\}}\,, \quad (l = 1, 2), \tag{18}$$

т.е. в оптимальной точке $U^{\text{opt}}_{\{r\}}$ показатели эффективности ЦИП нечувствительны к измерениям параметров ИС и ЦИП.

Формализованные формулировки этих задач имеют следующие выражения:

$$U^{\text{opt}}_{\{r\}0} = U_{\{r\}} \overset{\arg\max}{\in} \left\{U^{d}_{\{r\}}\right\}\left\{P_{pt}(U_{\{r\}})\right\}; \tag{19}$$

$$U^{\text{opt}}_{\{r\}l} = U_{\{r\}} \overset{\arg\max}{\in} \left\{U^{d}_{\{r\}}\right\}\left\{\omega^{g}_{l}(\gamma;\ U_{\{r\}})\right\}, \quad (l = 1, 2), \tag{20}$$

где $\left\{U^{d}_{\{r\}}\right\} \subset \{U_{\{r\}}\}$ – область допустимых значений управляемых параметров $U_{\{r\}}$, граница которой задается уравнениями

$$G_{\{s\}}(U_{\{r\}}) \geq G^{p}_{\{s\}}(U_{\{r\}})\,. \tag{21}$$

По большому счету из-за трудности исследуемых объектов аналитические выражения характеристик $P_{pt}(U_{\{r\}})$ и $\omega^{g}_{pt}(\gamma;\ U_{\{r\}})$ становятся такими, что непосредственное использование исследованных методов математического программирования оказывается затруднительным. Однако, в ряде случаев вероятно приемлемое по точности приближенное решение данного вопроса через приведение к каноническим формам задач математического программирования (линейного, нелинейного, динамического и т.п.) [2].

Список использованных источников

1. Петухов, Г. Б. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремленных систем / Г. Б. Петухов, В. И. Якунин. – М. : АСТ, 2006. – 504 с.
2. Петухов, Г. Б. Некоторые вопросы анализа и оптимального синтеза процессов массового обслуживания с приоритетами / Г. Б. Петухов. – СПб. : ЛВКМ, 1970. – 231 с.

References

1. Petuchov, G. B. Methodological foundations of external design of purposeful processes and purposeful systems / G. B. Petuchov. – M. : AST, 2006. – 504 p.
2. Petuchov, G. B. Analysis and optimal synthesis of queuing processes with priorities / G. B. Petuchov. – St. Petersburg : LVKM, 1970. – 231 p.

УДК 004.032.2

А. А. Генералова, Д. С. Бычков
(Кафедра «Транспортные машины»,
ФГБОУ ВО «ПГУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: generalova_aa@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА И ФОРМИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ

Аннотация. Посвящена математическим и алгоритмическим основам оптической одометрии. В работе оптический поток рассматривается как совокупность двух полей и на основании этого решается ряд задач, удовлетворяющих основным направлениям развития, в частности, решается задача определения минимального количества ключевых/опорных точек и решается задача создания алгоритма определения полей вращения и перемещения, заданных направляющими векторами, на основе минимального количества ключевых/ опорных точек.

Ключевые слова: оптическая одометрия, поле вращения, поле перемещение, опорные точки.

A. A. Generalova, D. S. Bychkov
(Department of Transport machines
PSU, Penza, Russia)

INVESTIGATION OF THE OPTICAL FLOW AND THE FORMATION OF A POSITIONING ALGORITHM BASED ON IT

Abstract. The paper is devoted to the mathematical and algorithmic foundations of optical odometry. In this paper, the optical flow is considered as a combination of two fields and on the basis of this, a number of problems satisfying the main directions of development are solved, in particular, the problem of determining the minimum number of key/reference points is solved and the problem of creating an algorithm for determining the fields of rotation and displacement specified by directional vectors is solved based on the minimum number of key/ reference points.

Keywords: optical odometry, rotation field, displacement field, reference points.

Одной из основных составляющих движения автономного транспортного средства является комбинированная навигационная система. Задачами навигации автотракторного средства являются: картографирование внешней среды, оценка текущего местоположения и планирование траектории движения. В условиях работы полей и садов целесо-

образно применять комбинированную навигационную систему, состоящую из спутниковой, инерциальной и визуальной навигации.

Визуальная навигационная система является наиболее ответственной при работе сельскохозяйственной техники. Этот вид навигации будет отвечать за точность позиционирования техники, так как данные, получаемые с видеопотока, позволят получать более точные характеристики относительно расположения неподвижных объектов, например ряда деревьев.

Одним из основных методов при работе с визуальной навигацией является визуальная одометрия (рис. 1). Данные о точках сцены можно получать при помощи оптических приборов, таких как камеры (регистраторы) или лидаров. Использование камер является наиболее приемлемым и недорогостоящим вариантом. Современные камеры наблюдения имеют разрешение от 2 до 90 Мп и выше. Выбор разрешения камеры является компромиссом между высокой точностью определения положения точек и высокой нагрузкой на обработку большого количества пикселей. Данное направление активно развивается в сторону минимизации вычислительных затрат и максимизации точности позиционирования.

Так как камера может вращаться и перемещаться в пространстве, в данном подходе предлагается математическая модель оптического потока в виде совокупности двух полей – поля вращения и поля перемещения. Такой подход позволяет получить векторное поле вращений и смещений на сфере. Сфера является максимальным видом с камеры. На рисунке 2 представлена смена состояний оптического потока (слева – вид спереди в том смысле, если мы находимся на оси перемещения или вращения, справа – вид сбоку) показаны r – коэффициент смешивания состояний полей. При $r = 0$ – чистое состояние вращения, при $r = 1$ – чистое состояние – перемещения.

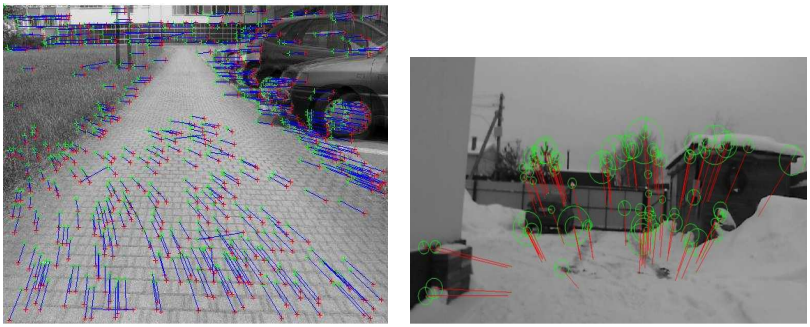


Рис. 1. Примеры ключевых точек визуальной одометрии

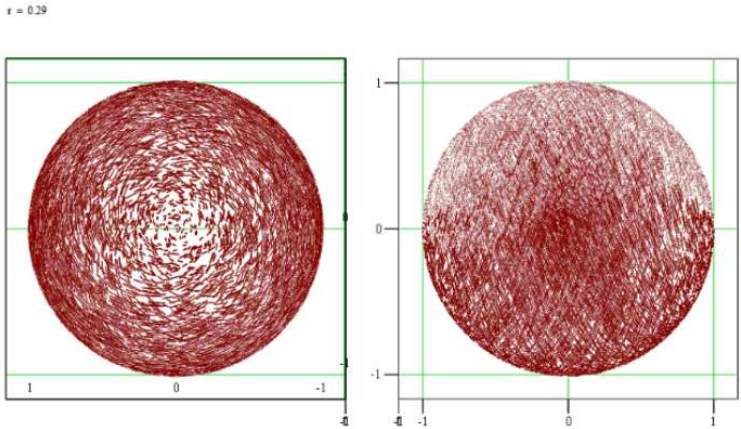


Рис. 2. Модель оптического потока

Математическую модель предложенного подхода можно описать следующим образом. Для удобства квадратными скобками обозначено векторное произведение векторов, угловыми – скалярное произведение векторов (1)

$$c_p = [p; v] + \langle p; w\rangle\, p - w, \quad \langle p; p\rangle = 1, \tag{1}$$

где [ ] – векторное произведение векторов; ⟨ ⟩ – скалярное произведение векторов; c_p – суммарный вектор в точке на сфере; p – положение на сфере; w – вектор, характеризующий перемещения; v – вектор, характеризующий вращения.

Графическое пояснение предложенной модели показано на рис. 3 и 4.

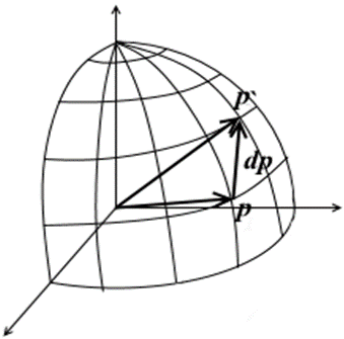


Рис. 3. Изменение положения, заданного векторами p и p' на поверхности сферы оптического потока

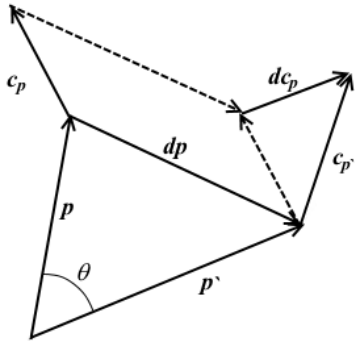


Рис. 4. Схема изменения положения $p \to p'$ и сопутствующего изменения значения поля $c_p \to c_{p'}$

На рисунках 3 и 4 точками p и p' отмечены две точки на сфере (на кадре), c_p и $c_{p'}$ – сумма векторов смещения и вращения в точках p и p' (они находятся из оптического потока), dp – расстояние между точками, dc_p – разница смещений (разница изменений в точках между сдвигами в точках p и p'). Другими словами dc_p – это такой вектор, который нужно прибавить к вектору c_p, чтобы получить $c_{p'}$.

Математическую модель можно описать следующим образом. Установлено, что достаточно три точки для определения вектора, характеризующего поле перемещений. Позиции этих точек должны удовлетворять следующим условиям:

– радиус-векторы выбранных точек области не должны быть компланарны друг с другом и попарно с осью вращения;

– точки не должны попадать на область неба, горизонта или часть транспортного средства.

Так как минимальное количество точек определено и равно трем, начинаем алгоритм с известных трех точек, заданных векторами p_1, p_2 и p_3 на сфере оптического потока, чтобы найти w (перемещение). Векторы p_1, p_2 и p_3 должны быть не компланарны:

$$p_2 \neq \lambda p_1; \quad p_3 \neq \alpha p_1 + \beta p_2. \tag{2}$$

Аналогичное условие (в форме скалярного и векторного произведений) (3):

$$[p_1; p_2] \neq 0; \quad \langle p_3; [p_1; p_2] \rangle \neq 0;$$

$$w = \begin{pmatrix} D_1^i & D_1^j & D_1^k \\ D_2^i & D_2^j & D_2^k \\ D_3^i & D_3^j & D_3^k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \langle dp_{12};\ dc_{p_1} \rangle \\ \langle dp_{23};\ dc_{p_2} \rangle \\ \langle dp_{31};\ dc_{p_3} \rangle \end{pmatrix}. \tag{3}$$

При известном w можно выделить из суммарного поля оставшееся поле вращений, тогда новое поле c'_p приобретет следующий вид

$$c'_p = c_p - \langle p; w \rangle\, p + w = [p; v]. \tag{4}$$

Так как все векторы поля вращения c'_p ортогональны вектору v, одна точка, заданная вектором p и значение поля в ней c_p, указывают на плоскость, в которой находится вектор v, тогда достаточно двух точек, заданных векторами, не лежащими в одной плоскости, содержащей v:

$$p_1 \neq \alpha p_2 + \beta [p_2;\ c'_{p_2}]. \tag{5}$$

Окончательно поле вращений, заданное вектором v, находится по двум точкам следующим образом:

$$v = \frac{\left[c'_{p_1};\ c'_{p_2}\right]}{\left\{p_1;\ c'_{p_2}\right\}}. \qquad (6)$$

Демонстрация предложенного подхода показана на рис. 5. Оптическая информация получена с простого автомобильного регистратора.

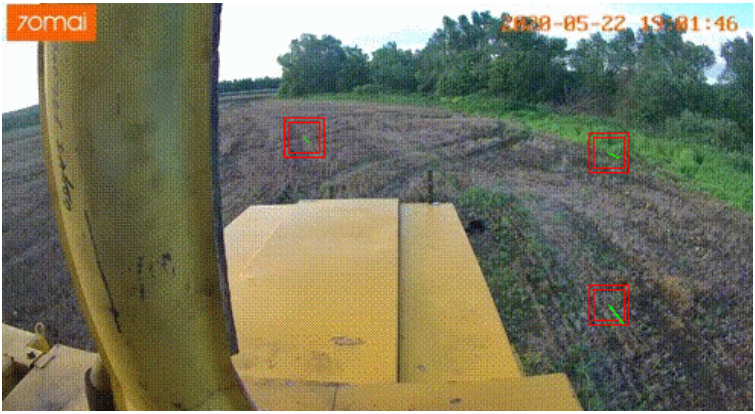


Рис. 5. Демонстрация алгоритма определения вращения и перемещения камеры по минимальному количеству точек

Таким образом, был получен алгоритм нахождения полей вращения и перемещения (заданных векторами w и v) на сфере оптического потока по минимальному количеству опорных точек (в рамках формализма подхода, трех некомпланарных радиус-векторов единичной длины).

Список использованных источников

1. Robotic complex for optoelectronic control of apples in intensive gardening conditions / P. V. Balabanov, A. A. Zhirkova, M. V. Chugunov, A. A. Generalova, D. S. Bychkov, A. G. Divin // AIP Conference Proceedings. – 2021. – Vol. 2402. – P. 030025. – URL : https://doi.org/10.1063/5.0073990

References

1. Robotic complex for optoelectronic control of apples in intensive gardening conditions / P. V. Balabanov, A. A. Zhirkova, M. V. Chugunov, A. A. Generalova, D. S. Bychkov, A. G. Divin // AIP Conference Proceedings. – 2021. – Vol. 2402. – P. 030025. – URL : https://doi.org/10.1063/5.0073990

УДК 004.932.2

Д. А. Минаков[1], Е. В. Попова[2], А. А. Сирота[3], А. В. Швырева[3]
([1]ООО «СМАРТ РЭЙ»;
[2]кафедра «Информационные системы»,
[3]кафедра «Технологии обработки и защиты информации»
ФГБОУ ВО «ВГУ», г. Воронеж, Россия)

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗЕРНОВЫХ СМЕСЕЙ С МЕХАНИЧЕСКИМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ В СИСТЕМАХ ФОТОСЕПАРАЦИИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Аннотация. Рассматривается задача обработки изображений неоднородного потока элементов зерновых смесей с целью распознавания и последующего удаления объектов с механическими повреждениями в системах фотосепарации реального времени. В качестве конкретного примера рассматривается обработка изображений смеси колотой и целой рисовой крупы. Изображения регистрировались в системе оптического фотосепаратора Сапсан SE72RGB.

Ключевые слова: машинное зрение, фотосепарация реального времени, распознавание элементов зерновых смесей, обработка изображений, случайный лес, рисовая крупа.

D. A. Minakov[1], E. V. Popova[2], A. A. Sirota[3], A. V. Shvyreva[3]
([1]SMART RAY LLC;
[2]Department of Information Systems,
[3]Department of Information Processing and Protection Technologies,
VSU, Voronezh, Russia)

APPLICATIONS OF MACHINE VISION IN THE RECOGNITION OF MECHANICALLY DAMAGED ELEMENTS OF GRAIN MIXTURES BY REAL-TIME COLOUR SORTING SYSTEMS

Abstract. The purpose of our study was to develop and analyse an algorithm for the recognition of a non-uniform flow of rice grains based on the processing of images obtained by real-time optical colour sorting systems. The complexity of the problem under consideration is associated with chaotic orientation and mechanical damage of the objects. Rice grains were selected as objects of study. Images of the objects' flow were registered by the Sapsan SE72RGB optical colour sorter. To train the algorithm, reference groups were formed: intact and broken samples of rice grains.

Keywords: machine vision, real-time colour sorting, recognition of elements of grain mixtures, image processing, random forest, head rice, grains.

ВВЕДЕНИЕ

Для получения качественного риса как продукта для пищевых и непродовольственных целей [1], а также последующего воспроизводства, собранный урожай необходимо подвергнуть очистке от инородных примесей и образцов риса другого цвета, механически поврежденных (колотых) элементов и элементов, поврежденных грибковыми заболеваниями. Наибольшей эффективностью в сочетании с производительностью в настоящее время обладают системы фотосепарации реального времени [2 – 7]. Фотосепаратор представляют собой высокотехнологичное устройство машинного зрения, в котором реализованы функции регистрации и обработки цифровых изображений потока сепарируемых образцов с последующим распознаванием объектов в режиме реального времени и удаление воздушным потоком дефектных образцов.

Анализ параметров элементов зерновых смесей (ЭЗС) рисовой крупы может быть проведен с использованием различных методов обработки изображений [2, 5 – 12]. Широкий диапазон развития имеющихся алгоритмов машинного обучения (логистическая регрессия, нейронные сети, «случайный лес» и т.д.) по цифровой обработке изображений рисовой крупы обусловлен сложностью и вариативностью решения данной задачи. Как правило, распознавание изображений рисовой крупы основано на нескольких основных признаках: цвет, морфологические и текстурные признаки [9, 10].

В действующих фотосепараторах, как правило, реализованы алгоритмы обработки изображений на основе цвета и элементов формы сепарируемых объектов. Однако далеко не всегда используемые алгоритмы могут быть успешны при решении задачи удаления именно ЭЗС с механическими повреждениями – колотых зерен риса. Это связано с хаотической ориентацией образцов в зоне регистрации цифровых изображений фотосепаратора. В связи с этим необходима разработка новых алгоритмов распознавания, учитывающих хаотическую ориентацию образцов рисовой крупы и их морфологические признаки. Морфологические признаки, такие как площадь, периметр, округлость и компактность формы, рассматривались в известных работах [10 – 22].

В статье рассматривается алгоритм случайного леса для решения задач разделения по цвету, сорту семян риса. На момент публикации алгоритм «случайного леса» не применялся для решения задачи идентификации и сортировки в реальном времени измельченной рисовой крупы в других работах. В работе [10] проведено исследование других работ, связанных с выявлением измельченной рисовой крупы. Таким образом, можно отметить, что в работе [11] рассматриваются три ме-

тода: искусственные нейронные сети, метод опорных векторов, деревья решений, байесовские сети. Результаты их тестирования показали, что искусственная нейронная сеть имела самую высокую точность классификации порядка 98,72%.

Другие алгоритмы показывали худшие результаты [11]:

– для метода опорных векторов с функцией ядра Universal Pearson VII точность составила 98,48%;

– для дерева решений на основе алгоритма REP – около 97,50%;

– для байесовской сети с алгоритмом Hill Climber – около 96,89%.

Результаты, представленные в [11], могут быть использованы для разработки эффективной системы полностью автоматизированной классификации и сортировки измельченных зерен риса. Однако в [11] изображения были получены в статическом режиме, тогда как в предлагаемом исследовании изображения были получены в потоковом режиме. Также важно отметить, что в работе [11] определяемые группы дробленых зерен были подготовлены заранее, а в исследовании, представленном в настоящей работе, группы дробленых зерен были созданы из массива зерен, содержащих произвольные стружки.

Морфологические особенности риса выявляют две важные дефектные проблемы: сломанная крупа [2, 5, 14 – 16] и неправильная форма [10, 17, 18], которые являются ключевыми факторами в дальнейшей сортировке рисовой крупы.

Целью данной работы является разработка и исследование алгоритма распознавания неоднородного потока рисовой крупы (колотых и целых объектов) на основе обработки бинарных изображений, полученных в потоковом режиме в системах фотосепарации реального времени.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

– обработка регистрируемых изображений, получение бинарных изображений выделенных объектов;

– определение набора морфологических дескрипторов для получения максимума информации об анализируемых объектах;

– определение структуры алгоритма распознавания объектов и его гиперпараметров с учетом использования в условиях фотосепарации в реальном времени;

– собственно обучение и тестирование алгоритма распознавания.

В качестве исследуемых образцов используются смеси рисовой крупы, содержащей колотые и целые объекты. Всего было получено 1443 объекта, 1047 из которых – колотые и 396 – целые.

Поскольку исходные данные по разным классам неоднородны в количественном отношении, мы использовали алгоритм искусственного размножения данных, примененный к объектам обоих классов, для получения выборок одного и того же объема. В качестве алгоритма аугментации мы использовали алгоритм масштабирования объекта, который изменяет такие характеристики объекта как периметр, площадь, но незначительно влияет на очертание объектов и относительные характеристики. В результате аугментации была сформирована выборка, состоящая из 3000 объектов, по 1500 объектов каждого класса.

ОБРАЗЦЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

В качестве объектов исследования были выбраны образцы рисовой крупы, выращенные в НИИ Красное, г. Краснодар. Регистрация изображений рисовой крупы в потоке была проведена на оптическом фотосепараторе Сапсан SE72RGB. Для обучения алгоритмов были сформированы эталонные группы: целые по форме образцы белой рисовой крупы и колотые образцы рисовой крупы.

На рисунке 1, *a* представлена 3D-модель лоткового фотосепаратора Сапсан SE72RGB.

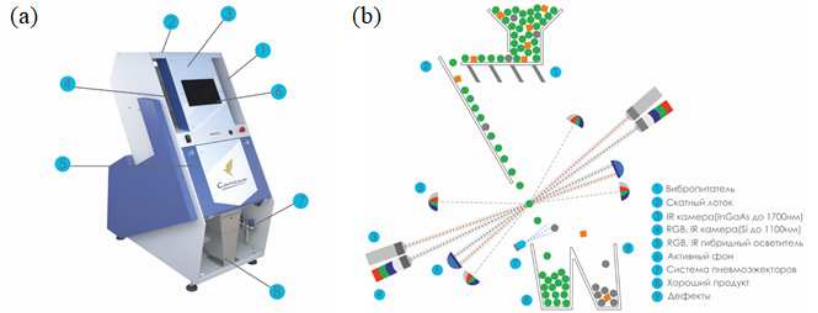


Рис. 1. Фотосепаратор однолотковый Сапсан.
Общий вид (*a*):
1 – рама; *2* – бункер загрузочный; *3* – вибропитатель; *4* – лоток скатный; *5* – блок фотоэлектронный; *6* – панель управления; *7* – система подготовки воздуха; *8* – система приемных бункеров.
Принципиальная блок-схема работы лоткового фотосепаратора (*b*):
1 – вибропитатель с загрузочный бункером; *2* – скатный лоток; *3* – ИК камера (InGaAs до 2500 нм); *4* – RGB камера (Si до 1100 нм); *5* – светодиодный осветитель; *6* – светодиодная фоновая пластина; *7* – система пневмоэжекторов; *8* – бункер хорошего продукта; *9* – бункер дефектов

Как видно из рис. 1, *а* фотосепаратор состоит из трех блоков: загрузочного блока с вибропитателем, скатного лотка для подачи продукта в зону оптического контроля и оптического блока с пневматическими клапанами и системой выгрузных бункеров. В процессе настройки три блока юстируются и фиксируются друг относительно друга. Загрузочный отсек и выгрузные бункера выполнены из нержавеющей стали. Скатный лоток из анодированного алюминия со специальным покрытием для минимизации трения между скатной поверхностью и сепарируемыми образцами.

Как видно из рис. 1, *б* исходная смесь поступает в загрузочный бункер *1*, откуда с помощью вибропитателя подается на скатный лоток *2*, который предназначен для подачи объектов сортировки в зону оптического контроля. При этом вибропитатель равномерно и с заданной производительностью подает ворох на скатный лоток *2*. Вышеописанный процесс позволяет фотосепаратору сортировать частицы продукта одну за другой на всей ширине лотка. В конце скатной поверхности объекты разделяются друг от друга и подаются в один монослой. Скорость объектов в зоне оптического контроля достигает значений 3…4 м/с.

Далее сортируемые объекты попадают в зону оптического контроля. Для сканирования однослойного потока сортируемых объектов, поступающих с лотка, устанавливаются линейные высокоскоростные камеры *3* и *4*, регистрирующие цифровые изображения сортируемых объектов в различных спектральных диапазонах. Как правило, камера *4* это RGB-камера, а камера *3* – это монохромная камера на базе InGaAs сенсора, регистрирующая изображений в ближнем ИК-диапазоне (либо до 1700 нм, либо 2500 нм). Из-за неоднородности сортируемых объектов, а также из-за наличия точечных дефектов на объектах в фотосепараторе фиксируются изображения с двух сторон объектов.

В фотосепараторе Сапсан SE72RGB устанавливается линейная RGB-камера производства компании «СмартГрэйд» на базе линейного сенсора Toshiba TCD2564DG (Япония). Разрешение сенсора – 5400×3, тип сенсора – ПЗС, размер пикселя – 7×7 мкм, размер сенсора – 37,8 мм, частота линий камеры – 10 кГц, интерфейс камеры – GigE. Пространственное разрешение камеры вдоль линии зрения не менее 0,15 мм, перпендикулярно линии зрения около 0,3 мм. Для правильного отображения формы объектов сортировки пространственное разрешение вдоль линии зрения ухудшается до величины около 0,3 мм, путем усреднения сигнала от двух соседних в строке пикселей. В камерах используется промышленный объектив Nikon с фиксированным фокусным расстоянием 50 мм и ручной регулировкой диафрагмы. Поле зрения камеры в области регистрации сортируемых объектов не

менее 340 мм. Существует также возможность установки монохромной ИК-камеры на базе InGaAs сенсора Hamamatsu G10768 (Япония), производства компании «СмартГрэйд».

На линии зрения камер сортируемые объекты освещаются с помощью светодиодных осветителей *5* белого света. При использовании InGaAs-камер применяются галогеновые источники излучения. Каждая камера направлена на активный фон 6, состоящий из RGB и ИК-светодиодов. Данные с камер поступают на вычислительный блок анализа изображений сепарируемых объектов. Плата обработки изображений располагается на самой камере.

Для обеспечения возможности одновременной работы фотосепаратора в режимах на отражение и на пропускание на объективы камер устанавливаются соответствующие интерференционные светофильтры. В результате фотосепаратор фиксирует отраженное от объектов излучение в видимом диапазоне двумя RGB-камерами *4*, а одной камерой *3* появляется возможность регистрации прошедшего через объекты сортировки излучения ИК-излучения. При этом осветитель *5* содержит светодиоды, излучающие в белом и ИК-спектре одновременно.

По результатам анализа изображений формируются сигналы, поступающие на электронный блок управления быстродействующими распределителями *7*. Быстродействующие распределители с выбранным адресом открываются в момент прохождения некондиционного объекта в зоне действия воздушного импульса. Воздушный импульс сжатого под давлением (0,3…0,5 МПа) воздуха длительностью несколько миллисекунд выбивает некондиционный объект в соответствующий приемный отсек *9*. Траектория полета кондиционного объекта соответствует его попаданию в отсек очищенного объекта *8*.

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ

Распознавание элементов зерновых смесей включает предварительную обработку изображений, основанную на фильтрации исходного изображения, устранении помех, повышающих качество бинаризации, и выделение (сегментация) объектов на сложном фоне. Далее для выделенных объектов определяются признаки, которые могут быть использованы в процессе распознавания.

Анализ показывает, что в общей сложности может быть использовано до 200 морфологических, цветовых и текстурных дескрипторов для каждого выделенного на изображении объекта. Из-за отсутствия различий в цветовых и текстурных признаках в представленных образцах для классификации целесообразно использовать только морфологические признаки. Использование только этих признаков позволяет

снизить объем вычислений и повысить быстродействие обработки, при том, что они достаточно информативны. В процессе исследования были рассмотрены следующие морфологические признаки, отобранные на основе предварительного качественного анализа:

Периметр (*P* – *perimeter*) – количество граничных пикселей объекта.

Площадь (*s* – *space*) – общее количество пикселей в пределах границ объекта.

Длина (*length*) объекта, вычисляемая как большая сторона описывающего объект прямоугольника минимальной площади (рис. 2).

Ширина (*width*) объекта, вычисляемая как меньшая сторона описывающего объект прямоугольника минимальной площади (рис. 2).

Центр масс (*center of mass*) – точка, характеризующая концентрацию пикселей объекта $x_c = \frac{1}{s}\sum x$, $y_c = \frac{1}{s}\sum y$.

Первый эксцентриситет (*eccentricity*), показывающий степень отклонения объекта от окружности, инвариантен к преобразованию подобия:

$$ecc = \sqrt{1 - wigth^2 / length^2}\ .$$

Коэффициент округлости (*circularity*), рассчитывающийся как отношение квадрата периметра к площади или как отношение μ_R к σ_R, где μ_R – среднее отклонение граничных пикселей от центра масс области, а σ_R – среднеквадратичное отклонение граничных пикселей от центра масс области:

$$circularity = \frac{|P|^2}{s}, \quad circularity = \frac{\mu_R}{\sigma_R}.$$

Центральный момент по строке (μ_{xx}), центральный момент по столбцу (μ_{yy}), смешанный центральный момент (μ_{xy}):

Рис. 2. Визуальное отображение построения описывающих объект прямоугольников:
a – пример объекта; *b* – описывающий прямоугольник, построенный по минимальным и максимальным координатам объекта; *c* – описывающий прямоугольник минимальной площади

$$\mu_{xx} = \frac{1}{s}\sum(x - x_c)^2 \; ; \quad \mu_{yy} = \frac{1}{s}\sum(y - y_c)^2 \; ;$$

$$\mu_{xy} = \frac{1}{s}\sum(x - x_c)^2(y - y_c) \; .$$

В качестве базового алгоритма для решения задачи распознавания ЭЗС был выбран алгоритм Random Forest или «случайный лес». Как показал анализ, его преимуществом является хорошая достоверность в сочетании достигаемой при его реализации высокой степенью параллелизма, что позволяет использовать многоядерные высокопроизводительные системы, а также и хорошая масштабируемость.

В основе алгоритма лежит, как известно, использование ансамбля относительно независимых решающих деревьев, в каждом из которых процесс принятия решения сводится к нескольким логическим операциям сравнения данных порогового типа. Затем осуществляется композиция частных решений, полученных в отдельных деревьях, например, по правилу голосования. Дерево решений представляет собой ориентированный граф, в каждой вершине которого происходит расщепление классифицируемых объектов по выбранному числу признаков. Для построения каждого дерева используется только фиксированная доля случайно отобранных признаков из общего числа признаков. В процессе обучения определяются пороговые значения признаков для каждой вершины, позволяющие разделить объекты одного класса от объектов другого класса. Максимальная глубина дерева является изменяемым параметром, варьирование которого помогает достичь лучшей точности классификации. Ансамбли построенных деревьев называются «случайными лесами» решений.

Данный алгоритм, по своей сути, является весьма быстродействующим и принципиально ориентированным на реализацию с использованием многоядерных вычислительных систем. Кроме того, в алгоритме Random Forest относительно невелико количество настраиваемых гиперпараметров (обычно, это число и глубина деревьев). Это выгодно отличает указанный алгоритм от глубоких нейронных сетей, являющихся в настоящее время наиболее эффективным средством решения указанных задач, но, к сожалению, не подходящих для работы в системах фотосепарации реального времени.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку в исходных данных (рис. 3) всего было получено 1443 бинарных изображений объектов, 1047 из которых – колотые и 396 –

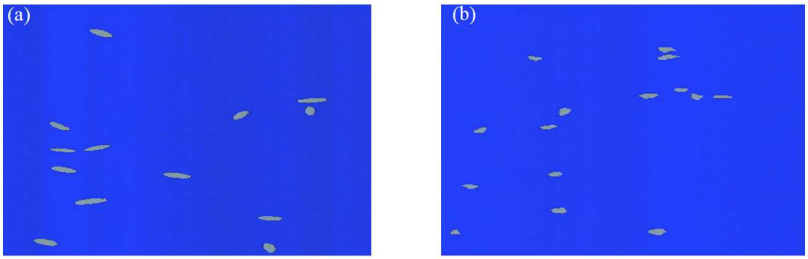


Рис. 3. Примеры исследуемых объектов:
а – целые объекты; *б* – колотые объекты

целые. Для получения выборок одного размера использовались алгоритмы аугментации данных – искусственное размножение, применяемое к объектам обоих классов.

В качестве алгоритма аугментации использовался алгоритм переменного масштабирования объекта, который меняет такие характеристики объекта как периметр, площадь, однако незначительно влияет на контур объекта и относительные характеристики. В результате аугментации была сформирована выборка, состоящая из 3000 объектов, по 1500 объектов каждого класса. Примеры объектов представлены на рис. 4.

При проведении экспериментов установлено, что наилучший результат достигался при использовании следующей комбинации признаков и гиперпараметров алгоритма: периметр, площадь, первый экс-

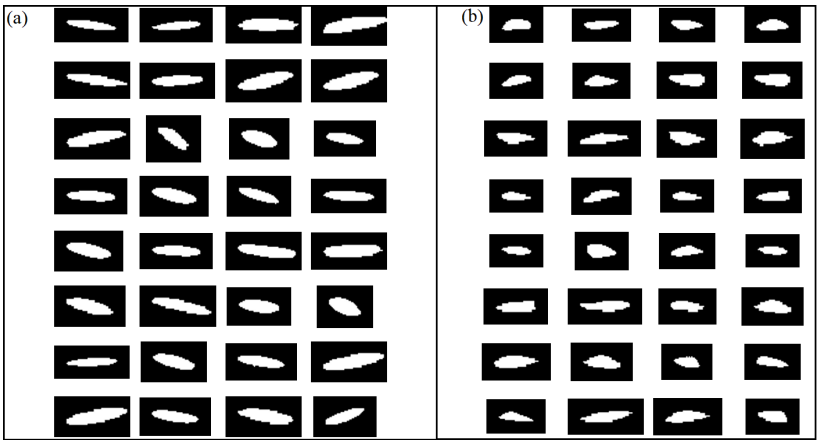


Рис. 4. Бинаризованные образцы исследуемых объектов:
а – целые объекты; *б* – колотые объекты

центриситет и центр масс при следующих параметрах «случайного леса»: максимальная глубина дерева – 3, минимальное количество объектов в листе – 1, количество признаков для выбора расщепления – 1, количество решающих деревьев – 9.

На рисунке 5, *а* представлено графическое отображение объектов в пространстве признаков: периметр, площадь, первый эксцентриситет, на рис. 5, *б* – центр масс (координаты *x*, *y*). Кружочками обозначены колотые объекты, звездочками – целые. Как видно из полученных изображений, признаки линейно разделимы, при их комбинации ошибка разделения уменьшается. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Для оценки эффективности распознавания использовались параметры: точность – процент верно распознанных объектов из всех объектов, ошибка первого рода – процент ошибочно распознанных объектов первого класса из всех объектов первого класса, ошибка второго рода – процент ошибочно распознанных объектов второго класса сре-

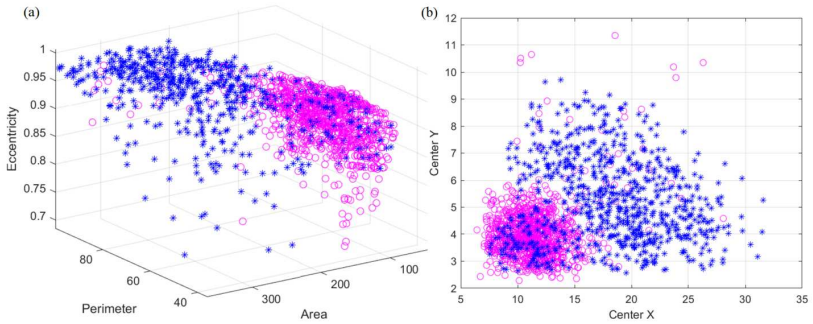


Рис. 5. Графическое отображение объектов в признаковом пространстве:
a – признаки: периметр, площадь, первый эксцентриситет;
b – признаки: центр масс (координаты *x*, *y*)

1. Результаты распознавания элементов зерновых смесей при использовании признаков: периметр, площадь, первый эксцентриситет и центр масс

	Train, %	Test, %
Accuracy	93	92
Error 1	5	6
Error 2	10	10

ди всех объектов второго класса. Результаты были получены с использованием метода кросс-валидации (*cross-validation*) – процедуры разбиения исходных выборок на K частей, на (K – 1) частях которой производится обучение модели, а на оставшейся части – тестирование. Процедура повторяется K раз, в результате чего каждая часть выборки выступает в роли тестовой.

В качестве первого класса были выбраны колотые объекты, в качестве второго – целые.

Сравнимые результаты на тестовых данных были получены при уменьшении количества признаков и использовании только периметра и центра масс при параметрах «случайного леса»: максимальная глубина дерева – 3, минимальное количество объектов в листе – 3, количество признаков для выбора расщепления – 1, количество решающих деревьев – 9. На рисунке 6 представлено графическое отображение объектов в пространстве признаков: периметр, центр масс (Cx, Cy). Кружочками обозначены колотые объекты, звездочками – целые. Как видно из полученных изображений, признаки линейно разделимы. Полученные результаты представлены в табл. 2.

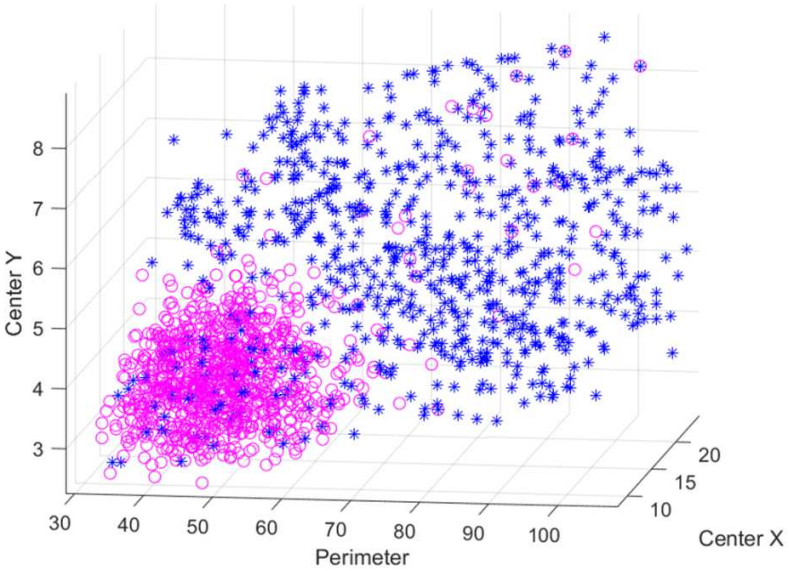


Рис. 6. Графическое отображение объектов в пространстве признаков: периметр, центр масс

2. Результаты распознавания элементов зерновых смесей при использовании признаков: периметр и центр масс

	Train, %	Test, %
Accuracy	92	92
Error 1	6	6
Error 2	10	11

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы было проведено распознавание элементов зерновых смесей на входных изображениях, получены бинарные изображения объектов; был определен набор морфологических дескрипторов для получения максимума полезной информации об объектах.

В результате проведенных экспериментов можно сделать вывод о возможности распознавания колотых и целых элементов зерновых смесей риса с использованием только морфологических признаков. Наилучшее качество распознавания достигается при использовании признака центра масс, так как колотые объекты, в отличие от целых, характеризуются смещенным центром, а также периметра объекта, и составляет 92% на тестовых данных. В качестве классификатора использовался алгоритм «случайный лес», который обладает низкой вычислительной стоимостью, что позволяет использовать его в процессе сепарации в реальном времени.

Предложенный алгоритм предполагается адаптировать и использовать в промышленном фотосепараторе, что позволит добиться эффективного выявления и удаления колотых образцов рисовой крупы и существенно повысить качество рисовой крупы на выходе фотосепартора.

Полученные результаты позволяют использовать исследованные алгоритмы в процессе разделения в реальном времени в системах поточных анализаторов и фотосепараторов и обеспечивают вероятность правильной классификации 92%, что превышает качество разделения в известных системах поточных анализаторов.

Новизна. Выбор оригинала за счет сочетания алгоритма «случайный лес» и параметров периметра, а также смещения центра масс обеспечивает вероятность правильной классификации 92%, что превышает качество разделения в известных системах, таких как поточные анализаторы.

Новизной, а также нововведением можно считать тот факт, что изображения были получены в потоке в реальном времени на работающей модели сортировщика цветов. Дальнейшая реализация алгоритма в Sapsan SE72 и потоковый эксперимент показали одинаковую 92%-ную точность распознавания. Этот алгоритм универсален и применим к различным зерновым и бобовым культурам.

Список использованных источников

1. Chapter 1 Major constraints for global rice production / S. Fahad, M. Adnan, M. Noor, M. Arif, M. Alam, I. A.Khan, A. Basir // In Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance. Elsevier. – 2019. – Pp. 1 – 22.
2. Sairi, S. A. M. Comparative Study of Three Rice Brands' Quality through Measuring Broken Rice Percentage using Sortex A ColorVision (Buhler) Optical Sorters / S. A. M. Sairi, S. Mustaffha // International Conference of Sustainability Agriculture and Biosystem, 2019, West Sumatera Province, Indonesia IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing. – 2020. – Vol. 515(1). – Pp. 012017.
3. Попова, Е. В. Сортировка пэт и пвх флейков по цветам с использованием фотосепаратора / Е. В. Попова, Д. А. Минаков // Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты. – 2019. – Vol. 2. – Pp. 45 – 47.
4. Donskikh, A. O. Compound Methods of Spectral Analysis of Nonuniform Flow of Grain Mixtures / A. O. Donskikh, D. A. Minakov, A. A. Sirota // Measurement Techniques. – 2019. – Vol. 61(12). – Pp. 1187 – 1195.
5. Low cost solution for rice quality analysis using morphological parameters and its comparison with standard measurements / S. F. Ali, H. Jamil, R. Jamil, I. Torij, S. Naz // International Multi-topic Conference (INMIC), Lahore, Publisher: IEEE. – 2017. – No. 1-6. – DOI: 10.1109/INMIC.2017.8289475
6. Potential Applications of Computer Vision in Quality Inspection of Rice: A Review / H. Zareiforoush, S. Minaei, M. R. Alizadeh et al. // Food engineering reviews. – 2015. – No. 7(3). – Pp. 321 – 345.
7. Maione, C. Recent applications of multivariate data analysis methods in the authentication of rice and the most analyzed parameters: A review / C. Maione, R. M. Barbosa // Critical reviews in food science and nutrition. – 2019. – No. 59(12). – Pp. 1868 – 1879.
8. Rice Grain Classification using Image Processing & Machine Learning Techniques / B. Arora, N. Bhagat, L. R. Saritha, S. Arcot // International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT), Coimbatore, India, Publisher: IEEE. – 2020. – Pp. 205 – 208. – DOI: 10.1109/ICICT48043.2020.9112418
9. A Combined Method of Image Processing and Artificial Neural Network for the Identification of 13 Iranian Rice Cultivars / Y. Abbaspour-Gilandeh, A. Molaee, S. Sabzi, N. Nabipur, S. Shamshirband, A. Mosavi // Agronomy. – 2020. – No. 10(1). – P. 117. – URL : https://doi.org/10.3390/agronomy10010117
10. Development of Paddy Rice Seed Classification Process using Machine Learning Techniques for Automatic Grading Machine / K. Kiratiratanapruk,

P. Temniranrat, W. Sinthupinyo, P. Prempree, K.Chaitavon, S. Porntheeraphat, A. Prasertsak // Journal of Sensors. – 2020. – DOI: 10.1155/2020/7041310

11. Qualitative classification of milled rice grains using computer vision and metaheuristic techniques / H. Zareiforoush, S. Minaei, M. R. Alizadeh, A. Banakar // Journal of food science and technology. – 2016. – No. 53(1). – Pp. 118 – 131.

12. Wan, Y. N. Rice quality classification using an automatic grain quality inspection system / Y. N. Wan, C. M. Lin, J. F. Chiou // Transactions of the ASAE. – 2002. – No. 45(2). – P. 379.

13. Verma, B. Image processing techniques for grading & classification of rice / B. Verma // In International Conference on Computer and Communication Technology (ICCCT), Allahabad, Uttar Pradesh, Publisher: IEEE. – 2010. – Pp. 220 – 223. – DOI: 10.1109/ICCCT.2010.5640428

14. Ngampak, D. Image analysis of broken rice grains of Khao Dawk Mali rice / D. Ngampak, P. Piamsa-nga // 7th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST), Chonburi, Publisher: IEEE. – 2015. – Pp. 115 – 120.

15. Piramli, M. M. Rice Grain Grading Classification Based On Perimeter Using Moore-Neighbor Tracing Method / M. M. Piramli, A. Rahman, S. F. Abdullah // Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC). – 2016. – No. 8(2). – Pp. 23 – 27.

16. Yadav, B. K. Monitoring milling quality of rice by image analysis / B. K. Yadav, V. K. Jindal // Computers and Electronics in Agriculture. – No. 33(1). – Pp. 19 – 33.

17. Chandra, J. K. Classification of defects in rice kernels by using image processing techniques / J. K. Chandra, A. Barman, A. Ghosh // First International Conference on Automation, Control, Energy and Systems (ACES), Hooghy, India, IEEE Publisher: IEEE. – 2014. – No. 1-5. – DOI: 10.1109/ACES.2014.6807991

18. Deep-Rice: Deep Multi-sensor Image Recognition for Grading Rice / Y. Wu, Z. Yang, W. Wu, X. Li, D.Tao // International Conference on Information and Automation (ICIA), Wuyishan, China, Publisher: IEEE. – 2018. – Pp. 116 – 120. – DOI: 10.1109/ICInfA.2018.8812590

19. Application of imperialist competitive algorithm for feature selection: A case study on bulk rice classification / S. J. Rad, F. Mousavi, T. Akhlaghian, K. Mollazade // International Journal of Computer Applications. – 2012. – No. 40(16). – Pp. 41 – 48.

20. A hybrid intelligent approach based on computer vision and fuzzy logic for quality measurement of milled rice / H. Zareiforoush, S. Minaei, M. R.Alizadeh, A. Banakar // Measurement. – 2015. – No. 66. – Pp. 26 – 34.

21. A deep convolutional neural network architecture for boosting image discrimination accuracy of rice species / P. Lin, X. L. Li, Y. M. Chen, Y. He // Food and bioprocess technology. – 2018. – No. 11(4). – Pp. 765 – 773.

22. Payman, S. H. Development of an expert vision-based system for inspecting rice quality indices / S. H. Payman, A. Bakhshipour, H. Zareiforoush // Quality Assurance and Safety of Crops & Foods. – 2018. – No. 10(1). – Pp. 103 – 114.

References

1. Chapter 1 Major constraints for global rice production / S. Fahad, M. Adnan, M. Noor, M. Arif, M. Alam, I. A.Khan, A. Basir // In Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance. Elsevier. – 2019. – Pp. 1 – 22.

2. Sairi, S. A. M. Comparative Study of Three Rice Brands' Quality through Measuring Broken Rice Percentage using Sortex A ColorVision (Buhler) Optical Sorters / S. A. M. Sairi, S. Mustaffha // International Conference of Sustainability Agriculture and Biosystem, 2019, West Sumatera Province, Indonesia IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing. – 2020. – Vol. 515(1). – Pp. 012017.

3. Popova, E. V. Sorting of pet and pvc flakes by color using a color sorter / E. V. Popova, D. A. Minakov // Basic scientific research: theoretical and practical aspects. – 2019. – No. 2. – Pp. 45 – 47.

4. Donskikh, A. O. Compound Methods of Spectral Analysis of Nonuniform Flow of Grain Mixtures / A. O. Donskikh, D. A. Minakov, A. A. Sirota // Measurement Techniques. – 2019. – Vol. 61(12). – Pp. 1187 – 1195.

5. Low cost solution for rice quality analysis using morphological parameters and its comparison with standard measurements / S. F. Ali, H. Jamil, R. Jamil, I. Torij, S. Naz // International Multi-topic Conference (INMIC), Lahore, Publisher: IEEE. – 2017. – No. 1-6. – DOI: 10.1109/INMIC.2017.8289475

6. Potential Applications of Computer Vision in Quality Inspection of Rice: A Review / H. Zareiforoush, S. Minaei, M. R. Alizadeh et al. // Food engineering reviews. – 2015. – No. 7(3). – Pp. 321 – 345.

7. Maione, C. Recent applications of multivariate data analysis methods in the authentication of rice and the most analyzed parameters: A review / C. Maione, R. M. Barbosa // Critical reviews in food science and nutrition. – 2019. – No. 59(12). – Pp. 1868 – 1879.

8. Rice Grain Classification using Image Processing & Machine Learning Techniques / B. Arora, N. Bhagat, L. R. Saritha, S. Arcot // International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT), Coimbatore, India, Publisher: IEEE. – 2020. – Pp. 205 – 208. – DOI: 10.1109/ICICT48043.2020.9112418

9. A Combined Method of Image Processing and Artificial Neural Network for the Identification of 13 Iranian Rice Cultivars / Y. Abbaspour-Gilandeh, A. Molaee, S. Sabzi, N. Nabipur, S. Shamshirband, A. Mosavi // Agronomy. – 2020. – No. 10(1). – P. 117. – URL : https://doi.org/10.3390/agronomy10010117

10. Development of Paddy Rice Seed Classification Process using Machine Learning Techniques for Automatic Grading Machine / K. Kiratiratanapruk, P. Temniranrat, W. Sinthupinyo, P. Prempree, K.Chaitavon, S. Porntheeraphat, A. Prasertsak // Journal of Sensors. – 2020. – DOI: 10.1155/2020/7041310

11. Qualitative classification of milled rice grains using computer vision and metaheuristic techniques / H. Zareiforoush, S. Minaei, M. R. Alizadeh, A. Banakar // Journal of food science and technology. – 2016. – No. 53(1). – Pp. 118 – 131.

12. Wan, Y. N. Rice quality classification using an automatic grain quality inspection system / Y. N. Wan, C. M. Lin, J. F. Chiou // Transactions of the ASAE. – 2002. – No. 45(2). – P. 379.

13. Verma, B. Image processing techniques for grading & classification of rice / B. Verma // In International Conference on Computer and Communication Technology (ICCCT), Allahabad, Uttar Pradesh, Publisher: IEEE. – 2010. – Pp. 220 – 223. – DOI: 10.1109/ICCCT.2010.5640428

14. Ngampak, D. Image analysis of broken rice grains of Khao Dawk Mali rice / D. Ngampak, P. Piamsa-nga // 7th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST), Chonburi, Publisher: IEEE. – 2015. – Pp. 115 – 120.

15. Piramli, M. M. Rice Grain Grading Classification Based On Perimeter Using Moore-Neighbor Tracing Method / M. M. Piramli, A. Rahman, S. F. Abdullah // Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC). – 2016. – No. 8(2). – Pp. 23 – 27.

16. Yadav, B. K. Monitoring milling quality of rice by image analysis / B. K. Yadav, V. K. Jindal // Computers and Electronics in Agriculture. – No. 33(1). – Pp. 19 – 33.

17. Chandra, J. K. Classification of defects in rice kernels by using image processing techniques / J. K. Chandra, A. Barman, A. Ghosh // First International Conference on Automation, Control, Energy and Systems (ACES), Hooghy, India, IEEE Publisher: IEEE. – 2014. – No. 1-5. – DOI: 10.1109/ACES.2014.6807991

18. Deep-Rice: Deep Multi-sensor Image Recognition for Grading Rice / Y. Wu, Z. Yang, W. Wu, X. Li, D.Tao // International Conference on Information and Automation (ICIA), Wuyishan, China, Publisher: IEEE. – 2018. – Pp. 116 – 120. – DOI: 10.1109/ICInfA.2018.8812590

19. Application of imperialist competitive algorithm for feature selection: A case study on bulk rice classification / S. J. Rad, F. Mousavi, T. Akhlaghian, K. Mollazade // International Journal of Computer Applications. – 2012. – No. 40(16). – Pp. 41 – 48.

20. A hybrid intelligent approach based on computer vision and fuzzy logic for quality measurement of milled rice / H. Zareiforoush, S. Minaei, M. R.Alizadeh, A. Banakar // Measurement. – 2015. – No. 66. – Pp. 26 – 34.

21. A deep convolutional neural network architecture for boosting image discrimination accuracy of rice species / P. Lin, X. L. Li, Y. M. Chen, Y. He // Food and bioprocess technology. – 2018. – No. 11(4). – Pp. 765 – 773.

22. Payman, S. H. Development of an expert vision-based system for inspecting rice quality indices / S. H. Payman, A. Bakhshipour, H. Zareiforoush // Quality Assurance and Safety of Crops & Foods. – 2018. – No. 10(1). – Pp. 103 – 114.

УДК 681.5

И. А. Шаталова, В. О. Лычагина, Е. С. Ширкина
(Кафедра «Биомедицинская техника»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: Shatalova.02@mail.ru)

ПРОЕКТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ДОМАШНЕЙ ТЕПЛИЦЫ

Аннотация. Рассмотрен способ создания цифровой домашней теплицы на базе Arduino, преимущество использования адресных светодиодов, а также описаны перспективы использования света различного спектра для улучшения роста растений.

Ключевые слова: цифровая теплица, Умная теплица, адресные светодиоды, проект Arduino, спектр света.

I. A. Shatalova, V. O. Lychagina, E. S. Shirkina
(Department of Biomedical Engineering,
TSTU, Tambov, Russia)

DIGITALISATION PROJECT OF THE INDOOR GREENHOUSE

Abstract. A method for creating a digital indoor greenhouse based on Arduino is considered, the advantage of using addressable LEDs, and the prospects for using light of a different spectrum to improve plant growth are described.

Keywords: digital greenhouse, Smart greenhouse, addressable LEDs, Arduino project, light spectrum.

В настоящее время из-за нестабильности погодных условий и экстремальных для нашей области холодов становится актуальной задача выращивания растений для посева рассадой. В данное время для этой цели используются конструкции из подручных материалов, требующие постоянного ухода и внимания; это нецелесообразно ввиду занятости людей на работе. Следовательно, необходимо создать цифровую теплицу, среди функций которой есть автоматическое отслеживание состояния среды растения и возможность управления теплицей с помощью телефона.

Данный проект планируется реализовать на базе схем Arduino по причине сравнительно низкой стоимости элементов и возможности подключить практически любой необходимый элемент. В проекте должны быть реализованы функции полива, проветривания, поддержания выбранной температуры, мониторинг состояния среды теплицы с помощью датчиков влажности почвы и воздуха, температуры почвы и воздуха; также необходимо реализовать возможность настройки про-

граммы теплицы, согласно которой при изменении указанных параметров до установленных пользователем величин теплица будет автоматически выполнять действия, направленные на изменение данных параметров до величин, необходимых для успешного роста растения. Также настройка должна быть реализована не только с пульта управления, но и с телефона.

Другим важным аспектом данного проекта является исследование влияния спектра видимого излучения на различные периоды развития растений. Для этого в разные периоды роста растений будет включаться тот вид излучения, который наиболее благоприятен для их развития в указанный период. Световой день в теплице планируется задать 21-часовой. Ожидается, что благодаря различному спектру освещения растения будут развиваться быстрее и их состояние будет лучше, чем у растений, выращенных в обычных условиях: в открытых горшках, с природным световым днем, без поддержания точной температуры и влажности, а также без влияния различного спектра света.

Спектр света будет изменяться за счет использования адресной светодиодной ленты с диодами ws2812b. Данные диоды являются диодами smd5050, улучшенными за счет встроенного в каждый диод микроконтроллера. Это позволяет управлять параметрами свечения каждого диода напрямую с Arduino, не требуя подключения отдельного микроконтроллера, что позволяет уменьшить расходы на дополнительные комплектующие. Данная лента существует с разным количеством светодиодов, от 30 до 144 на метр, разной влагостойкостью вплоть до IP68, благодаря чему возможно ее применение во влажном воздухе теплицы. На рисунке 1 указаны размеры диода, под номерами *1 – 4* указаны пины (выводы), используемые для подключения диодов друг к другу.

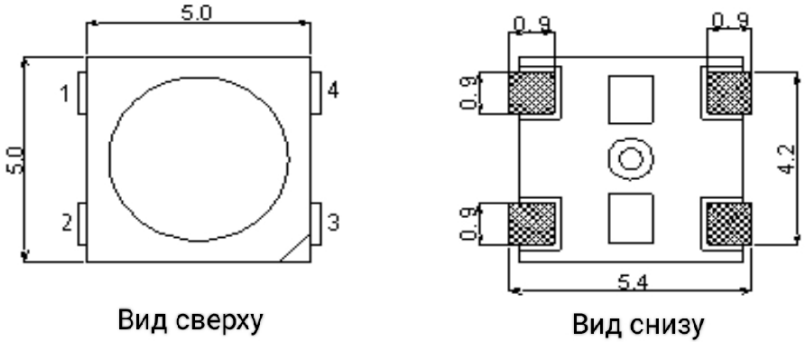


Рис. 1. Структурная схема диода ws2812b

Перспективность данного проекта заключается в том, что он позволяет выявить закономерности, позволяющие эффективно выращивать крепкие растения и разработать продукт, в котором результат этого исследования будет применен на практике и приведет к созданию теплицы, не требующей постоянного присутствия человека, предоставляющей возможность четкого контроля параметров среды растения, а также снабженной возможностью ускорять рост растения посредством безвредного излучения видимого спектра, что позволит избежать использования перспективно опасных, нежелательных и дорогих химических удобрений.

Список использованных источников

1. Pinar, K. Smart Greenhouse and Smart Agriculture / Pinar Kirci, Erdinc Ozturk, Yavuz Celik // Conference of open Innovations Association, FRUCT. – Finland. – 2021. – Vol. 29. – Pp. 455 – 459.

References

1. Pinar, K. Smart Greenhouse and Smart Agriculture / Pinar Kirci, Erdinc Ozturk, Yavuz Celik // Conference of open Innovations Association, FRUCT. – Finland. – 2021. – Vol. 29. – Pp. 455 – 459.

УДК 004.31

С. Н. Мочалин[1], С. В. Пономарев[2]
([1]Управление «НТ и ОКР»,
АО «ТЗ «Октябрь», г Тамбов, Россия;
[2]кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г Тамбов, Россия,
e-mail: corj84@mail.ru, svponom@yahoo.com)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Рассмотрены вопросы применения российской электронной компонентной базы при решении задач автоматизации, цифровизации и импортозамещения в агропромышленном комплексе. Приведен краткий обзор российских производителей и разработчиков электронной компонентной базы, продукция которых может быть применена для задач автоматизации в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: электронная компонентная база, микроконтроллер, микропроцессор, точное земледелие, Интернет вещей, робототехника, системы управления, импортозамещение.

S. N. Mochalin[1], S. V. Ponomarev[2]
([1]Department of Research and Development,
JSC “Tambov Plant “October”, Tambov, Russia;
[2]Department of Mechatronics and Technological Measurements,
TSTU, Tambov, Russia)

PROSPECTS FOR THE USE OF THE RUSSIAN ELECTRONIC COMPONENT BASE IN THE FIELD OF AUTOMATION OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The issues of using the Russian electronic component base in solving the problems of automation, digitalization and import substitution in the agro-industrial complex are considered. A brief overview of Russian manufacturers and developers of electronic components, whose products can be used for automation tasks in the agro-industrial complex, is given.

Keywords: electronic component base, microcontroller, microprocessor, precision farming, internet of things, robotics, control systems, import substitution.

Одно из актуальных направлений развития современного агропромышленного комплекса (АПК) – повышение урожайности при минимизации расходов за счет внедрения цифровых систем управления и

мониторинга. Инструментами для достижения поставленной цели являются различные датчики, системы сбора и обработки данных, робототехнические и управляемые человеком автоматизированные комплексы.

На российском рынке присутствует множество компаний, которые разрабатывают и выпускают конечную продукцию для автоматизации АПК, а именно: датчики влажности почвы, количества осадков и т.п., системы сбора и анализа информации, различные робототехнические комплексы для сбора урожая и др. Большинство современных систем автоматизации АПК спроектировано на базе импортных электронных компонентов, что обусловлено меньшей ценой, лучшей технической поддержкой и, как следствие, меньшим временем выхода на рынок. Тем не менее, в области автоматизации АПК указанные выше преимущества импортных компонентов (по отношению к российским) могут быть нивелированы за счет того, что элементы систем автоматизации АПК обычно выпускаются меньшими сериями (по сравнению с бытовой электроникой), а также и за счет того, что в цене значительную роль играет стоимость интеллектуальной собственности.

Тем не менее, российские производители электронной компонентной базы на данный момент предлагают современные конкурентоспособные решения, направленные на коммерческий рынок и обладающие широкими возможностями применения для автоматизации и цифровизации АПК.

Компания «Элвис» (Зеленоград) разрабатывает микропроцессоры и микроконтроллеры на базе архитектуры ARM, MISP и собственной архитектуры сигнального процессора. Несмотря на общее позиционирование компании в аэрокосмической области, ее последние разработки отвечают современным коммерческим требованиям и конкурентоспособны с иностранными аналогами. Для задач автоматизации АПК интерес представляют последние продукты на базе архитектуры ARM:

- процессор 1892ВМ248 RoboDeus;
- процессор 1892ВА018 «Скиф»;
- малопотребляющий микроконтроллер ELIoT;
- система на кристалле 1892ВМ14Я;

а также модули на их основе [1].

Технические характеристики данных решений позволяют применить их в робототехнических системах, оснащенных интеллектуальным техническим зрением за счет встроенных интерфейсов и высокой производительности вычислительных ядер, интеллектуальных датчиках с автономным питанием и низким потреблением электроэнергии.

Компании «Миландр» (Зеленоград) и «НИИЭТ» (Воронеж) специализируются на разработке и производстве современных микроконтроллеров архитектуры ARM семейства Cortex-M. В области автоматизации АПК продукция представленных компаний может быть применена в системах управления низкого уровня робототехнических комплексов, различных измерительных и управляющих устройств (например, датчиках влажности почвы, уровня осадков, системах управления поливом и внесения удобрений) [2, 3].

Один из крупнейших российских производителей микроэлектроники – компания «Микрон» – разработала и предлагает микроконтроллер MIK32 АМУР на базе архитектуры RISC-V [4]. Исходя из технических характеристик (низкая производительность и энергопотребление процессора), микроконтроллер может быть использован при разработке различных интеллектуальных датчиков и исполнительных механизмов. Архитектура RISC-V является одной из наиболее перспективных за счет открытой лицензии. В сентябре 2022 года создана ассоциация разработчиков на RISC-V в целях развития микропроцессоров данной архитектуры [5].

Компания НТЦ «Модуль» [6] разрабатывает различные решения в области телекоммуникаций и глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Решения данной компании могут быть использованы при разработке систем точного земледелия на основе ГНСС. Точное земледелие – одно из наиболее перспективных направлений развития автоматизации АПК, представляет собой комплексную высокотехнологичную систему сельскохозяйственного менеджмента, включающую в себя технологии глобального позиционирования, географические информационные системы, технологии оценки урожайности, технологию переменного нормирования, технологию дистанционного зондирования земли и решения технологии «Интернет вещей» [7].

Отдельно стоит отметить российские микропроцессоры марок «Эльбрус» и «Байкал». Область их применения – серверы и рабочие станции (персональные компьютеры).

Таким образом, на современном российском рынке микроэлектроники существуют конкурентоспособные отечественные разработки для применения в задачах автоматизации АПК наравне с импортными аналогами.

Список использованных источников

1. Элвис [Электронный ресурс] : официальный сайт. – URL : https://www.elvees.ru (Дата обращения: 05.10.2022).

2. Миландр [Электронный ресурс] : официальный сайт. – URL : https://milandr.ru/ (Дата доступа: 05.10.2022).

3. НИИЭТ [Электронный ресурс] : официальный сайт. – URL : https://niiet.ru/goods/ (Дата обращения: 05.10.2022).

4. RISC-V микроконтроллер МІК32 АМУР [Электронный ресурс]. – URL : https://mikron.ru/products/iot/mk32-amur/?utm_source=site&utm_medium=referal&utm_campaign=product&utm_content=link&utm_term=mcu (Дата обращения: 05.10.2022).

5. Российские разработчики на RISC-V объединились [Электронный ресурс]. – URL : https://www.cnews.ru/news/top/2022-09-23_v_rossii_sozdan_alyans_razrabotchikov (Дата обращения: 05.10.2022).

6. НТЦ Модуль [Электронный ресурс] : официальный сайт. – URL : https://www.module.ru/ (Дата обращения: 05.10.2022).

7. Точное земледелие [Электронный ресурс] // Википедия. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Точное_земледелие (Дата обращения: 05.10.2022).

References

1. Elvis [Electronic resource] : official. site. – URL : https://www.elvees.ru (Date of access: 05.10.2022).

2. Milandr [Electronic resource] : official. site. – URL : https://milandr.ru/ (Date of access: 05.10.2022).

3. NIIET [Electronic resource] : official. site. – URL : https://niiet.ru/goods/ (Date of access: 05.10.2022).

4. RISC-V microcontroller MIK32 AMUR [Electronic resource]. – URL : https://mikron.ru/products/iot/mk32-amur/?utm_source=site&utm_medium=referal& utm_campaign=product&utm_content=link&utm_term=mcu (Date of access: 05.10.2022).

5. Russian developers on RISC-V teamed up [Electronic resource]. – URL : https://www.cnews.ru/news/top/2022-09-23_v_rossii_sozdan_alyans_razrabotchikov (Date of access: 05.10.2022).

6. STC Module [Electronic resource] : official. site. – URL : https://www.module.ru/ (Date of access: 05.10.2022).

7. Precision farming [Electronic resource] // Wikipedia. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Precision_farming (Date of access: 05.10.2022).

УДК 004.9312

Г. К. Тевяшов
(Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН,
Москва, Россия
e-mail: glebtevyashov96@yandex.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ РОСТА ОСЕТРОВЫХ В УЗВ

Аннотация. Рассмотрен подход к построению системы мониторинга биомасс в установках замкнутого водоснабжения для выращивания осетровых. Для распознавания образов осетровых был использован нейросетевой алгоритм распознавания YOLO. Предложен дальнейший план исследований в области мониторинга, а также отслеживания динамики роста рыб в бассейнах для разведения.

Ключевые слова: нейросетевой алгоритм, распознавание, осетр, УЗВ, YOLO.

G. K. Tevyashov
(V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of RAS,
Moscow, Russia)

APPLICATION OF A NEURAL NETWORK ALGORITHM FOR MONITORIG THE GROWTH DYNAMICS OF STURGEONS IN RWI

Abstract. An approach to the construction of a biomass monitoring system in recirculating water supply systems for growing sturgeons is considered. The YOLO neural network recognition algorithm was used to recognize sturgeon patterns. A further plan for research in the field of monitoring, as well as tracking the growth dynamics of fish in breeding tanks, is proposed.

Keywords: neural network algorithm, recognition, sturgeon, RWI, YOLO.

В настоящее время одним из самых ценных биоресурсов на нашей планете являются представители водных организмов. Задача сохранения и увеличения популяции рыб, в связи с ростом числа конечного потребителя, непрекращающимися случаями браконьерства, непредвиденными экологическими авариями и катастрофами в современном мире является, несомненно, актуальной [1]. Для решения данной задачи создаются биолаборатории и биофермы для искусственного выращивания и восполнения популяции рыбных масс для более эффективной организации процессов под наблюдением ученых и зоологов.

Зачастую в таких научных комплексах используют системы устройств замкнутого водоснабжения (УЗВ). Для более продуктивного и безопасного процесса выращивания, а также создания условий благоприятной среды для рыб необходимо проводить контроль над средой обитания. Проведение сравнительного анализа показателей химического анализа воды с рыбохозяйственными предельно допустимыми концентрациями – самый верный путь прочтения и обработки результатов исследований воды [2]. Также совместно с гидрохимическим анализом проводят визуальный анализ для оценивания динамики роста и поведения рыб в УЗВ в зависимости от различных условий, количества и состава кормов. В большинстве эти анализы проводят работники биокомплексов, но количество бассейнов с рыбой превышает количество участвующих работников, из-за чего могут возникать различные ситуации, связанные с человеческим фактором.

Автором предлагается решение задачи мониторинга с использованием нейросетевого алгоритма. Использование независимых от человека систем с использованием цифровых камер и системы обработки изображений даст оперативный и точный результат по определению динамики роста рыб. Для автоматического определения и подсчета рыб в УЗВ предлагается использовать YOLO, потому что YOLO считается эффективнее многих других алгоритмов для определения объектов (рис. 1). Был проведен сбор набора исходных данных и обучение готовой модели.

В дальнейшем планируется осуществлять подсчет количества распознанных объектов. Также планируется определять размеры распознанных особей по изображениям со стереопары [3].

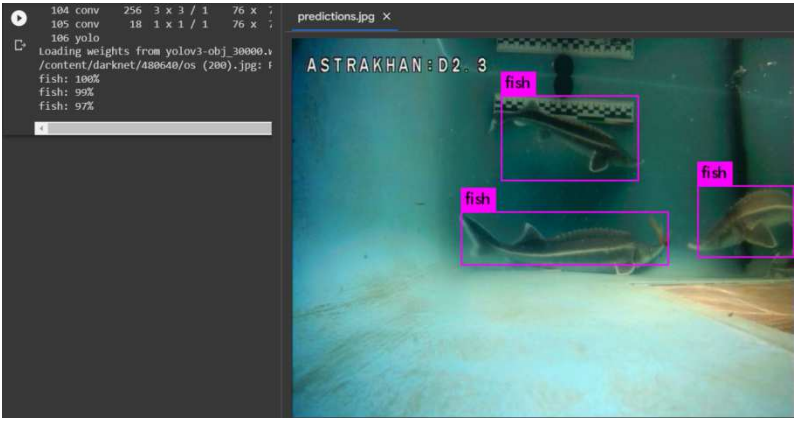


Рис. 1. Результат распознавания

Список использованных источников

1. Тевяшов, Г. К. Мониторинг химического состава водной среды обитания с помощью системы интернета вещей / Г. К. Тевяшов // Материалы 14 Мультиконференции по проблемам управления (МКПУ-2021, Дивноморское, Геленджик). – Т. 2. – Дивноморское, Геленджик : Южный федеральный университет, 2021. – С. 177 – 179.

2. Иванов, А. Р. Физико-химические методы анализа в экологическом мониторинге воды и почвы : учебное пособие / А. Р. Иванов. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД, 2019. – Ч. 1. – 77 с.

3. Ильясов, Э. С. Вычисление расстояния до наблюдаемого объекта по изображениям со стереопары / Э. С. Ильясов // Молодой ученый. – 2016. – № 14 (118). – С. 146 – 151.

УДК 681.5

М. М. Смотряев, Д. А. Поплавский
(Кафедра «Информационная безопасность»,
НИУ «МИЭТ», Москва, Россия,
e-mail: cookielover340@yandex.ru, daniilchelru12@yandex.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ КОРПОРАТИВНОГО ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА НА ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ANDROID В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Описан подход внедрения систем информатизации в агропромышленном комплексе с использованием корпоративных устройств на операционной системе Android.

Ключевые слова: устройства на Android, информатизация, информационная безопасность, автоматизированные системы, приложение-компаньон.

M. M. Smotryaev, D. A. Poplavsky
(Department of Information Security,
NRU “MIET”, Moscow, Russia)

THE USE OF CORPORATE DIGITAL DEVICE ON ANDROID OPERATING SYSTEM IN INDUSTRIAL AGRICULTURE

Abstract. An approach of implementing informational systems to industrial agricultural applications using corporate devices using Android operating system.

Keywords: Android devices, informatization, information security, automatic systems, companion app.

Современные смартфоны представляют собой портативные компьютеры со значительной вычислительной мощностью. Их переносимость позволяет не ограничиваться работой на одном месте, а напротив, перемещаться по объекту, выполняя различные задачи. Учитывая современные тренды на оптимизацию производства, применение цифровых технологий считается необходимостью. В данном докладе описаны преимущества использования корпоративных устройств на операционной системе Android в агропромышленном комплексе.

В такой сфере как сельское хозяйство, конфиденциальность информации хоть и является критичной для обеспечения конкурентоспособности [1], основными свойствами является конфиденциальность и целостность. Однако это не значит, что информационной безопасностью стоит пренебрегать. Неправильно переданные или значительно искаженные данные в различных аспектах агропромышленного комплекса могут либо понизить производительность, либо нанести непо-

правимый ущерб. Например, если подать в автоматизированную систему подачи удобрений неверное значение, почва может быть непригодна для выращивания различных культур.

Устройства на Android могут значительно помочь в сборке данных, а также в удаленном управлении всем агропромышленным комплексом. Необходимо наличие приложения-компаньона, подключаемого к серверу, обрабатывающего всю информацию. В нем можно как управлять агропромышленным комплексом, так и осуществлять его мониторинг, например, смотреть изображения камер, датчиков, дронов (при наличии).

Приложение-компаньон и точки сбора данных будут подключаться к серверу и его базе данных для расширенного мониторинга и ведения журналирования событий. Команды на осуществление каких-либо действий будут отправляться с сервера на уже конкретный элемент агропромышленного комплекса.

Вся информационная инфраструктура показана на рис. 1.

Одним из важных преимуществ внедрения Android-устройств является их дешевизна. Функциональный потребительский смартфон без дополнительных модификаций стал настолько доступным, что приобретение нескольких таких устройств не станет финансовым бременем для предприятия.

Примером использования устройств на Android может быть контроль подключения датчиков жизнедеятельности скота к телефону через Bluetooth. В случае потери соединения с одним из датчиков, на сервер (а далее и на приложение-компаньон) придет уведомление о событии, чтобы можно было проверить ситуацию лично.

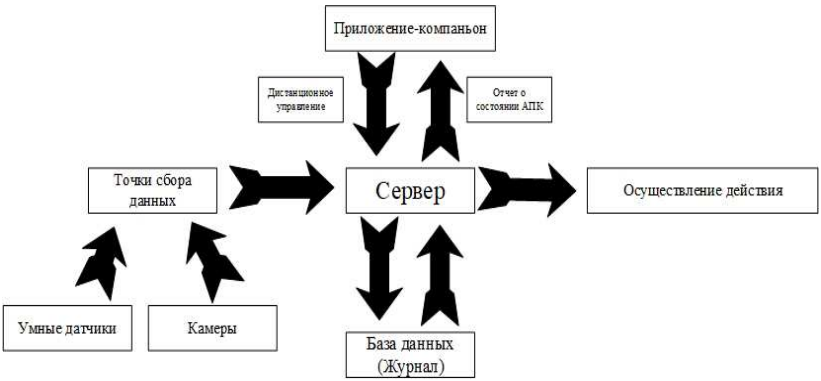


Рис. 1. Схема информационной инфраструктуры с использованием устройств на Android

Учитывая распространенность операционной системы Android, разработка приложений и программного обеспечения не является трудозатратным процессом, что позволит обеспечить внедрение как можно скорее. Также возможна адаптация уже готовых решений, использующих систему Интернета вещей [2].

Таким образом, применение смартфонов или планшетных устройств на Android в том или ином виде позволит оптимизировать работу агропромышленного комплекса и автоматизировать мониторинг и осуществление определенных действий, а также позволит в перспективе оценивать важные показатели производительности.

Список использованных источников

1. Глущенко, В. В. Тайна и конфиденциальность как инструменты обеспечения конкурентоспособности организаций сельского хозяйства / В. В. Глущенко, И. И. Глущенко // Аэкономика: экономика и сельское хозяйство. – 2017. – № 3(15). – URL : https://aeconomy.ru/news/economy/tayna-i-konfidentsialnost-kak-instr.html

2. Болбас, Е. Н. Интернет вещей в сельском хозяйстве / Е. Н. Болбас, Р. В. Казаченко, С. М. Каюгина // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения : сб. науч. ст. – 2019. – С. 373 – 378.

References

1. Gluschenko, V. V. Secrecy and continentality as instruments of maintaining competition of agricultural organizations / V. V. Gluschenko, I. I. Glushenko // Aeconomica: economics and agriculture. – 2017. – № 3(15). – URL : https://aeconomy.ru/news/economy/tayna-i-konfidentsialnost-kak-instr.html

2. Bolbas, E. N. Internet of things in agriculture / E. N. Bolbas, R. V. Kazachenk, S.M. Kayugina // Relevant topics of science and agriculture: new challenges and solutions : materials. – 2019. – Pp 373 – 378.

УДК 629.06

Д. В. Комраков
(АО «Конструкторское бюро точного машиностроения
им. А. Э. Нудельмана», Москва, Россия,
e-mail: radist41@bk.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Рассмотрен подход к внедрению в агропромышленный комплекс цифровых систем спутниковой навигации и построения на их основе навигационных комплексов. Приведен типовой состав навигационного комплекса для транспортных средств. Описаны перспективы использования в таких комплексах систем и датчиков на лазерном излучении.

Ключевые слова: лазерное излучение, навигационный комплекс, наземный подвижный объект, система спутниковой навигации.

D. V. Komrakov
(Joint-Stock Company “A. E. Nudelman Precision Engineering
Design Bureau”, Moscow, Russia)

APPLICATION OF DIGITAL SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS FOR ENERGY EFFICIENCY OF LOGISTICS PROCESSES OF TRANSPORT IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. An approach to the introduction of digital satellite navigation systems into the agro-industrial complex and the construction of navigation complexes based on them is considered. The typical composition of the navigation complex for vehicles is given. The prospects of using laser-based systems and sensors in such complexes are described.

Keywords: laser radiation, navigation system, ground mobile object, satellite navigation system.

Не вызывает сомнения тот факт, что передовые технологии на сегодняшний день позволяют предприятиям работать более продуктивно и энергоэффективно, выполнять коммерческие и, в том числе, технологические операции быстрее и поддерживать качественное обслуживание на высоком уровне. Во многих сферах человеческой деятельности, в том же агропромышленном комплексе, применяются все более новые и совершенные технологии. В настоящее время широкое рас-

пространение получили глобальные системы навигации, такие как GPS, ГЛОНАСС, Galileo и др. Первые системы глобального позиционирования разрабатывались исключительно для военных целей, однако в дальнейшем эти системы стали широко использоваться не только для решения военных, но и гражданских навигационных задач.

Не секрет, что основные трудности практически любой промышленной отрасли, особенно сельского хозяйства, связаны с транспортными средствами. Это такие проблемы как нецелевые рейсы, слив топлива, низкая трудовая дисциплина водителей, приписки, нарушение режимов эксплуатации транспортных средств и пр. Все эти факторы наносят большой экономический урон. Внедрение систем спутникового мониторинга позволит свести к минимуму издержки, связанные с этими проблемами. На основе систем спутниковой навигации, совместно с другими системами и датчиками, уже имеющимися на транспортном средстве, строят навигационные комплексы.

В базовую структуру такого навигационного комплекса для мониторинга наземного подвижного транспорта входят [1]: инерциальная навигационная система (ИНС); спутниковая навигационная аппаратура (СНА); электронно-вычислительная машина (ЭВМ) и видеомонитор (ВМ), осуществляющий вывод текущих значений координат *X*, *Y*, *H* в виде числовых значений на дисплей оператора или непосредственного местоположения наземного подвижного объекта на цифровой карте местности (рис. 1) [2].

Для получения более подробной информации о транспортном средстве на него могут быть установлены дополнительные датчики. Например, датчики расхода и уровня топлива, датчики открывания дверей и капота, датчик температуры в рефрижераторе, тревожная кнопка, датчики работы механизмов и т.п.

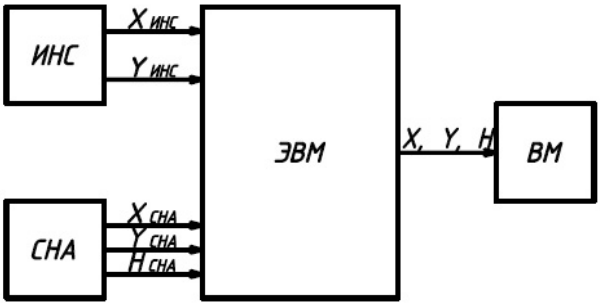


Рис. 1. Типовой состав навигационного комплекса для транспортных средств

В отдельную группу таких датчиков следует отнести датчики, основанные на лазерном излучении [3], так как их использование в составе навигационного комплекса транспортного средства позволит:

– повысить диапазон измерений расстояний (от сотен метров до нескольких сантиметров);

– повысить точность измерения расстояний (до 10 мм);

– уменьшить энергопотребление;

– не зависеть от погодных условий, времени суток и наличия солнца.

При внедрении систем спутникового мониторинга транспортных средств в агропромышленном комплексе решаются такие задачи, как: мониторинг и контроль местоположения, скорости и направления движения, времени стоянок транспортного средства; контроль своевременного посещения точек доставки продукции; контроль отклонения от маршрутов; оптимизация маршрута; выявление нецелевого использования транспорта; обеспечение безопасности водителя и перевозки грузов; контроль использования топлива.

Таким образом, экономическая эффективность агропромышленного комплекса повышается за счет снижения эксплуатационных расходов, сокращения пробегов и простоев, предотвращения непроизводственных расходов.

Список использованных источников

1. Комраков, Д. В. Оптимизация обработки информации в навигационных комплексах наземных подвижных объектов с контролем целостности данных спутниковых радионавигационных систем : автореф. … канд. техн. наук / Д. В. Комраков. – Тамбов, 2017. – 16 с.

2. Иванов, А. В. Навигация наземных объектов. «LAP LAM-BERT Academic Publishing» / А. В. Иванов, Н. А. Иванова. – 2013. – 120 с.

3. Комраков, Д. В. Использование лазерных дальномеров в навигационных комплексах для определения координат и параметров движения объектов / Д. В. Комраков // Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития [Электронный ресурс] : сб. тр. Шестой всерос. молодежной науч. конф. / под ред. Д. Ю. Муромцева и др. ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2021. – С. 79 – 81.

УДК 004.56

К. А. Пестракова
(ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,
г. Брянск, Россия,
e-mail: kris.siniczckaia@yandex.ru)

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПРОЦЕДУРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Рассматриваются вопросы необходимости разработки процедуры обеспечения информационной безопасности для предприятий агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: информационная безопасность, агропромышленный комплекс, процедура обеспечения информационной безопасности.

K. A. Pestrakova
(BSTU, Bryansk, Russia)

THE RELEVANCE OF DEVELOPING A PROCEDURE FOR ENSURING INFORMATION SECURITY FOR ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The issues of the need to develop a procedure for ensuring information security for enterprises of the agro-industrial complex are considered.

Keywords: information security, agro-industrial complex, procedure for ensuring information security.

В современных условиях рыночной экономики актуальным вопросом является необходимость обеспечения информационной безопасности как государства, так и предприятия. Информационная безопасность является важным фактором не только для экономики государства, но и для отдельных ее составляющих, например, для отраслей промышленности и предприятий. Особую роль играет информационная безопасность на предприятиях малого и среднего бизнеса агропромышленного комплекса, так как при его функционировании и в ходе проведения работ используется и обрабатывается информация ограниченного доступа [1].

Классические методы обеспечения информационной безопасности не всегда поддерживают ее необходимый уровень. Данная ситуация зачастую негативно отражается на экономическом состоянии предприятия АПК.

На сегодняшний день предприятия АПК РФ для обеспечения безопасности информации выстраивают определенный порядок и выявляют особенности защиты конфиденциальной информации, руководствуясь действующим законодательством по защите информации. Однако на современном этапе развития информационного общества преобладает высокий уровень информатизации, который позволяет эффективно развиваться предприятиям агропромышленного комплекса, но в то же время данный фактор является причиной появления большого количества уязвимостей предприятий АПК к угрозам разного характера. Данные уязвимости появляются из-за недостатков и неточностей при проведении мероприятий по обеспечению информационной безопасности предприятий АПК. Примерами этих недостатков можно считать отсутствие комплексного подхода к обеспечению информационной безопасности, отсутствие непрерывной защиты жизненного цикла информации на всех этапах функционирования предприятия АПК. Также нужно учитывать масштабность и финансовый фактор проведения комплексного подхода к обеспечению информационной безопасности некоторых предприятий агропромышленного комплекса для которых это неприемлемо. И экономия на правильной организации защиты информации зачастую приводит к существенным финансовым потерям.

Поэтому одной из серьезнейших проблем является обеспечение надлежащего уровня информационной безопасности предприятия АПК. Данная проблема показывает нам актуальность развития различных методологий и методик построения систем обеспечения информационной безопасности предприятия АПК. Также возрастает необходимость совершенствования системы и разработки корректной политики обеспечения информационной безопасности предприятий, в том числе и для предприятий агропромышленного комплекса. Данная политика должна определять не только основные направления защиты информации, но и учитывать организационные и технические требования защиты информации. Также необходимо учитывать требования законодательства РФ, опыт предприятия в области обеспечения информационной безопасности, цели, задачи и интересы предприятий агропромышленного комплекса [2].

В силу специфики работы предприятий агропромышленного комплекса в процедуре по обеспечению информационной безопасности стоит выделить следующие главные этапы (рис. 1).

Предприятия агропромышленного комплекса, как и другие предприятия в основе своей деятельности используют информационное обеспечение, для его нормального и безопасного функционирования необходимо качественно осуществлять меры информационной безо-

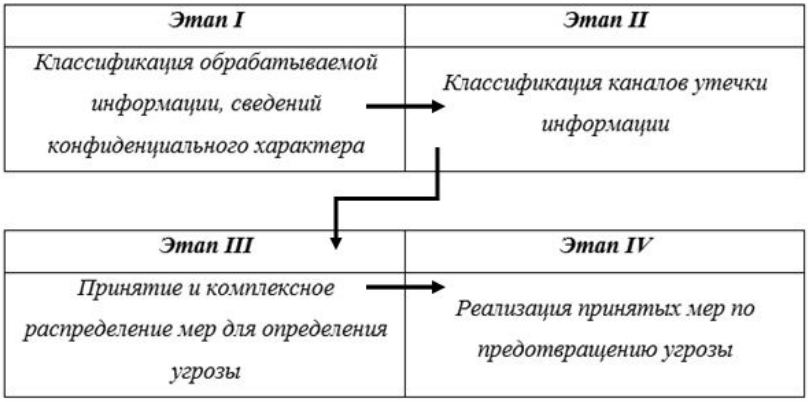


Рис. 1. Этапы процедуры по обеспечению информационной безопасности предприятия агропромышленного комплекса

пасности. Поэтому процедура по его обеспечению для предприятий агропромышленного комплекса является актуальной проблемой на сегодняшний день, для решения которой потребуется создать методический аппарат, который будет оценивать информационную безопасность и на основании данной оценки реализовывать меры информационной безопасности на предприятиях агропромышленного комплекса.

Список использованных источников

1. Одинцов, А. А. Экономическая и информационная безопасность предпринимательства / А. А. Одинцов. – М. : Academia, 2004. – 384 с.

2. Шаньгин, В. Ф. Информационная безопасность и защита информации / В. Ф. Шаньгин. – М. : ДМК, 2014. – 702 с.

References

1. Odintsov, A. A. Economic and information security of entrepreneurship / A. A. Odintsov. – M. : Academia, 2004. – 384 p.

2. Shangin, V. F. Information security and protection of information / V. F. Shangin. – M. : DMK, 2014. – 702 p.

УДК 631.1

С. А. Нагорнов[1], М. Ю. Левин[2], Е. Ю. Левина[3], В. Ф. Калинин[4]
([1]Лаборатория использования моторного топлива,
ФГБНУ «ВНИИТиН», г. Тамбов, Россия,
[2]кафедра «Физика и биомедицинская техника»,
ФГБОУ ВО «ЛГТУ», г. Липецк, Россия,
[3]кафедра «Физика»,
ФГБОУ ВО «МГТУ имени Н.Э. Баумана», Москва, Россия,
[4]кафедра «Электроэнергетика»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: snagornov@yandex.ru)

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В АПК

Аннотация. Проведен анализ технических решений, направленных на рациональное применение нефтепродуктов в растениеводстве, и выявлены основные научно обоснованные пути повышения эффективности их использования на перспективу. Показаны перспективы использования цифровых решений рассматриваемой проблемы.

Ключевые слова: интенсификация, нефтепродукты, растениеводство, «умный нефтесклад», факторы, энергозатраты.

S. A. Nagornov[1], M. Yu. Levin[2], E. Yu. Levina[3], V. F. Kalinin[4]
([1]Laboratory for the use of motor fuel,
VNIITiN, Tambov, Russia;
[2]Department of Physics and Biomedical Engineering,
LGTU, Lipetsk, Russia;
[3]Department of Physics,
MSTU named after N. E. Bauman, Moscow, Russia;
[4]Department of Electric Power Engineering,
TSTU, Tambov, Russia)

DIGITAL SOLUTIONS FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE USE OF PETROLEUM PRODUCTS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The analysis of technical solutions aimed at the rational use of petroleum products in crop production has been carried out, and the main scientifically based ways to increase the efficiency of their use in the future have been identified.

The prospects for the use of digital solutions to the problem under consideration are shown.

Keywords: intensification, oil products, crop production, “smart oil depot”, factors, energy costs.

Проведен анализ отечественного и зарубежного производства продукции растениеводства в разных странах. Выявлено, что факторы достижения высокой урожайности непосредственно связаны с повышением плотности механизированных работ, а, следовательно, с неуклонным ростом потребления нефтепродуктов. В целом, любая агротехнология представляет собой сложную управляемую систему связанных между собой и влияющих друг на друга и на конечный результат элементов. Показано, что применение известных на современном уровне развития науки и техники мер интенсификации производства продукции растениеводства приводит к существенному росту антропогенной энергии, в первую очередь нефтепродуктов на единицу сельхозпродукции. Во всех климатических зонах России каждый 1% увеличения объемов производства сельхозпродукции требует 2…3% дополнительного расхода энергоресурсов. При этом коэффициент использования нефтепродуктов не доходит до 40%, за рубежом он более 50%. Увеличивающаяся зависимость сельского хозяйства от всевозрастающей потребности в нефтепродуктах требует коренного пересмотра традиционного подхода к их использованию [1].

Таким образом, проблема сокращения потребления нефтепродуктов аграрным сектором России является весьма актуальной. Задача снижения энергоемкости технологических процессов и энергопотребления уже длительное время носит концептуальный характер, но существенных результатов на этом пути достичь до сих пор не удается, поскольку нельзя получить реальной отдачи от существующих и вновь разрабатываемых рекомендаций по энергосбережению без поиска кардинальных решений этой проблемы, отвечающих требованиям современного состояния экономики сельхозтоваропроизводителей. Научно обоснованное раскрытие резервов эффективности использования энергоресурсов в АПК требует комплексной и глубокой методической проработки вышеуказанного противоречия.

В статье предложены основные пути повышения эффективности использования нефтепродуктов в АПК России. Научно обоснована необходимость разработки и внедрения цифровых решений рассматриваемой глобальной системы, состоящей из четырех основных направлений (блоков), обуславливающих рациональное использование нефтепродуктов в растениеводстве.

Первый блок – повышение коэффициента полезного использования нефтепродуктов – имеет в настоящее время первостепенное значение, поскольку объекты инженерно-технической системы формируют до 70% затрат, определяющих себестоимость сельхозпродукции, и являются основой машинных технологий производства продукции растениеводства. Предложены и рассмотрены основные факторы, обуславливающие повышение коэффициента полезного использования моторного топлива.

Второй блок – повышение эффективности фотосинтеза, имеет не менее важное (чем первый блок) значение, поскольку с помощью управления процессом фотосинтеза можно регулировать (повышать) урожайность сельхозкультур, тем самым снижая потребление нефтепродуктов. Во втором блоке определены основные факторы, влияющие на потенциальную отдачу процесса фотосинтеза.

Третий блок – внедрение инновационных технологий хранения нефтепродуктов – является одним из краеугольных факторов, влияющих на рациональное их использование.

Неудовлетворительное состояние резервуарного парка нефтескладов, невысокое качество реализуемых на топливном рынке нефтепродуктов при неуклонном увеличении их стоимости требуют совершенствования методов их хранения с целью сохранения их качества, снижения количественных потерь углеводородов из-за термодинамически разрешенного их выброса из резервуаров в окружающую среду, предотвращения ее загрязнения парами нефтепродуктов. Впервые обоснованы факторы четвертого блока – применение цифровых технологий в растениеводстве. Способствовать внедрению разработанной методологии в производственные процессы АПК будет реализация ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство». Одним из цифровых решений этого проекта является предложенный авторами проект Умного нефтесклада [2], который является первым шагом на пути комплексного подхода к решению фундаментальной проблемы рационального использования нефтепродуктов в АПК России. Авторами предложена система, объединяющая информацию обо всех нефтескладах и резервуарах хозяйства в единую базу, хранящую данные о параметрах нефтепродуктов в резервуаре. В ней предусмотрены автоматизированное обнаружение потерь углеводородов и роботизированное включение систем защиты топлива от обводнения и испарения.

Список использованных источников

1. О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2020 году : Государственный доклад. – М. : Минэкономразвития, 2021. – 103 с.

2. Левин, М. Ю. Концепция виртуально облачной системы автоматизации резервуарного парка / М. Ю. Левин, С. А. Нагорнов, Е. Ю. Левина // Наука в центральной России. – 2018. – № 5(35). – С. 82 – 88.

References

1. O sostoyanii energosberezheniya i povyshenii energeticheskoy effektivnosti v Rossiyskoy Federatsii v 2020 godu : Gosudarstvennyy doklad. – M. : Minekonomrazvitiya, 2021. – 103 s.

2. Levin, M. Yu. Kontseptsiya virtual'no oblachnoy sistemy avtomatizatsii rezervuarnogo parka / M. Yu. Levin, S. A. Nagornov, E. Yu. Levina // Nauka v tsentral'noy Rossii. – 2018. – № 5(35). – Pp. 82 – 88.

УДК 631.331.85; 62-523.2

А. И. Завражнов[1], А. А. Завражнов[2], А. А. Земляной[2], Б. С. Мишин[1]
([1]Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск, Россия;
[2]Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина, г. Мичуринск, Россия,
e-mail: info@mgau.ru, info@fnc-mich.ru)

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ ВЫСЕВАЮЩЕЙ СЕКЦИИ СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА

Аннотация. Представлена структура системы контроля и управления электроприводной высевающей секции сеялки точного высева. Приведено описание основных модулей и узлов, из которых состоит каждый уровень системы.

Ключевые слова: система управления, система контроля, сеялка точного высева, высевающая секция, точное земледелие, электропривод.

A. I. Zavrazhnov[1], A. A. Zavrazhnov[2], A. A. Zemlanoy[2], B. S. Mishin[1]
([1]Michurin State Agrarian University,
[2]Federal Scientific Center named after I. V. Michurin, Michurinsk, Russia)

THE STRUCTURE OF THE MONITORING AND CONTROL SYSTEM OF THE ELECTRICALLY DRIVEN SOWING SECTION OF THE PRECISION SEED DRILL

Annotation. This article presents the structure of the control and management system for the electric seeding section of the precision seed drill. The description of the main modules and nodes that make up each level of the system is given.

Keywords: control system, control system, precision seeder, sowing section, precision farming, electric drive.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время посев пропашных и овощных культур осуществляется так называемыми сеялками точного высева (СТВ), которые позволяют дозировать норму высева семян и распределение семян в рядке в соответствии с агротехническими требованиями при минимальных отклонениях от заданной нормы и неравномерности высева [2, 3]. Посев является одним из ключевых звеньев сельского хозяйства.

Он требует точного соблюдения норм и правил высадки растений, ввиду того, что скорость и площадь нарастания листьев различных культур сильно разнится в зависимости от сорта и условий выращивания. По этой причине соблюдение нормы высева семян и равномерное их распределение по поверхности поля определяет качество и размер урожая.

На данный момент в отрасли сложилась тенденция замены механического привода высевающего диска электрическим. Это вызвано в первую очередь потребностью в регулировании и управлении процессом высева в реальном времени, и предотвращения влияния случайных воздействий. Точность посева сильно зависит от скорости машины, а также от рельефа полей и других внешних факторов. Например, при выезде на разворотную площадь нужно прекращать высев. При использовании механического привода высевающего диска это сделать нельзя. Однако при использовании электропривода и системы управления эта задача легко реализуема.

Применение электропривода в узле сельскохозяйственной машины ведет к увеличению возможностей его управления [1]. Соответственно соседние узлы также приобретают потенциально большие возможности. Это хорошо видно на следующем примере. Электропривод диска в высевающей секции позволяет в широком диапазоне регулировать норму высева при сохранении оптимальных скоростных режимов движения сеялки.

СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ ВЫСЕВАЮЩЕЙ СЕКЦИИ

На базе сеялки точного высева МС-8 создан прототип электроприводной высевающей секции [4]. Система контроля и управления имеет модульную структуру и состоит из следующих блоков: панели оператора, блока контроля высева и внесения удобрений, блока управления высевом и внесения удобрений и блока электроснабжения (рис. 1).

Панель оператора предназначена для настройки параметров высева и внесения удобрений, сбора первичной информации со всех датчиков, ее обработки и передачи на другие блоки и модули сеялки, а также управления в ручном режиме частотой вращения высевающего диска, вала дозатора удобрений и вентилятора через электропривод. Панель состоит из корпуса, в котором расположены контроллер на управляющей плате. На крышке корпуса вмонтирован LCD-дисплей, на котором отображается меню, через которое производится настройка параметров высева и внесения удобрений. Настройка Измерение пара-

ЭЛЕКТРОПРИВОДНАЯ СЕКЦИЯ СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА		
Панель оператора	Контроллер	
	Дисплей	
	Устройство ввода/вывода	
Блок контроля высева и внесения удобрений	Контроллер	
	Датчики высева	
	Датчики уровня семян и удобрений	
	Датчики разреженного давления (вакуума)	
	Датчик скорости сеялки	
Блок управления высевом и внесением удобрений	Контроллер	
	Электропривод высевающей секции	Электродвигатель
		Контроллер электродвигателя
	Электропривод внесения удобрений	Электродвигатель
		Контроллер электродвигателя
Блок системы электроснабжения	Аккумуляторные батареи	
	Генератор постоянного тока	

Рис. 1. Структура системы контроля и управления электроприводной высевающей секции сеялки точного высева

метров высева осуществляется посредством вращения и нажатия на ручку управления (устройство ввода/вывода). Через герметичные вводы осуществляется вывод кабеля питания и сигнального кабеля, через который по протоколу RS485 происходит взаимодействие с остальными узлами системы контроля и управления сеялки.

Блок контроля высева и внесения удобрений предназначен для получения временных характеристик высева, для контроля за уровнем семян и удобрений в бункерах. В системе контроля высева используется оптический датчик высева ДТФ для сеялок МС-8 фирмы «СКИФ». Датчик ДТФ предназначен для обнаружения пролета посевного материала (семян и/или гранул) от высевающего агрегата к сошнику сеялки, определения количества посевного материала, пролетающего через сошник в единицу времени и передачи информации в панель управления и контроля. Датчик отслеживает пролет семян и гранул посевного материала между чувствительными оптическими элементами и преобразует его в электрический сигнал. Сигнал усиливается, отфильтровы-

вается и поступает в контроллер для дальнейшей обработки и расчета временных характеристик высева.

Блок управления высевом и внесением удобрений предназначен для управления исполнительными механизмами: электроприводом высевающего диска и электроприводом вала дозатора удобрений. Основным управляющим элементом является контроллер, который по заданному алгоритму взаимодействует с контроллерами бесколлекторных электродвигателей соответствующих электроприводов высевающих секций и дозаторов удобрений.

Блок системы электроснабжения обеспечивает электропитанием все электронные устройства электроприводной сеялки. Состоит из аккумуляторной батареи и генератора постоянного тока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье представлена структура системы контроля и управления электроприводной высевающей секции. Приведено описание компонентов и их параметров, из которых состоит каждый блок системы. Система контроля и управления электроприводной высевающей секции является опытным образцом, который в рамках проведенного исследования показал свою эффективность и работоспособность.

Список использованных источников

1. Исследование функциональных характеристик высевающих аппаратов вакуумно-дискового типа (на примере высевающего аппарата сеялки точного высева МС-8 производства ПАО «миллеровосельмаш») / А. И. Завражнов, А. А. Завражнов, А. А. Земляной, В. Ю. Ланцев, Б. С. Мишин, Н. И. Крецу, В. Ю. Шепелев, А. В. Якушев // Наука в центральной России. – 2021. – № 6(54). – С. 5 – 17.

2. Исследование функциональных характеристик высевающих аппаратов вакуумно-дискового типа (на примере высевающего аппарата сеялки точного высева МС-8 производства ПАО «миллеровосельмаш») / А. И. Завражнов, А. А. Завражнов, А. А. Земляной, В. Ю. Ланцев, Б. С. Мишин, Н. И. Крецу, В. Ю. Шепелев, А. В. Якушев // Наука в центральной России. – 2021. – № 6(54). – С. 17 – 29.

3. Сравнительный анализ функциональных характеристик (показателей назначения) сеялок точного высева / А. И. Завражнов, А. А. Завражнов, В. Ю. Ланцев, Б. С. Мишин, В. Ю. Шепелев, А. В. Якушев // Наука в центральной России. – 2021. – № 6(54). – С. 120 – 130.

4. Результаты экспериментальных исследований применения бесколлекторного электродвигателя для высевающих аппаратов пропашных сеялок типа МС // А. А. Завражнов, В. Ю. Ланцев, Б. С. Мишин, Н. И. Крецу, В. И. Завгородняя // Вестник алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 12(206). – С. 100 – 107.

УДК 681.183

Н. А. Кощеев, П. В. Шуняев, А. С. Егоров
(Кафедра «Мехатроника и робототехника»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: nikitakosheev2014@yandex.ru, petr.shunyaev@yandex.ru)

МЕХАТРОННАЯ СИСТЕМА ЛАЗЕРНОГО ЦЕЛЕУКАЗАНИЯ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДЕФЕКТНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ ТРАНСПОРТИРОВКИ НА КОНВЕЙЕРЕ

Аннотация. Рассмотрено устройство мехатронной системы, приведен расчет необходимых параметров, описан принцип действия мехатронной системы.

Ключевые слова: мехатронная система, лазерное целеуказание.

N. A. Kosheev, P. V. Shunyaev, A. S. Egorov
(Department of Mechatronics and Robotics,
TSTU, Tambov, Russia)

MECHATRONIC LASER TARGETING SYSTEM FOR TRACKING DEFECTIVE OBJECTS DURING THEIR TRANSPORTATION ON THE CONVEYOR

Abstract. The device of the mechatronic system is considered, the calculation of the necessary parameters is given, the principle of operation of the mechatronic system is described.

Keywords: mechatronic system, laser targeting.

Все чаще в наше время становятся востребованы различные системы сортировки той или иной продукции. Лидерами в данной области являются итальянские и голландские производители сортировочных комплексов, известные под торговыми марками Unitec, Maf Roda, Aweta и др. Перечисленное оборудование позволяет сортировать не только яблоки, но и овощи по внутреннему и внешнему качеству, размеру, весу, цвету и др. параметрам. В сельском хозяйстве они используются для проведения автоматизированного контроля качества плодоовощной продукции, из-за того что автоматизация данного процесса дает возможность обнаружения различных повреждений, гнили и иных дефектов на ранней стадии их проявления. Также с помощью таких систем появляется возможность более быстрой и масштабной сортировки по сравнению с ручной инспекцией плода. Для целеуказания некачественного плода используется специальная мехатронная система, которая состоит из лазерного диода и привода, позволяющего

вращать по двум осям лазерный целеуказатель. В основе целеуказания и перемещения за некачественным плодом лежит формула, которая была получена из определения: скорость – производная его перемещения по конвейерной ленте.

Мехатронная система лазерного целеуказания, представленная на рис. 1, состоит из двух сервоприводов, находящихся в корпусах и объединенных друг с другом с помощью крепления; лазерного диода, расположенного на передвижном креплении от сервопривода и необходимого для подсветки дефектной продукции. Принцип работы разрабатываемой мехатронной системы основан на своевременном реагировании лазерного целеуказателя на перемещение плода при его прохождении по конвейерной ленте. Подсветка дефектной продукции и соответствующий поворот лазерного целеуказателя должны происходить в момент обнаружения некачественного плода. Целеуказание осуществляется при получении результата с камеры о наличии или отсутствии дефекта, в зависимости от которого персональный компьютер подает команду на микроконтроллер Arduino Uno. Тот, основываясь на полученной информации, воспроизводит поворот на заданный угол сервоприводов, а также включает/выключает лазерный диод, подключенный к Arduino Uno через транзистор. Для этой цели используются интерфейс USB3 и протокол USB3 Vision для камеры и связи персональным компьютером.

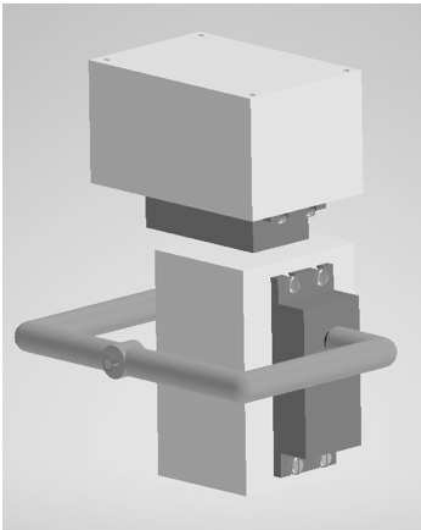


Рис. 1. Мехатронная система лазерного целеуказания

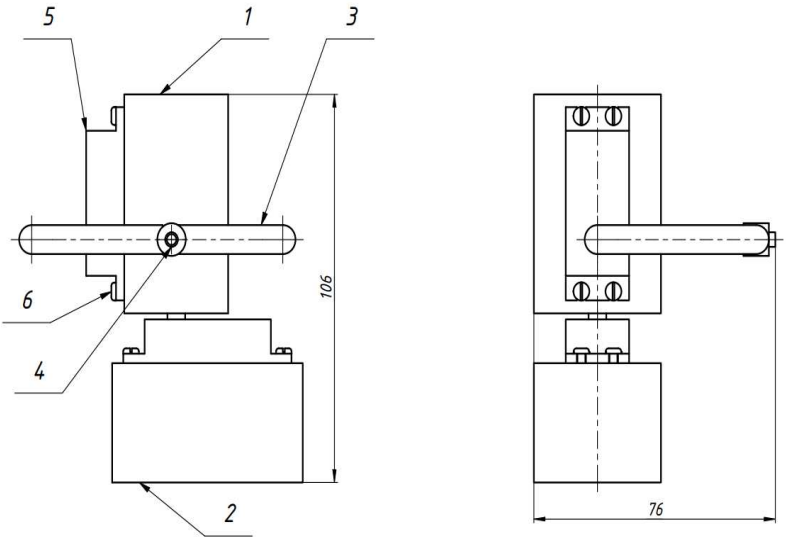


Рис. 2. Общий вид привода лазерного диода

На рисунке 2 представлен общий вид привода лазерного диода, на котором изображены следующие детали: корпус сервопривода с отверстием для вала *1*, корпус сервопривода *2*, арка *3*, лазерный диод *4*, сервопривод *5*.

В корпуса *2* и *3* вставляются сервоприводы *5*. Вал сервопривода вставляется в отверстие корпуса *1*, что позволяет вращать на заданный угол корпус *1* и сервопривод *5*. Сервопривод *5* вращает арку *3*, в которой установлен лазерный диод *4*. Все устройство крепится с помощью отверстий в корпусе сервопривода *2*. Для того чтобы лазерный целеуказатель своевременно реагировал на перемещение плода, были установлены необходимые зависимости угла поворота мехатронной системы от времени прохождения плода по конвейерной ленте.

Список использованных источников

1. Современные робототехнические технологии сортировки яблок / А. Г. Дивин, П. В. Балабанов, А. С. Бурлина и др. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – 601 с.

2. Макет роботизированного комплекса для сортировки сельскохозяйственной продукции / А. Г. Дивин, П. В. Балабанов, Г. В. Шишкина и др. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – 8 с.

References

1. Modern robotic technologies of apple sorting / A. G. Divin, P. V. Balabanov, A. S. Burlina etc. – Tambov : Publishing Center of FGBOU VO “TSTU”, 2017. – 601 p.

2. Layout of a robotic complex for sorting agricultural products / A. G. Divin, P. V. Balabanov, G. V. Shishkina, etc. – Tambov : Publishing Center of the Federal State Budgetary Educational Institution “TSTU”, 2020. – 8 p.

УДК 681.183

Н. А. Кощеев, П. В. Шуняев, А. С. Егоров
(Кафедра «Мехатроника и робототехника»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: nikitakosheev2014@yandex.ru, petr.shunyaev@yandex.ru)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ СОРТИРОВКИ

Аннотация. Рассмотрен подход к предварительной настройке и калибровке. Дан способ калибровки камеры с помощью шахматной доски. Приведены используемые программные средства, дана их краткая характеристика.

Ключевые слова: Pylon, камера Basler, метод шахматной доски, OpenCV.

N. A. Kosheev, P. V. Shunyaev, A. S. Egorov
(Department of Mechatronics and Robotics,
TSTU, Tambov, Russia)

BASLER CAMERA CALIBRATION AND OBJECT TRACKING PROCESS

Abstract. An approach to pre-tuning and calibration is considered. A method for calibrating the camera using a chessboard is given. The software tools used are given, their brief characteristics are given.

Keywords: Pylon, Basler camera, chessboard method, OpenCV.

На данный момент техническое зрение широко применяется в таких областях как медицина, военная техника, производство и, в том числе, сельское хозяйство. Камеры используют для реализации систем навигации различной сельскохозяйственной автоматизированной техники, а также для сортировки и отбраковки различных плодов. В данной статье рассматривается калибровка камеры Basler и процесс отслеживания объекта именно для нахождения некачественных плодов. Для того чтобы настроить и подключить камеру для ее дальнейшего использования, требуется наличие необходимого программного обеспечения. С этой целью используется программа Pylon, содержащая в себе набор необходимых функций, а также инструментов для калибровки. Существует несколько методов, позволяющих произвести калибровку камеры. В статье представлен метод шахматной доски, который относится к категории калибровки по образцу. Изначально потребуется доска известного размера, на которой будут определены действительные мировые координаты точек. В данном случае этими точка-

ми будут являться углы клеток. Не важно, какой угол будет выбран за начало мировых координат. Все точки будут находиться на двумерной плоскости координат, так как третья ось будет перпендикулярна, следовательно, ею можно пренебречь. Необходимо сделать снимки шахматной доски с разных ракурсов не смещая ее, при этом мировые координаты будут связаны с углами клеток. Из-за того что точки имеют одинаковое расположение, можно взять одну точку за начало отсчета и определить другую относительно нее (рис. 1).

Далее необходимо вычислить двумерные координаты клеток шахматной доски в пикселях. Для этого потребуется библиотека OpenCV, которая используется для работы с алгоритмами компьютерного зрения, а также для обработки изображений и машинного обучения. В этой библиотеке представлена встроенная функция под названием «findChessboardCorners», которая ищет шахматную доску и возвращает координаты углов. После того как камера была откалибрована, необходимо осуществить процесс отслеживания объекта. Для этого потребуется использовать предварительно обученную нейронную сеть. Для задачи нахождения объекта наиболее предпочтительным вариантом стала архитектура нейронной сети ResNet50. Ее достоинством можно назвать возможность увеличения точности благодаря увеличению числа слоев. Получив кадр, алгоритм нейронной сети преобразует его в словарь «detections», содержащий три массива данных. Первый массив – это «detection_boxes», он необходим для отображения координат границ объекта. Второй массив – «detection_classes», отображающий количество классов на изображении, исходя из задачи нахождения только некачественных плодов, вводится два класс «bad» и

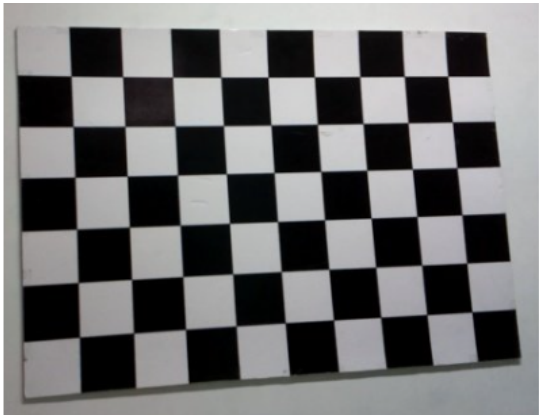


Рис. 1. Шахматная доска

«good», означающие соответственно некачественный или качественный плод. Третий массив – «detection_scores», определяющий степень принадлежности объекта к тому или иному классу.

Для того чтобы верно указать на некачественный плод, вводятся граничные условия: «detection_scores» должен быть больше 0,75 (данное значение критерия выбрано из соображения того, что оно позволит точно определить, к какому классу относится объект); «detection_classes» равен 2 (к этому классу относятся только некачественные плоды); «detection_boxes» меньше 0,78 (критерий ограничивает попадание сторонних объектов в массив используемых данных). Несоответствие одному из условий приводит к выходу из цикла и к ожиданию необходимых данных. Если критерии соблюдены, то реализуется поиск центра объекта. Из массива «detection_boxes» используются первый и последний элементы (левая и правая граница объекта), которые складываются между собой и делятся пополам. Результат переводится в пиксели путем умножения на ширину разрешения экрана. В данной работе ширина разрешения составляет 1920 пикселей. Таким образом осуществляется процесс отслеживания объекта.

Список использованных источников

1. Современные робототехнические технологии сортировки яблок / А. Г. Дивин, П. В. Балабанов, А. С. Бурлина и др. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – 601 с.

2. Макет роботизированного комплекса для сортировки сельскохозяйственной продукции / А. Г. Дивин, П. В. Балабанов, Г. В. Шишкина и др. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – 8 с.

References

1. Modern robotic technologies of apple sorting / A. G. Divin, P. V. Balabanov, A. S. Burlina etc. – Tambov : Publishing Center of FGBOU VO "TSTU", 2017. – 601 p.

2. Layout of a robotic complex for sorting agricultural products / A. G. Divin, P. V. Balabanov, G. V. Shishkina, etc. – Tambov : Publishing Center of the Federal State Budgetary Educational Institution "TSTU", 2020. – 8 p.

УДК 004.23

А. С. Семенов, Д. В. Талмазова, И. Г. Благовещенский,
В. Г. Благовещенский
(Кафедра «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами»;
кафедра «Информатика и вычислительная техника пищевых производств»;
Научный центр международного уровня «Передовые цифровые технологии в АПК»,
ФГБОУ ВО «МГУПП», Москва, Россия,
e-mail: kustarnichek@yandex.ru)

СОЗДАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. Рассматривается возможность создания и практического применения нейронной сети в сфере пищевого производства. Показана созданная нейронная сеть на примере решения практической задачи по определению свежести производимого хлеба, в которой изначально созданная нейронная сеть со случайными параметрами весов будет выдавать конечный результат после обучения, исходя из полученных входных данных.

Ключевые слова: нейронная сеть, обучение, активационная функция, значение, критерий.

A. S. Semenov, D. V. Talmazova, I. G. Blagoveshchensky,
V. G. Blagoveshchensky
(Department “Automated control systems for biotechnological processes”;
Department of Informatics and Computer Science of Food productions;
Scientific center of international level “Advanced digital technologies in the agro-industrial complex”,
MGUPP, Moscow, Russia)

CREATION OF A NEURAL NETWORK FOR PRACTICAL APPLICATION IN FOOD INDUSTRY

Abstract. This article discusses the possibility of creating and practical application of a neural network in the field of food production. The created neural network is shown on the example of solving a practical problem of determining the freshness of the produced bread, in which the initially created neural network with random weight parameters will produce the final result after training, based on the received input data.

Keywords: neural network, training, activation function, value, criterion.

С ростом количества потребления пищевой продукции, сфера применения нейронных сетей в отраслях пищевой промышленности также увеличилась [1]. Нейронные сети на предприятиях пищевой промышленности могут использоваться как для прогнозирования и планирования, манипуляции с робототехникой, так и для управления безопасностью на пищевом производстве, и определения качества производимой продукции.

Целью исследования является создание нейросети, которая будет применяться для решения практических задач в области пищевой промышленности на примере хлебопекарной отрасли. Необходимо подобрать подходящие критерии для нейросети – входы в нейросеть для решения задачи.

Нейросеть будет создаваться со случайными параметрами весов для каждого синапса для дальнейшего обучения и определения свежести хлеба по следующим входным данным (критериям): наличие плесени, наличие неприятного запаха, хлеб выпечен более пяти дней назад, мягкость мякиша.

При написании программы учтено предоставление пользователю возможности задавать количество циклов обучения нейросети. После завершения процесса обучения нейросеть на выходе должна выдавать результат анализа входных данных: Ответ на вопрос «Свежий ли хлеб?» и значение нейрона после активационной функции, по которому можно будет судить о степени обученности нейросети. По завершению работы нейросети необходимо будет сделать вывод о ее обученности.

Для реализации поставленной задачи была выбрана среда разработки Visual Studio 2019 – это удобная, быстрая и многофункциональная среда. При написании программы использовался язык программирования Phyton, так как он является одним из наиболее удобных языков программирования (ЯП) для реализации подобных задач. Для выбора активационной функции (АФ) был проведен анализ существующих АФ [2]. Нейронная сеть – Перцептрон (рис. 1) [2]. Сеть состоит из четырех входов, четырех весов, сумматора, функции активации.

В нейросети имеются четыре критерия, позволяющие судить о свежести хлеба: плесень, неприятный запах, хранение более пяти дней с момента производства, мягкость мякиша. В начале программы идет запись входных и выходных данных в массивы. Если ячейка массива, используемого для входных данных, принимает значение «1» – это говорит о наличии данного критерия; если «0», то об отсутствии. Значение «1» ячейки выходного массива говорит о том, что хлеб свежий, «0» – хлеб не свежий. Значения синапсов (веса) задаются с помощью

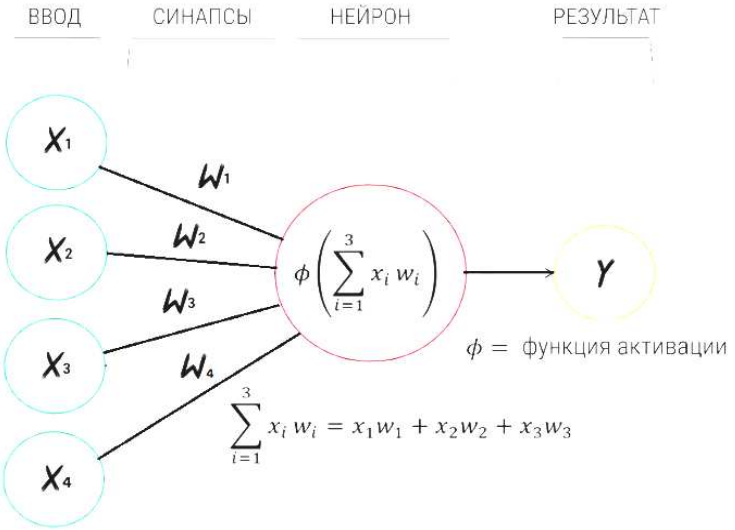


Рис. 1. Строение нейронной сети (перцептрона)

генератора случайных чисел. После старта программы у пользователя есть возможность выбрать желаемое количество обучений нейросети, большое количество обучений положительно сказывается на точности выходных, при этом сильно увеличивая затрачиваемое время, поэтому рекомендуемый диапазон обучений от 20 000 до 100 000. При количестве обучений более 15000 можно утверждать, что нейронная сеть достаточно обучена, чтобы пройдя через функцию активации выдавать точные значения (MSE < 1%). После того, как обучение завершено, на вход подаются четыре тестовых значения, первые два из которых (тест № 1, 2) не участвовали в обучении, и нейронная сеть столкнется с ними впервые. Сделать вывод об обучении нейросети можно будет на основании выходных данных нейросети для этих тестов. Написан Код программы и проведены вычисления среднеквадратической ошибки (MSE).

Проведенные исследования показали, что разработанная нейронная сеть успешно справляется с поставленной задачей.

Список использованных источников

1. Благовещенская, М. М. Методика автоматической оценки качества пищевых изделий на основе теории искусственных нейронных сетей / М. М. Благовещенская, И. Г. Благовещенский, Е. А. Назойкин // Пищевая промышленность. – 2015. – № 7. – С. 42 – 49.

2. Благовещенский, И. Г. Автоматизированная экспертная система контроля в потоке показателей качества помадных конфет с использованием нейросетевых технологий и систем компьютерного зрения : монография / И. Г. Благовещенский. – М. : Франтера, 2017. – 328 с.

References

1. Blagoveshchenskaya, M. M. Method of automatic assessment of the quality of food products based on the theory of artificial neural networks / M. M. Blagoveshchenskaya, I. G. Blagoveshchensky, E. A. Nazoikin // Food industry. – 2015. – No. 7. – Pp. 42 – 49.

2. Blagoveshchensky, I. G. Automated expert system for monitoring the flow of fondant candy quality indicators using neural network technologies and computer vision systems : monograph / I. G. Blagoveshchensky. – M. : Frantera. 2017. – 328 p.

УДК 681.5

К. И. Тулупов, Д. Г. Дмитриев, Д. В. Милосердова, Е. А. Елизаров
(Кафедра «Информационные процессы и управление»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: kostyatulupoff@yandex.ru)

BLUETOOTH-ТЕХНОЛОГИЯ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Рассмотрена возможность управления сеялкой точного высева с помощью технологии Bluetooth, встроенной в смартфон планшет.

Ключевые слова: беспроводные технологии, беспроводное управление, сельское хозяйство, четвертая промышленная революция.

K. I. Tulupov, D. G. Dmitriev, D. V. Miloserdova, I. A. Elizarov
(Department of Information Processes and Control,
TSTU, Tambov, Russia)

BLUETOOTH-TECHNOLOGY IN THE FIELD OF CONTROL OF AGRO-INDUSTRIAL MACHINERY

Abstract. The possibility of controlling a precision seeder using Bluetooth technology, built into a smartphone tablet, is considered.

Keywords: wireless technologies, wireless control, agriculture, fourth industrial revolution.

Использование беспроводных технологий в агропромышленной сфере уже давно не новость. Такие беспроводные технологии как ГЛОНАСС-трекеры позволяют производить мониторинг работы сельскохозяйственной техники, что позволяет удаленно собрать полную информацию о работе этой техники [1].

Помимо мониторинга, беспроводные технологии позволяют решить некоторые проблемы в сфере управления агропромышленной техники. К примеру, была рассмотрена сеялка точного высева.

Для управления такой сеялкой требуются провода для передачи информации и место в кабине управления трактора под установку интерфейса управления сеялкой. Вышеперечисленное несет в себе необходимость постоянного контроля состояния проводки на предмет повреждений и занимает свободное место в кабине управления.

Данные неудобства позволяет решить технология беспроводного управления Bluetooth [2], где органом управления может выступать

смартфон или планшет, поддерживающие данную технологию. Для демонстрации работы была создана система (рис. 1), где за основу выступает микроконтроллер Arduino Mega 2560 с подключенными датчиками мониторинга работы сеялки точного высева и модулем Bluetooth HC-05, который позволял принимать команды со смартфона через написанную для этих целей программу и отправлять данные состояния сеялки.

Таким образом, можно выделить две решаемые задачи:

Экономия ресурсов для проводной связи, путем использования беспроводной.

Экономия места в кабине управления трактора.

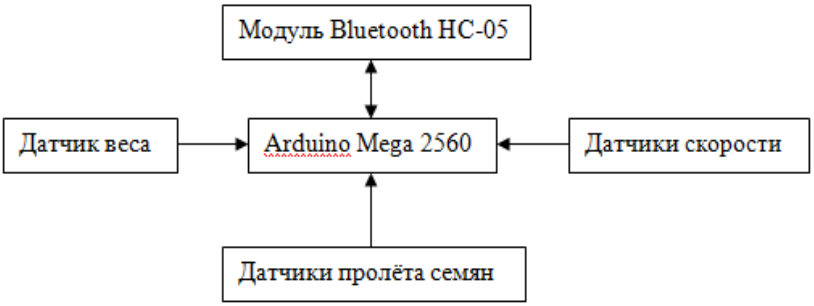


Рис. 1. Схема взаимодействия элементов системы

Список использованных источников

1. Сельское хозяйство по-умному. Беспроводные технологии на службе у аграриев [Электронный ресурс] // Сайт Евромобайл: Тренды. – URL : https://www.euromobile.ru/m2m-resheniya/peredovye-tehnologii-besprovodnoj-svyazi-na-sluzhbe-u-agrariev

2. Bluetooth [Электронный ресурс] // Сайт studwood : Тренды. – URL : https://studwood.net/1728629/tehnika/bluetooth

References

1. Farming smart. Wireless technologies in the service of farmers [Electronic resource] // Euromobile website: Trends. – URL : https://www.euromobile.ru/m2m-resheniya/peredovye-tehnologii-besprovodnoj-svyazi-na-sluzhbe-u-agrariev

2. Bluetooth [Electronic resource] // Studwood website: Trends. – URL : https://studwood.net/1728629/tehnika/bluetooth

УДК 62-5:664

А. М. Аднодворцев[1], М. М. Благовещенская[1],
И. Г. Благовещенский[2, 3], В. В. Головин[1], В. Г. Благовещенский[1]
([1]Кафедра «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами»,
[2]кафедра «Информатика и вычислительная техника пищевых производств»,
[3]Научный центр международного уровня «Передовые цифровые технологии в АПК»,
ФГБОУ ВО «МГУПП», Москва, Россия,
e-mail: Alexsandr.Adnodvortsev@uniconf.ru)

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧАСТКОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЗЕФИРНОЙ МАССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НЕГЛАЗИРОВАННОГО ЗЕФИРА

Аннотация. Рассмотрены возможности и способы автоматизации отдельных этапов технологических процессов приготовления и структурообразования зефирной массы для обеспечения контроля за соблюдением рецептурных соотношений, минимизации рисков влияния человеческого фактора на качество готовой массы, реализации функций учета сырья и полуфабрикатов на стадиях производства.

Ключевые слова: автоматизация процесса, производство неглазированного зефира, учет сырья и полуфабрикатов, соблюдение рецептуры.

A. M. Adnodvortsev[1], M. M. Blagoveshchenskaya[1],
I. G. Blagoveshchensky[2, 3], V. V. Golovin[1], V. G. Blagoveshchensky[1]
([1]Department “Automated control systems for biotechnological processes”,
[2]Departament of Informatics and Computer Science of Food productions,
[3]Scientific center of international level “Advanced digital technologies in the agro-industrial complex”,
MGUPP, Moscow, Russia)

AUTOMATION OF AREAS FOR PREPARATION AND STRUCTURE FORMATION OF MARSHMALLOW MASS IN THE PRODUCTION OF UNGLAZED MARSHMALLOW

Abstract. The possibilities and methods of automating individual stages of technological processes of preparation and structure formation of marshmallow mass are considered to ensure control over compliance with recipe ratios, minimize the risks of the human factor affecting the quality of the finished mass, implement the functions of accounting for raw materials and semi-finished products at the production stages.

Keywords: automation of the process, production of unglazed marshmallows, accounting of raw materials and semi-finished products, compliance with the recipe.

Зефир – традиционное для России популярное кондитерское изделие [1]. Изделие вырабатывается путем сбивания фруктово-ягодного пюре с сахаром и яичным белком, с последующим добавлением в эту смесь формообразующего (студнеобразующего) наполнителя (пектина или агара) [1].

Продукт должен соответствовать требованиям технических условий фабрики-изготовителя, а также санитарных норм и правил. Для выпуска продукции соответствующего качества требуется соблюдение технологического процесса и контроль на основных стадиях производства: подготовка сырья и полуфабрикатов, приготовление зефирной массы, формование половинок зефира, структурообразование зефирной массы и подсушка половинок зефира, обсыпка половинок зефира сахарной пудрой и их склеивание, упаковка и маркировка.

Для решения поставленных задач разработана функциональная схема автоматизации (ФСА) участков приготовления и структурообразования зефирной массы при производстве неглазированного зефира (рис. 1).

Приготовление и сбивание зефирной массы логически разделено на три зоны: приготовление сиропа, приготовление яблочно-водно-пектиновой смеси и сбивание зефирной массы. Управление всеми тремя участками спроектировано на базе ПЛК Siemens S7-1200 1214C с использованием распределенной периферии и полевых устройств, работающих по сетям ProfiBus и ProfiNet [2]. Контроль массы проходит с использованием одноканальных измерительных модулей Siwarex WP214, весовых ячеек Тензо-М М50 и массового расходомера Krone Optimass 7000.

Разработанное ПО (программное обеспечение) позволяет осуществлять управление всеми устройствами как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Модуль, отвечающий за контроль работы оборудования, фиксирует отказы устройств защиты двигателей, преобразователей частоты, превышения максимальной нагрузки весовых устройств, срабатывания аварийных кнопок, конечных выключателей люков и дверей, низкое давление в системе питания сжатым воздухом. Все данные сохраняются в архиве для последующего анализа.

Реализован алгоритм поддержания температурно-влажностных параметров в камере выстойки на основе температурно-ассимиляционного метода, что значительно позволяет повысить скорость выстойки зефира. Тренды температуры и влажности непрерывно записываются на флеш-карту с возможностью просмотра на панели оператора и последующего анализа.

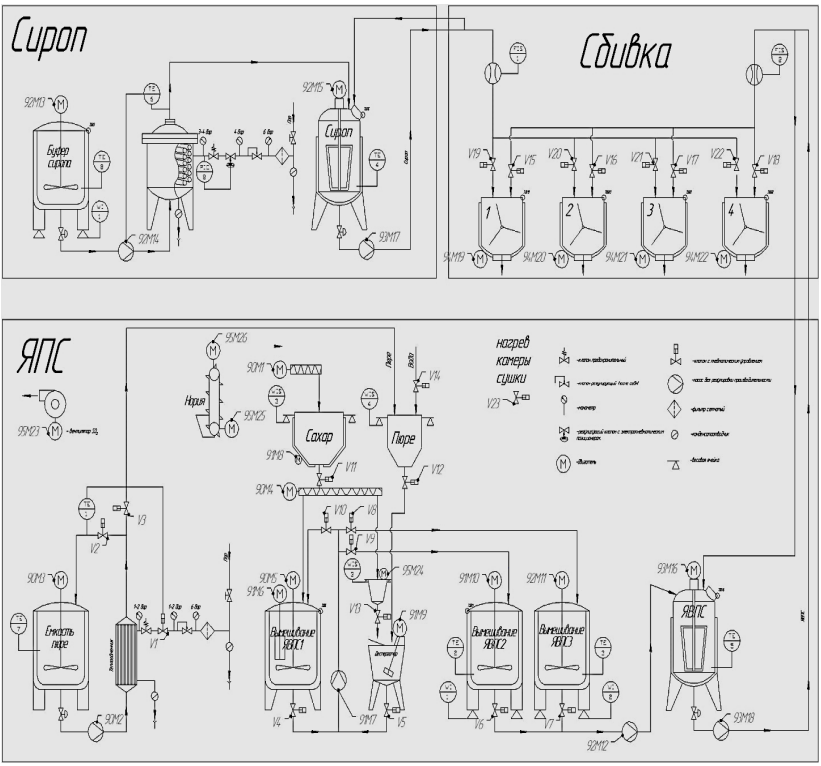


Рис. 1. ФСА участков приготовления и структурообразования зефирной массы

Список использованных источников

1. Скобельская, З. Г. Технология производства сахарных кондитерских изделий : учебник / З. Г. Скобельская, Г. Н. Горячева. – М. : ИРПО, 2002. – 316 с.
2. Адаптивная система управления с идентификатором нестационарными технологическими процессами в отраслях пищевой промышленности / М. Г. Балыхин, И. Г. Благовещенский, Е. А. Назойкин, В. Г. Благовещенский // Интеллектуальные системы и технологии в отраслях пищевой промышленности : матер. науч.-практ. конф. с международным участием (Москва, 15 – 18 октября, 2019 г.). – М. : Издательский комплекс МГУПП, 2019. – С. 32 – 39.

References

1. Skobelskaya, Z. G. Technology for the production of sugar confectionery : textbook / Z. G. Skobelskaya, G. N. Goryacheva. – M. : IRPO, 2002. – 316 p.

2. Adaptive control system with an identifier for non-stationary technological processes in the food industry / M. G. Balykhin, I. G. Blagoveshchensky, E. A. Nazoikin, V. G. Blagoveshchensky // Intelligent systems and technologies in the food industry : materials of a scientific and practical conference with international participation (Moscow, October 15 – 18, 2019). – M. : Publishing complex MGUPP, 2019. – Pp. 32 – 39.

УДК 004.056

Д. С. Буренок
(Кафедра «Информационная безопасность»,
ФГБОУ ВО «НИУ «МИЭТ», г. Зеленоград, Россия,
e-mail: corr.dmitry@yahoo.com)

ОБНАРУЖЕНИЕ АТАК НА СЕТЬ WI-FI В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Рассмотрено обнаружение атак на сети Wi-Fi посредством внешних датчиков. Приведена структура датчика, методика их пространственного размещения и задание параметров сканирования эфира датчиками.

Ключевые слова: беспроводные технологии, Wi-Fi, обнаружение атак на Wi-Fi.

D. S. Burenok
(Department of Information Security,
MIET, Zelenograd, Russia)

WI-FI ATTACKS DETECTION IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. Detection of attacks on Wi-Fi networks by means of external sensors is considered. The structure of sensor, technique of their spatial placement and setting of parameters for scanning the air by sensors are given.

Keywords: wireless technologies, Wi-Fi, Wi-Fi attacks detection.

Ввиду специфики агропромышленного комплекса (далее – АПК), обусловленной географической протяженностью территории размещения компонентов информационно-управляющих систем АПК (далее – ИУС АПК), популярен беспроводной способ их коммуникации. Таким образом, практический интерес представляет обеспечение безопасности беспроводного соединения организаций агропромышленного комплекса.

В качестве устройств обнаружения атак на сети Wi-Fi могут использоваться специализированные роутеры Wi-Fi со встроенными модулями защиты, к примеру роутеры Fortinet и Cisco, а также территориально распределенные датчики. Каждый такой датчик осуществляет непрерывное сканирование эфира, анализирует полученные пакеты на предмет осуществления атак, передает данные об атаках и телеметрическую информацию на сервер.

Задача датчика – обнаружение несанкционированных и поддельных точек доступа, которая может быть сведена к задаче классификации. Математическая формализация постановки и решения задачи

представлена в [1]. Автором для построения программной части датчика была использована операционная система Linux с интегрированным программным модулем на языке Python, отвечающим за сканирование эфира, обнаружение атак и коммуникацию с сервером. На рисунке 1 представлена схема разработанного программного модуля. Описание его функционирования представлено в [2].

Так как дальность приема пакетов датчиками ограничена, то для увеличения площади покрытия обнаружения атак необходимо увеличивать количество датчиков в системе. Задача размещения датчиков системы обнаружения атак на сеть Wi-Fi схожа с размещением базовых станций сотовых сетей. Необходимо обеспечить максимальное покрытие территории, на которой могут располагаться абоненты сети. При проведении атаки злоумышленник может отправлять пакеты как клиентам защищаемых сетей, так и точкам доступа, поддерживающим защищаемые сети. Для эффективного размещения датчиков рекомендуется осуществить следующие действия:

1) составить список точек доступа, поддерживающих защищаемую сеть Wi-Fi;

2) оценить площадь, в пределах которой устройство, ассоциированное с любой из точек доступа, может быть расположено. Например, если одна точка доступа размещена в кладовом помещении, в котором находится компонент ИУС АПК, то искомой площадью является та часть кладовой, которая на правах собственности принадлежит владельцу сети Wi-Fi, и в которой возможно размещение указанных компонентов ИУС АПК, подключенных к сети Wi-Fi. Если сеть Wi-Fi поддерживается множеством точек доступа, то аналогичная оценка осуществляется в отдельности для каждой из них;

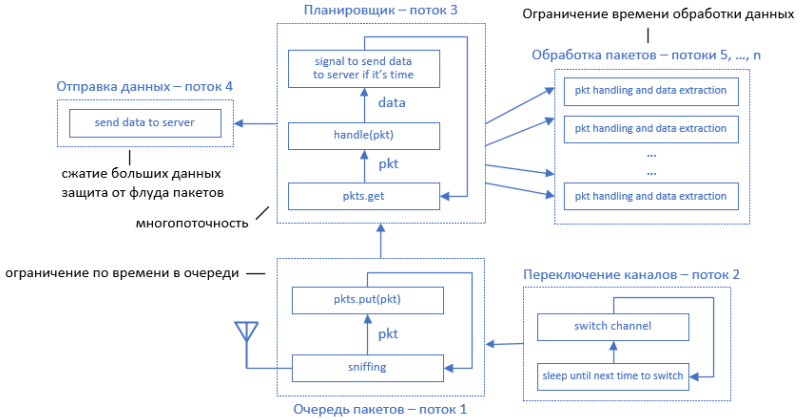


Рис. 1. Схема программного модуля датчика

3) совокупность пространства по п. 2 является зоной, в пределах которой должны быть расположены датчики системы обнаружения атак на сеть Wi-Fi. Чем больше датчиков в пределах соответствующего пространства будет установлено, тем меньше вероятность пропустить передаваемые пакеты и, как следствие, меньше вероятность не обнаружить атаку злоумышленника;

4) после расположения датчиков по п. 3 необходимо осуществить контрольные мероприятия по оценке эффективности покрытия ими пространства п. 2. Для этих целей осуществляется имитирование атаки злоумышленника, причем пакеты отправляются из разных контрольных точек как подключенным к Wi-Fi компонентам ИУС АПК, так и защищаемым точкам доступа.

После установки датчиков осуществляется их первичная настройка. В работе [3] представлены рекомендации по установке интервала сканирования одного канала датчиком при последовательном переключении каналов Wi-Fi в диапазоне 2,4 ГГц. В общем случае, сравнительно небольшой интервал сканирования одного канала обеспечивает оперативное обнаружение поддельных точек доступа Wi-Fi. Однако, если сканирование эфира осуществляется при детерминированных параметрах и злоумышленнику известно время t_0 начала сканирования эфира датчиком, интервал сканирования одного канала T, тогда он может осуществлять атаку посредством отправки пакетов в те периоды времени, когда устройство сканирования находится на другом канале, тем самым оставаться незамеченным (рис. 2).

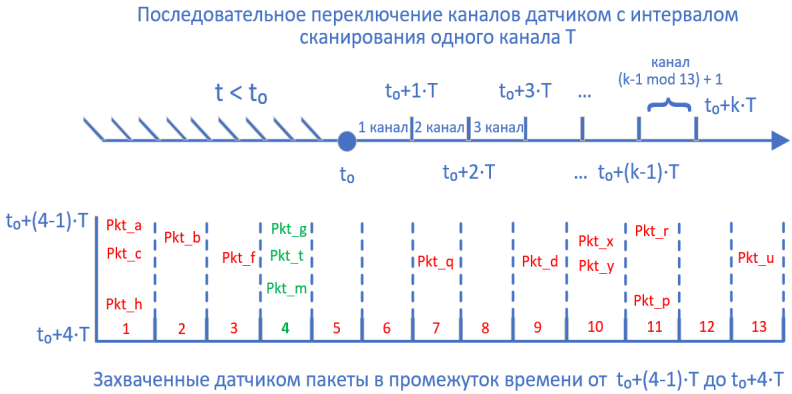


Рис. 2. Схема маскирования атаки на Wi-Fi злоумышленником посредством отправки пакетов в рассчитанные периоды времени

Если злоумышленник согласно указанной схеме осуществит отправку пакетов в промежуток времени ($t_0 + (4 - 1)k$; $t_0 + 4k$) на любом из тринадцати каналов в диапазоне 2,4 ГГц, кроме четвертого канала, то тогда датчик не сможет принять пакет и, как следствие, обнаружить атаку. Для того чтобы избежать этого, достаточно рандомизировать характеристики сканирования эфира, например, осуществлять не последовательное, а случайное переключение каналов, или задать случайные интервалы сканирования каждого канала. Влияние указанной рандомизации на оперативность обнаружения точек доступа Wi-Fi, а также экспериментальная оценка эффективности размещения датчиков в пространстве, является перспективной темой для дальнейших исследований.

Список использованных источников

1. Voevodin, V. A. Technique for Detecting Computer Attacks on a Wi-Fi Networks / V. A. Voevodin, D. S. Burenok, V. S. Cherniaev // Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus). – 2022. – Pp. 487 – 492. – DOI: 10.1109/ElConRus54750.2022.9755703
2. Voevodin, V. A. On assessing the timeliness of data exchange in a centralized monitoring system for Wi-Fi networks / V. A. Voevodin, D. S. Burenok // German International Journal of Modern Science. – 2021. – No. 17. – Pp. 60 – 65. – DOI: 10.24412/2701-8369-2021-17-60-65
3. Voevodin, V. A. Result of experimental study on detecting Wi-Fi access points / V. A. Voevodin, D. S. Burenok // The scientific heritage. – 2021. – No. 73-1. – Pp. 32 – 44. – DOI: 10.24412/9215-0365-2021-73-1-32-44

References

1. Voevodin, V. A. Technique for Detecting Computer Attacks on a Wi-Fi Networks / V. A. Voevodin, D. S. Burenok, V. S. Cherniaev // Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus). – 2022. – Pp. 487 – 492. – DOI: 10.1109/ElConRus54750.2022.9755703
2. Voevodin, V. A. On assessing the timeliness of data exchange in a centralized monitoring system for Wi-Fi networks / V. A. Voevodin, D. S. Burenok // German International Journal of Modern Science. – 2021. – No. 17. – Pp. 60 – 65. – DOI: 10.24412/2701-8369-2021-17-60-65
3. Voevodin, V. A. Result of experimental study on detecting Wi-Fi access points / V. A. Voevodin, D. S. Burenok // The scientific heritage. – 2021. – No. 73-1. – Pp. 32 – 44. – DOI: 10.24412/9215-0365-2021-73-1-32-44

УДК 62-5:664

В. В. Головин[1], М. М. Благовещенская[1],
И. Г. Благовещенский[2, 3], А. М. Аднодворцев[1],
В. Г. Благовещенский[1]
([1]Кафедра «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами»,
[2]кафедра «Информатика и вычислительная техника пищевых производств»,
[3]Научный центр международного уровня «Передовые цифровые технологии в АПК»,
ФГБОУ ВО «МГУПП», Москва, Россия,
e-mail: Victor.Golovin@uniconf.ru)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНДИТЕРСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Рассмотрены требования для оптимизации пищевых производств на основе использования интеллектуальной оптимизации производства. Показано, что инновационная автоматизация опирается на три основных элемента: интеграция – интеллектуальность – интерактивность.

Ключевые слова: интеллектуальная оптимизация производства; инновационные продукты и технологии; коэффициент использования оборудования.

V. V. Golovin[1], M. M. Blagoveshchenskaya[1],
I. G. Blagoveshchensky[2, 3], A. M. Adnodvortsev[1],
V. G. Blagoveshchensky[1]
([1]Department “Automated control systems for biotechnological processes”,
[2]Departament of Informatics and Computer Science of Food productions,
[3]Scientific center of international level “Advanced digital technologies in the agro-industrial complex”,
MGUPP, Moscow, Russia)

INTELLIGENT OPTIMIZATION OF CONFECTIONERY PRODUCTION BASED ON THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Abstract. The requirements for the optimization of food production based on the use of intelligent production optimization are considered. It is shown that innovative automation relies on three main elements: integration – intelligence – interactivity.

Keywords: automation of the process, production of unglazed marshmallows, accounting of raw materials and semi-finished products, compliance with the recipe.

Изменения в современном обществе определяют требования, предъявляемые к способам, при помощи которых готовая пищевая продукция заказывается, производится, доставляется, а также дополняется информацией и услугами [1]. Для этого необходимо оказывать своим заказчикам всемирную поддержку, направленную на решение существующих задач при помощи инновационных продуктов и технологий, которые делают возможным применение интеллектуальной оптимизации производства, обеспечивающее повышение коэффициента использования оборудования и объемов производства [1]. Инновационная автоматизация опирается на три основных элемента (рис. 1) [2]:

1) интеграция;
2) интеллектуальность;
3) интерактивность.

Производственное предприятие, подключенное к сети, является основой для реализации прозрачной цепи поставок. Главную роль играет отслеживаемость продукции совместно с эффективным и гибким управлением данными. Для достижения уровня предприятия, подключенного к сети, необходимо обеспечить беспрепятственное подключение различного оборудования, информационных и программных систем, полученных от разных поставщиков. Данную концепцию возможно поддерживать путем создания открытой партнерской сети, целью которой является разработка стандартизированного интерфейса и архитектуры, обеспечивающей возможность подключения.

Увеличение потребности в предоставлении электронных документов, производственных данных, персонализированной информации об услугах, а также в функциях аутентификации и отслеживаемости, обуславливает необходимость подключения к сети различных внутренних программ производственного предприятия, производственных линий и информационных систем, работающих с заказчиками.

Таким образом, использование современных программно-технических средств и модулей автоматизации ведет к инновации производства в целом, более тесным и оперативным связям поставщик-заказчик-производитель, а также делает производство эффективным и безопасным.

Список использованных источников

1. Обзор используемых на пищевых предприятиях в АСУТП рабочих станций, операторских пультов и перспективы их применения / И. Г. Благовещенский, Е. Б. Карелина, А. Н. Петряков, В. И. Фомушкин, В. Г. Благовещенский // Автоматизация и управление технологическими и бизнес-процессами в пищевой промышленности : сб. науч. докл. II Междунар. науч.-практ. конф. – М. : ИК МГУПП, 2016. – С. 16 – 20.

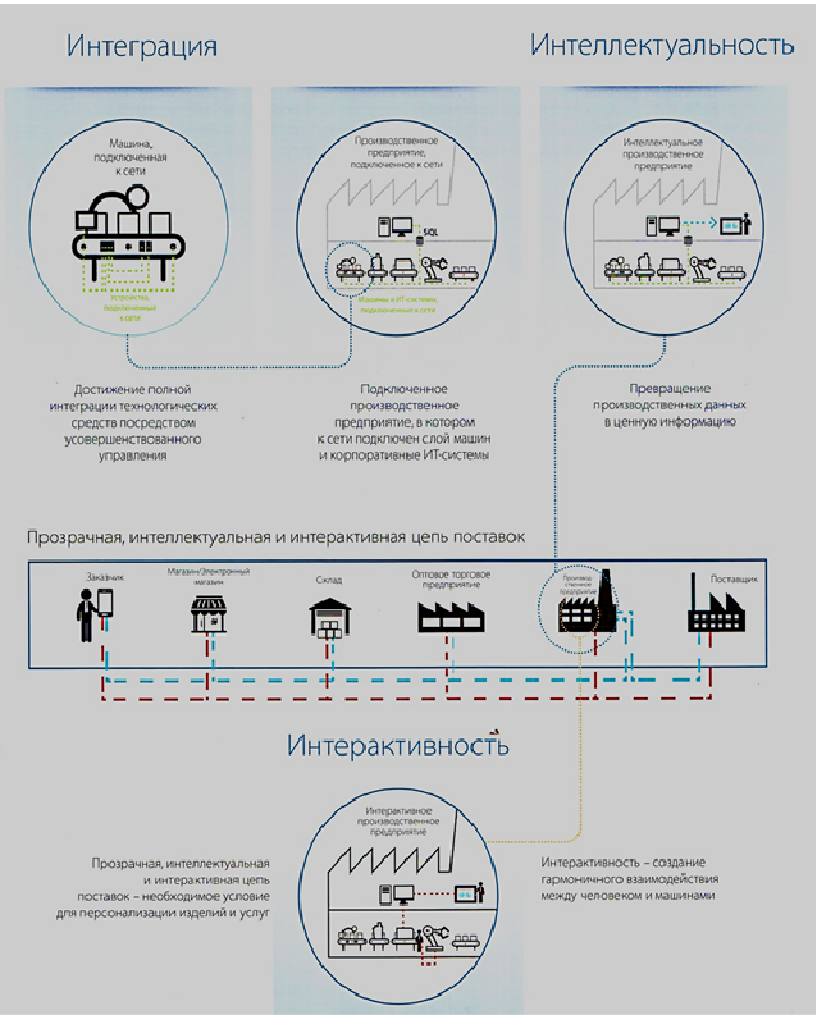


Рис. 1. Производственное предприятие, подключенное к сети, поддерживающее интеллектуальное взаимодействие

2. Адаптивная система управления с идентификатором нестационарными технологическими процессами в отраслях пищевой промышленности / М. Г. Балыхин, И. Г. Благовещенский, Е. А. Назойкин, В. Г. Благовещенский // Интеллектуальные системы и технологии в отраслях пищевой промышленности : сб. матер. конф. – М. : ИК МГУПП, 2019. – С. 32 – 39.

References

1. Review of workstations, operator consoles used at food enterprises in process control systems and prospects for their use / I. G. Blagoveshchensky, E. B. Karelina, A. N. Petryakov, V. I. Fomushkin, V. G. Blagoveshchensky // In the collection of scientific reports of the International Scientific and Practical Conference “Automation and Control of Technological and Business Processes in the Food Industry”. – M. : IK MGUPP, 2016. – Pp. 16 – 20.

2. Adaptive control system with an identifier for non-stationary technological processes in the food industry / M. G. Balykhin, I. G. Blagoveshchensky, E. A. Nazoikin, V. G. Blagoveshchensky // Collection of materials of the conference “Intelligent systems and technologies in the food industry”. – M. : IK MGUPP, 2019. – Pp. 32 – 39.

УДК 004.9

Р. В. Горшков, А. А. Терехова
(Кафедра «Электроэенергетика»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: jonesloker@yandex.ru, terehova.aa@tstu.ru)

СЕРВИС «IPRO» КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. iPRO – это информационный сайт компании «ЭТМ». Сайт iPRO создан для удобства коммуникации между различными компаниями, в том числе – для коммуникации между компаниями из различных отраслей. Площадка iPRO позволяет подобрать новое оборудование, оценить новинки производства, проконтролировать состояние поставок. Пользователями системы iPRO являются свыше 20 000 предприятий. Самое главное преимущество системы iPRO – возможность активной работы с наполнением сайта со стороны производителей. По сути, iPRO – это электронная биржа, на которой пользователи ищут самое выгодное предложение.

Ключевые слова: nanoCAD Электро, iPRO, САПР, проектирование.

R. V. Gorshkov, A. A. Terekhova
(Department of Electricity,
TSTU, Tambov, Russia)

SERVICE «IPRO» AS A TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. iPRO is the information site of the ETM company. The iPRO website was created for the convenience of communication between different companies, including communication between companies from various industries. The iPRO platform allows you to select new equipment, evaluate new products, and monitor the status of deliveries. More than 20,000 enterprises are users of the iPRO system. The most important advantage of the iPRO system is the ability to actively work with the content of the site from the manufacturers. In fact, iPRO is an electronic exchange where users look for the best offer.

Keywords: nanoCAD Electro, iPRO, CAD, design.

При построении любой высокотехнологичной системы требуется слаженность участников каждого этапа жизненного цикла отдельного объекта. В частности, для создания надежной системы энергообеспечения объектов агропромышленного комплекса необходима синергия проектировщика, дистрибьютора, производителя и потребителя электротехнической продукции. Причем результат совместной работы участников в единой информационной системе экспоненциально возрас-

тает. Этим пространством и является сервис iPRO, поддерживаемый компанией «ЭТМ».

Проблема – это такая задача, которую невозможно решить, не привлекая сторонние ресурсы (техника, специалисты). Если проблема остается, то это значит, что при первом инциденте не удалось найти истинную причину. Проблемы, возникающие при взаимодействии партнерских информационных систем, в первую очередь появляются по единой причине – эти системы не учитывали множество внешних новых факторов, проявляющихся при развитии предприятий, действующих ранее каждое в отдельности.

При расширении предприятий агропромышленного комплекса, развитии применяемых технологий, непременно могут возникнуть проблемы в модернизации электросетевого хозяйсва. Отраслевой информационный сервис iPRO предоставляет нужную потребителю электротехническую продукцию, в соответствии с требованиями современности:

1) бесплатное единое информационное пространство с простым интерфейсом доступно для всех участников;

2) интеграция с другими системами проектов САПР, логистическими системами регламентированного учета и сметными ПО;

3) доступность продукции в любом месте, в любое время реализовано с помощью мобильного приложения и интернет-сайта в режиме 24/7;

4) согласование документов и действий в едином информационном пространстве и электронный документооборот позволяют участникам рынка взаимодействовать между собой безбумажным способом;

5) крупнейший каталог продукции ведущих поставщиков, развитая логистика и гарантированные сроки поставки позволяют приобрести и получить все необходимое в одном месте;

6) автоматическое формирование проектной документации по ЕСКД и ГОСТ гарантируют работу в стандартах;

7) встроенная техническая библиотека дает возможность обучения;

8) поставщики и дистрибьюторы являются участниками ассоциации «Честная позиция».

Функции iPRO дополняются другими интегрированными с сервисом системами. Комплекс интегрированных информационных систем iPRO + nanoCAD «Электро» может классифицироваться как CIM-интегрированная система управления производством. Подбор электротехнической продукции осуществляется на основе уже существующих на предприятии продуктов и дополняется идентичными или аналогичными устройствами, что позволяет сохранить единообразие и не вызо-

вет трудностей при эксплуатации. Крупные поставщики электротехнической продукции предоставляют интегрируемые в систему проектировочные базы (кабели, лотки, каналы, трубы, разветвительные коробки, светильники, электродвигатели, частотные преобразователи, приборы контроля и учета, автоматические выключатели, УЗО, контакторы, тепловые реле и многое другое).

В комплексе систем iPRO + nanoCAD выполняются такие этапы жизненного цикла продукции, как маркетинговые исследования, вывод продукции на рынок, проектирование, планирование и разработка процесса производства, закупка комплектующих, продажа и распространение, поставка, техническая поддержка и обслуживание, эксплуатация по назначению в части энергоэффективной замены, послепродажная деятельность в части энергоэффективной замены, подбор аналогов взамен устаревшей и вышедшей из строя продукции.

Кроме вышеописанных этапов в интегрированной системе iPRO + nanoCAD нет необходимости управлять такими этапами, как производство и обслуживание, проверка (тестирование), упаковка и хранение, монтаж и наладка, утилизация и переработка (выполняется по внутреннему регламенту предприятия). Таким образом, принципиально конкурируя с отраслевыми аналогами, iPRO позволяет управлять 8 из 13 классических этапов жизненного цикла объекта электроэнергетики и электротехники.

Список использованных источников

1. Мялковский, И. К. Взаимодействие информационных систем в жизненном цикле объекта электроэнергетики и электротехники. Элементы цифровой экономики : учебное пособие / И. К. Мялковский. – СПб. : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. – 142 с.

References

1. Myalkovsky, I. K. Interaction of information systems in the life cycle of an object of electric power industry and electrical engineering. Elements of the digital economy : textbook / I. K. Myalkovsky. – St. Petersburg : Publishing House of St. Petersburg Electrotechnical University “LETI”, 2018. – 142 p.

УДК 004.45

С. С. Матвеев
(Кафедра «Информационная безопасность»,
НИУ «МИЭТ», Москва, Россия,
e-mail: gres02@yandex.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИЩЕННОЙ UNIX-ПОДОБНОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Проведено исследование операционной системы МСВС на предмет наличия в ней сетевых уязвимостей, которые могут способствовать реализации угроз безопасности информации, хранимой и обрабатываемой в информационных системах под управлением данной ОС. Для исследования и правильной оценки сетевых уязвимостей ОС МСВС, подробно изучена структура ОС, круг решаемых ее задач и границы ее применения.

Ключевые слова: операционная система, МСВС, сетевые уязвимости, угроза безопасности, несанкционированный доступ (НСД).

S. S. Matveev
(Department of Information Security,
National Research University of Electronic Technology,
Moscow, Russia)

RESEARCH OF A SECURE UNIX-LIKE OPERATING SYSTEM FOR IMPORT SUBSTITUTION IN AUTOMATED SYSTEMS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The article examines the MSVS operating system for the presence of network vulnerabilities in it that can contribute to the implementation of security threats to information stored and processed in information systems running this OS. To investigate and correctly assess the network vulnerabilities of the MSVS OS, the structure of the OS, the range of its tasks to be solved and the boundaries of its application are studied in detail.

Keywords: operating system, MSVS, network vulnerabilities, security threat, unauthorized access (NSD).

Во времена полного импортозамещения, в том числе и цифровых продуктов, необходимо наличие отечественных «доверенных» операционных систем, обеспечивающих необходимый уровень защиты информации. Защита информации представляет собой принятие правовых, организационных и технических мер, направленных на:

1) обеспечение защиты информации от неправомерного доступа, уничтожения, модифицирования, блокирования, копирования, предоставления, распространения, а также от иных неправомерных действий в отношении такой информации;

2) соблюдение конфиденциальности информации ограниченного доступа;

3) реализацию права на доступ к информации [1].

Такой платформой, имеющей развитый набор прикладных программ, является ОС МСВС.

Операционная система МСВС – отечественная защищенная ОС. Она предназначена для построения на ее основе защищенных информационных систем, обладает развитыми средствами управления доступом пользователей к ресурсам ОС, включающими механизмы мандатного, дискреционного и ролевого управления доступом. МСВС является 32-разрядной сетевой ОС, построенной на концепции UNIX-систем.

В состав МСВС входят четыре комплекса: базовая конфигурация ОС, система графического интерфейса, система защиты от НСД и средства разработки.

ОС МСВС содержит обширный набор средств обеспечения безопасности и является сложным программным продуктом, а значит, может содержать ошибки и «черные ходы», через которые возможен несанкционированный доступ к защищаемой информации. ОС в нормальном режиме может функционировать штатно, но как поведет себя система, например, при сбое, экстренной перегрузке или нарушении условия нормального функционирования, неизвестно. Отсюда следует, что эти факты требуют детального исследования, после чего можно будет сделать вывод о защищенности ОС МСВС.

В настоящее время на предприятиях компьютеры, не объединенные общей сетью, практически отсутствуют, что делает актуальным проектирование архитектуры сетевой коммутации всех компьютеров предприятия и построение эффективной защиты на уровне сети.

Учитывая тот факт, что локальные вычислительные сети многих организаций обычно связаны между собой и имеют выход в Internet, возникает угроза удаленного вторжения и НСД к информации. Сетевые атаки условно можно разделить на пассивные и активные.

При пассивных атаках злоумышленник никак на дает обнаружить себя и не вступает в прямое взаимодействие с другими системами. Суть пассивной атаки сводится к наблюдению за доступными данными или сессиями связи.

Одной из таких атак является подслушивание (Sniffing), что представляет собой перехват сетевого потока и его анализ. Для осуществ-

ления подслушивания злоумышленнику необходимо иметь доступ к машине, расположенной на пути сетевого потока, который необходимо анализировать, например, к шлюзу или маршрутизатору. При получении достаточных прав на этой машине с помощью специального программного обеспечения сможет просматривать весь трафик, проходящий через данный интерфейс. Второй вариант – злоумышленник получает доступ к машине, которая расположена в одном сегменте сети с системой, которой имеет доступ к сетевому потоку. Например, в сети Ethernet сетевая карта может быть переведена в режим, в котором она будет получать все пакеты, циркулирующие по сети, а не только адресованные ей конкретно.

Поскольку TCP/IP-трафик, как правило, не шифруется, злоумышленник, используя соответствующий инструментарий, может перехватывать TCP/IP-пакеты и извлекать из них имена пользователей и их пароли. Стоит отметить, что данный тип атаки невозможно отследить, не обладая доступом к системе злоумышленника, так как сетевой поток не изменяется.

Активные атаки – это прямое взаимодействие злоумышленника с получателем информации, отправителем, промежуточными системами, с возможностью изменения передаваемых пакетов данных. Злоумышленник предпринимает определенные шаги для перехвата и модификации сетевого потока или попыток «притвориться» другой системой.

Существует атака, основанная на предсказании TCP sequence number (IP spoofing). Цель атаки – притвориться другой системой, которой «доверяет» система-жертва, например, в случае использования протокола rlogin/rsh для беспарольного входа. Если в случае IP spoofing’a злоумышленник инициировал новое соединение, то в данном случае он перехватывает весь сетевой поток, модифицируя его и фильтруя произвольным образом. Метод является комбинацией подслушивания и IP spoofing'a. В этом случае злоумышленник, прослушивая линию, может взять на себя функции посредника, генерируя корректные пакеты для клиента и сервера и перехватывая их ответы. Метод позволяет полностью обойти такие системы защиты, как, например, одноразовые пароли, поскольку злоумышленник начинает работу уже после того, как произойдет авторизация пользователя.

Как видим, операционная система МСВС, несмотря на ее защищенность, подвержена различным видам сетевых атак, а значит, вопрос безопасности этой платформы все также остается актуальным для дальнейшего изучения.

Список использованных источников

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ. – 2006. – № 149. – Ст. 16.

References

1. On Information, Information Technologies and Information Protection : feder. Law of 27.07.2006 No. 149-FZ. – 2006. – No. 149. – Article 16.

УДК 004.45

А. И. Мартышкин
(Кафедра «Программирование»,
ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: mai@penzgtu.ru)

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Рассматриваются вопросы, связанные с информационной безопасностью при обмене данными и управлении виртуализированной средой удаленных центров обработки данных агропромышленного комплекса. В рамках работы проанализированы механизмы и способы построения центров обработки данных.

Ключевые слова: центр обработки данных, виртуальная машина, виртуализация, информационная безопасность, гипервизор, облачные сервисы.

A. I. Martyshkin
(Department of Programming,
PSTU, Penza, Russia)

ON THE ISSUE OF BUILDING DATA PROCESSING CENTERS OF ORGANIZATIONS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The article discusses issues related to information security in data exchange and management of the virtualized environment of remote data centers of the agro-industrial complex. As part of the work, the mechanisms and methods of building data processing centers are analyzed.

Keywords: data center, virtual machine, virtualization, information security, hypervisor, cloud services.

Сегодня большинство организаций для повышения доступности и качества оказываемых услуг перешли на использование систем виртуализации и облачных вычислений. Использование центров обработки данных (ЦОД) позволяет сконцентрировать все вычислительные мощности на одном сетевом узле, предоставляя удаленный доступ пользователям для решения широкого круга задач. Зачастую в ЦОД развернуто программное обеспечение, используемое в основной деятельности предприятия. Потеря или искажение критической информации может повлечь причинение определенного ущерба организации, поэтому важной задачей является использование надежной системы защиты информации [1]. Чтобы определить принципы информационной безопасности в отношении ЦОД важно знать их архитектуру, ко-

торую можно представить в виде составляющих: вычислительная; сетевая; хранение данных; база данных; управляющая. Рассмотрим перечисленные составляющие.

Вычислительная составляющая фактически наследует информационные ресурсы и делает их доступными пользователям для совместного использования. Облачная инфраструктура (ОИ) управляет несколькими физическими узлами, на которых выполняется еще большее количество экземпляров виртуальных машин (ВМ). Каждый экземпляр ВМ может быть выделенным для одной задачи или, если в этом имеется потребность, выполнять несколько задач. Известны три основных подхода к виртуализации: гипервизор; контейнер; «голый металл» [2].

Самый широко применяемый подход к виртуализации – гипервизор, который создает ВМ в комплекте с виртуальными ресурсами. Роль гипервизора состоит в управлении доступом к физическим ресурсам, разделяя мощности процессора, оперативной памяти, а также предоставлении хранилища данных ВМ и вычислительными экземплярами (ВЭ), работающим на физическом сервере узла, управляемого этим гипервизором.

Контейнер, в отличие от гипервизора, виртуализирует операционную систему. Он изолирует приложения, разделяя их пользовательские пространства и позволяя совместно использовать пространство ядра.

Компонент «голый металл» управляет рабочими нагрузками без виртуализации. Каждая полезная нагрузка выполняется на отдельном экземпляре аппаратного оборудования.

Сетевой компонент ОИ позволяет поддерживать связь между вычислительной инфраструктурой, хранилищами и другими элементами ОИ, а также с информационной средой за пределами ВМ. Сетевой компонент подключает вычислительный процессор к границе облачной среды и регулирует доступ, который процессоры имеют друг к другу и сетевым пространствам за границами контролируемой зоны. Наиболее критичный момент для информационной безопасности сетевого компонента – изоляция от остальных участников информационного взаимодействия.

Компонент хранения ОИ предоставляет услуги хранения данных для всей инфраструктуры. Он хранит информацию об управлении ЦОД, такую как образы ВМ и параметры настроек виртуальной сети. Обеспечивает рабочее пространство для приложений и рабочих процессов, выполняющихся в облачной среде. Как и в случае с другими составными частями облачной архитектуры это один из наиболее важных элементов с точки зрения информационной безопасности. Для

этого он включает в себя обеспечение полной изоляции между ВЭ, рабочими процессами и приложениями.

Базы данных (БД) – часто используемый элемент современных приложений. Компонент БД ОИ обеспечивает механизм централизованного управления БД. Предоставляя эту услугу на соответствующем уровне абстракции компонент БД позволяет приложениям и рабочим процессам, выполняющимся в среде виртуализации, использовать этот сервис для своих нужд хранения структурированной информации, делая этот процесс проще и более прозрачным. БД используются для хранения информации, которая часто является самым важным активом современного предприятия. По этой причине важно учитывать ценность информации, хранящейся в виртуальной инфраструктуре. Независимо от технологии, по которой предоставляется услуга, мы доверяем третьим сторонам самые важные активы в нашей организации. Повышающие безопасность технологии, такие как шифрование, зачастую являются неотъемлемой частью надежного и отказоустойчивого экземпляра БД в ОИ.

Компонент управления ОИ предоставляет средства, с помощью которых пользователи и администраторы смогут конфигурировать и управлять всеми доступными аспектами ОИ. Защита компонента управления является важнейшим условием дальнейшей устойчивой работы ОИ. Помимо прочего, это самая сложная часть ОИ для организации качественной, надежной и многорубежной защиты. Компонент управления имеет возможность выполнять все задачи конфигурации, необходимые для настройки и управления ОИ.

Каждый из перечисленных методов воздействия привносит свою долю в обеспечение информационной безопасности, от входного контроля доступа до бизнес-процессов, учитывающих разделение обязанностей пользователей. Важно учитывать значительную долю дополнительных направлений возможных атак, в этом и состоит сложность анализа, разработки и внедрения механизма управления информационной системой.

Статья публикуется при поддержке стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам на 2022 – 2024 *гг.* (СП-284.2022.5)

Список использованных источников

1. Мартышкин, А. И. Вариант реализации вычислительного кластера центра обработки данных на примере интернет-центра ВУЗа / А. И. Мартышкин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11, № 1(57). – С. 28 – 33.

2. Мартышкин, А. И. Применение технологии виртуализации в центрах обработки данных / А. И. Мартышкин // Современные информационные технологии. – 2022. – № 35(35). – С. 16 – 21.

References

1. Martyshkin, A. I. A Variant of the Implementation of Computing Cluster of the Data Processing Center on Example of an Internet Center of the University / A. I. Martyshkin // XXI century: the results of the past and the problems of the present plus. – 2022. – T. 11, No. 1(57). – Pp. 28 – 33.

2. Martyshkin, A. I. Application of Virtualization Technology in Data Centers / A. I. Martyshkin // Modern information technologies. – 2022. – No. 35(35). – Pp. 16 – 21.

УДК 004.75

А. И. Мартышкин
(Кафедра «Программирование»,
ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: mai@penzgtu.ru)

ТРАССИРОВКА КАК ПОДХОД ДЛЯ ПРОВЕРКИ И ОТЛАДКИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Проведен обзор возможных подходов для проверки и отладки распределенных систем, среди которых тестирование, логирование, профилирование и трассировка. Проведенный обзор позволил выделить требования для системы событийной трассировки в параллельных и распределенных системах.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, анализ производительности, масштабирование, программное обеспечение, распределенные системы, трассировка.

A. I. Martyshkin
(Department of Programming,
PSTU, Penza, Russia)

TRACING AS AN APPROACH FOR TESTING AND DEBUGGING DISTRIBUTED SYSTEMS USED IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The article provides an overview of possible approaches for testing and debugging distributed systems, including testing, logging, profiling and tracing. The review made it possible to identify the requirements for the event tracing system in parallel and distributed systems.

Keywords: agro-industrial complex, performance analysis, scaling, software, distributed systems, tracing.

По мере прогресса разработки программного обеспечения появились сложные и взаимозависимые программные приложения, работающие параллельно в сложных операционных системах (ОС), применяемых в агропромышленном комплексе. Разработчики программного обеспечения стали нуждаться в надежных и производительных инструментах. Далее приведем перечень возможных подходов, которые окажут колоссальную помощь разработчикам программного обеспечения в проверке и отладке распределенных систем, среди которых тестирование, логирование, профилирование и трассировка. Для обнаружения и оценки причин потери производительности вычислительной

(распределенной) системы нужно отследить ряд выполняющихся событий, проанализировать возникающие между событиями временные задержки. Все это в совокупности позволяют достичь системы трассировки приложений [1].

При масштабировании системы известна тенденция, заключающаяся в уделении системным администратором большего внимания для сохранения производительности и качества обслуживания. Сегодня отсутствуют инструменты для поддержки понимания того, как ведет себя система во время работы. В результате системная производительность часто снижается во время обслуживания из-за отсутствия знаний об использовании продукта.

Трассировка – метод, используемый для понимания того, что происходит в работающей программной системе. Программное обеспечение, используемое для трассировки, называется системой трассировки. При выполнении программы помещенные в исходный код метки трассировки генерируют события, сохраняемые в трассировочный файл. Одновременно можно отслеживать пользовательские приложения и ОС, открывая возможности для решения широкого круга проблем. Трассировка приложения помогает не только в поиске ошибок, но и для мониторинга производительности системы. Далее перечислим существующие сегодня системы трассировки.

Magpie – средство, работающее с генерируемыми ОС, промежуточным программным обеспечением и инструментальной областью приложения событиями. Инструмент сопоставляет их и создает представления о путях через систему. Метод отслеживания запросов Magpie уникален тем, что использует журналы событий, собранные в реалистичной ОС. Magpie обрабатывает чередование множества различных типов запросов. Недостаток его в том, что он невосприимчив к несвязанным действиям, происходящим одновременно, и может приписывать использование ресурсов отдельным запросам, даже когда многие выполняются одновременно [2].

Pinpoint – инструмент для определения проблем в интернет-сервисах, реализованных на платформе J2EE [3]. Pinpoint строит пути событий, достаточные для представления последовательного поведения системы. Его недостаток в отсутствии поддержки возможности ветвления событий.

X-Trace – инструмент для трассировки [4]. Пользователь или оператор вызывает X-Trace при инициировании прикладной задачи, вставляя метаданные X-Trace с идентификатором задачи в результирующий запрос. Далее эти метаданные распространяются до нижнего уровня через интерфейсы протокола, а также по всем запросам, возникающим из исходной задачи. X-Trace требует, чтобы сетевые протоко-

лы были модифицированы для распространения метаданных X-Trace во все действия, связанные с исходной задачей.

Проведенный обзор позволил сформулировать основные требования для системы событийной трассировки в параллельных и распределенных системах: динамическая настройка и запуск отслеживания во время выполнения приложения, низкие системные накладные расходы для обеспечения постоянного мониторинга, отслеживание связей между связанными событиями, выполняющимися в разных процессах и разных потоках.

Для отслеживания состояния и отладки параллельных распределенных приложений известны различные подходы, такие как тестирование, логирование, профилирование. Но для четкого понимания функционирования системы в целом, тщательного анализа и поиска причин проблем производительности данных, полученных вышеперечисленными подходами, бывает недостаточно, или их обработка слишком трудоемка. В этом вопросе помогает трассировка, которая не только находит ошибки, но и осуществляет мониторинг производительности системы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-71-00110, https://rscf.ru/project/21-71-00110/

Список использованных источников

1. Косяков, М. С. Исследование и разработка методов трассировки событий в параллельных и распределенных системах / М. С. Косяков, А. О. Кузичкина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 5-3(59). – С. 59 – 65.
2. Using Magpie for request extraction and workload modelling / P. Barham, A. Donnelly, R. Isaacs, R. Mortier // Proceedings of the 6th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation. – 2004. – Pp. 259 – 272.
3. Path-based failure and evolution management / M. Y. Chen, A. Accardi, E. Kiciman, J. Lloyd, D. Patterson, A. Fox, E. Brewer // Proceedings of the 1st USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation. – 2004. – Pp. 309 – 322.
4. X-Trace: A Pervasive Network Tracing Framework / R. Fonseca, G. Porter, R. H. Katz, S. Shenker, I. Stoica // Proceedings of the 4th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation. – 2007. – Pp. 271 – 284.

References

1. Kosiakov, M. S. Research and Development of Tracing Events Methods in Parallel and Distributed Systems / M. S. Kosiakov, A. O. Kuzichkina // International Research Journal. – 2017. – No. 5-3(59). – Pp. 59 – 65.

2. Using Magpie for request extraction and workload modelling / P. Barham, A. Donnelly, R. Isaacs, R. Mortier // Proceedings of the 6th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation. – 2004. – Pp. 259 – 272.

3. Path-based failure and evolution management / M. Y. Chen, A. Accardi, E. Kiciman, J. Lloyd, D. Patterson, A. Fox, E. Brewer // Proceedings of the 1st USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation. – 2004. – Pp. 309 – 322.

4. X-Trace: A Pervasive Network Tracing Framework / R. Fonseca, G. Porter, R. H. Katz, S. Shenker, I. Stoica // Proceedings of the 4th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation. – 2007. – Pp. 271 – 284.

УДК 621.391

А. И. Мартышкин
(Кафедра «Программирование»,
ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: mai@penzgtu.ru)

ОБЗОР ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Проведены обзор и анализ известных виртуальных машин с поддержкой жесткого реального времени. В ходе исследования установлено, что основная часть виртуальных машин для встраиваемых систем – закрытые коммерческие версии Java virtual machine с поддержкой жесткого реального времени для широкого класса процессоров. К сожалению, такие машины не могут работать самостоятельно, а работают под управлением операционной системы реального времени.

Ключевые слова: виртуальная машина, виртуализация, программное обеспечение, спецификация, система реального времени, встраиваемая система.

A. I. Martyshkin
(Department of Programming,
PSTU, Penza, Russia)

OVERVIEW OF TOOLS FOR CREATING SOFTWARE FOR REAL-TIME SYSTEMS USED IN THE AGROINDUSTRY COMPLEX

Abstract. The article provides a review and analysis of known virtual machines with hard real time support. The study found that the main part of virtual machines for embedded systems are closed commercial versions of Java virtual machine with hard real-time support for a wide class of processors. Unfortunately, such machines cannot run on their own, but run under a real-time operating system.

Keywords: virtual machine, virtualization, software, specification, real-time system, embedded system.

Основная цель исследования – выяснить, какие виртуальные машины (ВМ) известны и применяются при разработке встраиваемых систем (в том числе систем реального времени), сравнить их и выявить общие тенденции. Концепция виртуализации известна уже более 50 лет и сегодня широко применяется в различных отраслях народного хозяйства. Далее приведены аргументы в пользу применения вирту-

альных машин при разработке встраиваемых систем реального времени (СРВ), применяемых, например, в агропромышленном комплексе [1]:

– абстрагирование от аппаратной платформы;

– избегание часто встречающихся ошибок при программировании;

– упрощение поддержки программного обеспечения встраиваемой системы;

– возможность переходить для решения конкретной задачи к более удобной модели вычислений.

Выделим основные критерии сравнения:

– поддержка жесткого реального времени;

– возможность работы без привлечения операционной системы реального времени (ОСРВ);

– основной язык высокого уровня для прикладного программирования;

– поддерживаемые процессоры;

– открытый исходный код.

Проведем обзор и сравним несколько ВМ по определенным выше критериям. Большинство ВМ реального времени для встраиваемых систем, применяемых в агропромышленном комплексе, представляют собой закрытые платные версии виртуальной машины Java, которые не поддерживают СРВ. Для обеспечения соблюдения жестких ограничений реального времени, следует особое внимание уделить аппаратной части встраиваемой системы в части тактовой частоты процессора. За счет высокой тактовой частоты становится возможным назначить на выполнение (диспетчеризовать) большое количество трудоемких процессов таким образом, что на практике ограничения реального времени системы в целом удовлетворяются. Второй подход для обеспечения и поддержки условий реального времени заключается в реализации спецификации жесткого реального времени для Java: RTSJ (Real-Time Specification for Java) [2], которая затрагивает несколько аспектов. Первый из них обозначается как диспетчеризация потоков. Вторым аспектом является управление памятью. Третий аспект – синхронизация потоков и разделение общих ресурсов. Здесь важна проблема приоритетности. Предположим, что выполняются три потока, A, B и C, причем A и B разделяют общий ресурс (ОР), а $p(A) > p(B) > p(C)$, где $p(\ )$ – приоритет потока. Рассмотрим ситуацию, при которой C начинает работу и занимает ОР, некоторое время спустя поток A становится готовым для исполнения и вытесняет C. Но как только A пытается получить доступ к ОР, он засыпает в ожидании доступа, и диспетчер передает управление C. Во время работы C поток B становится готовым

для исполнения и вытесняет С. Так как В не разделяет ОР с А, он может продолжать выполняться сколько угодно времени. В таком случае наступает ситуация, когда поток В, имея меньший приоритет, чем А, фактически получает больший приоритет. В контексте СРВ такое поведение крайне нежелательно, и его нельзя игнорировать. Для устранения этой проблемы спецификация RTSJ требует учитывать возможность инверсии приоритетов и включать один или несколько способов предотвращения инверсии. Спецификация описывает несколько классов очередей с неблокирующей синхронизацией. Следующий аспект – асинхронное реагирование на события. Пятый аспект – асинхронная передача управления. Применяются механизмы немедленного и эффективного перехода в любую точку программы, который может совершаться при непредвиденных обстоятельствах (например, при обработке исключений в СРВ). Следующим аспектом является асинхронное прекращение работы потоков. Наконец, последним аспектом является доступ к физической памяти.

Итак, спецификация RTSJ охватывает и адресует множество различных аспектов разработки СРВ. Однако важно отметить, что реализация системы Java, удовлетворяющая также и этой спецификации, еще не является залогом валидности виртуальной машины реального времени, поскольку конкретные реализации алгоритмов диспетчеризации, сборки мусора и прочих компонентов не специфицируются жестко, а значит, необходима дальнейшая валидация перед применением в конкретном случае.

Выводы

В статье освещены вопросы, связанные с известными ВМ с поддержкой жесткого реального времени. В результате исследования установлено, что основная часть ВМ для встраиваемых систем представляет собой платные версии Java virtual machine (JVM) с поддержкой жесткого реального времени для разных типов процессоров. Такие ВМ не могут работать обособленно, а полагаются на ОСРВ.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-71-00110, https://rscf.ru/project/21-71-00110/

Список использованных источников

1. Barry, P. Modern Embedded Computing / P. Barry, P. Crowley // Designing Connected, Pervasive, Media-Rich Systems. Morgan Kaufmann Publishers. – 2012. – 512 p.
2. Hardin, D. The Real-time Specification for Java / D. Hardin // Dr. Dobb's Journal: Software Tools for the Professional Programmer. – 2000. – Vol. 25, No. 2. – Pp. 78 – 82.

References

1. Barry, P. Modern Embedded Computing / P. Barry, P. Crowley // Designing Connected, Pervasive, Media-Rich Systems. Morgan Kaufmann Publishers. – 2012. – 512 p.

2. Hardin, D. The Real-time Specification for Java / D. Hardin // Dr. Dobb's Journal: Software Tools for the Professional Programmer. – 2000. – Vol. 25, No. 2. – Pp. 78 – 82.

УДК 681.5

Н. А. Козлов
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: niko680@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРСОНАЛА

Аннотация. Рассмотрен подход к построению управления рабочим персоналом агропромышленного комплекса с помощью системы мониторинга работы сотрудника предприятия. При использовании данной системы осуществляется более эффективное распределение рабочей силы, оптимизация расходов и упрощение отслеживания результатов трудовой деятельности как всего комплекса, так и отдельных работников.

Ключевые слова: система мониторинга работы, автоматический расчет рейтинга.

N. A. Kozlov
(Department of Information Systems and Information Security,
TSTU, Tambov, Russia)

APPLICATION OF THE PERSONNEL PERFORMANCE APPRAISAL SYSTEM

Abstract. An approach to building the management of the working personnel of the agro-industrial complex with the help of a system for monitoring the work of an employee of an enterprise is considered. When using this system, a more efficient distribution of labor is carried out, cost optimization and simplification of tracking the results of labor activity of both the entire complex and individual employees.

Keywords: performance monitoring system, automatic rating calculation.

Разрабатывается система, позволяющая проводить автоматическую оценку рабочего персонала агропромышленного комплекса (АПК) путем анализа задаваемых вручную коэффициентов. Эта система позволяет собирать необходимую информацию о трудовой деятельности работников как с помощью введения данных вручную, так и через различные методы автоматического сбора через датчики или, например, каких-либо программных модулей и дополнительных систем.

При организации работы любого АПК важно распределять обязанности между рабочими в соответствии с их навыками, а также своевременно заменять тех, кто не справляется или не хочет справляться со своими обязанностями. Исходя из всего этого, требуется расчет рей-

тинга сотрудника, отражающего то, насколько хорошо он справляется со своей работой, чтобы упростить процесс принятия решений для руководителей предприятия.

По причине отсутствия полноценных решений, для задач оценки рейтинга эффективности и распределения обязанности требуются затраты дополнительных трудочасов, либо же требуется привлечение отдельных людей, которые будут заниматься оценкой рабочего персонала и совершать кадровые перестановки, соответственно указаниям начальства и эффективности оцениваемых рабочих. Привлечение дополнительных людей несет дополнительные расходы и немалые риски, связанные с вероятностью ошибки.

Целью разработки данной системы является снижение трудочасов, затрачиваемых на расчет рейтинга сотрудника посредством разработки информационной системы мониторинга работы сотрудника предприятия в целях автоматизации расчета его рейтинга.

Рейтинг эффективности персонала отображает способность оцениваемых рабочих выполнять возложенные на них обязанности. Он составляется по определенным правилам, которые задаются непосредственно руководителем персонала. Расчет рейтинга, по сути, – это задача оценки эффективности персонала.

Оценка эффективности персонала – это процесс анализа результативности профессиональной деятельности каждого сотрудника компании, а также установление уровня соответствия его характеристик требованиям занимаемой должности.

Основной задачей оценки эффективности персонала является определение соотношения уровня расходов, затрачиваемых на содержание одного сотрудника, и произведенным им объемом работ. Проще говоря, в процессе оценки устанавливается, выгодно ли компании содержать того или иного сотрудника.

Кроме того, в задачи оценки эффективности работы сотрудников входит выявление функциональных ролей каждого отдельно взятого работника, потенциальная возможность к раскрытию новых личностных качеств и готовность к выдвижению на руководящую должность.

Во время оценки и аттестации учитывается объем выполненной сотрудниками работы, ее сложность, особенности выполняемых должностных обязанностей, а также результаты труда.

В более детализированном виде задачи оценки продуктивности персонала можно представить следующим образом:

– кадровый резерв – среди работников подготавливается замена более квалифицированных сотрудников на случай их увольнения;

– смена профиля работы или повышение по службе перспективных работников для повышения мотивации к развитию;

– увеличение контроля над рабочими процессами, вследствие чего упрощается менеджмент кадровых ресурсов предприятия;

– мотивация персонала к самостоятельному повышению квалификации, что позволит получить карьерный рост и возможность развивать собственные проекты, повысить материальное благосостояние;

– оптимизация процесса составления штатного расписания с помощью более целесообразного распределения обязанностей на основании полученных результатов, а также за счет сокращения сотрудников или их перевода.

УДК 681.2

М. И. Елизарова
(ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»,
г. Санкт-Петербург, Россия)

ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТАВА ВОЗДУХА НА СВИНОВОДЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Рассматривается подход к созданию системы мониторинга концентраций вредных веществ, описываются используемые программные и технические средства.

Ключевые слова: вредные вещества, газоанализатор, беспроводная связь, LoRaWAN, SCADA-система.

M. I. Elizarova
(Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia)

APPROACH TO THE CONSTRUCTION OF AN AIR COMPOSITION MONITORING SYSTEM AT A PIG BREEDING COMPLEX

Abstract. An approach to the creation of a system for monitoring concentrations of harmful substances is considered, the software and hardware used are described.

Keywords: harmful substances, gas analyzer, wireless communication, LoRaWAN, SCADA system.

На животноводческих фермах промышленного типа главной задачей является поддержание соответствующего микроклимата. В процессе жизнедеятельности свиней выделяются токсичные газы, такие как аммиак и сероводород. Также на свиноводческом комплексе могут существенно повышаться уровни диоксида углерода и окиси углерода. Превышение концентрации аммиака и сероводорода на территории комплекса опасно и для животных, и для сотрудников, так как вызывает болезни слизистых оболочек и сосудов, поражает дыхательную систему. Высокая загазованность помещений может вызвать кислородное голодание, повышает восприимчивость организма к неблагоприятным условиям внешней среды, инфекциям. Потому при создании автоматизированной системы управления микроклиматом особое внимание стоит уделить системе контроля состава воздуха.

Для контроля уровня загазованности на территории комплекса устанавливаются газоанализаторы, например, многокомпонентные газоанализаторы Российской компании АО «Эксис», выполняющие измерения концентрации аммиака, сероводорода, диоксида углерода, окиси углерода. При превышении допустимого уровня замыкается сигнализирующий контакт, соответствующий этому газу. Сигнал о замыкании сигнализирующих контактов подается на счетчик импульсов СИ-11 компании «Вега Абсолют». Он имеет четыре независимых входа, каждый из который может быть настроен как охранный вход. При появлении сигнала на любом из них, информация об этом сразу передается на базовую станцию сети LoRaWAN, откуда она поступает на облачный сервер.

Выбор сети LoRaWAN обусловлен тем, что она имеет большую дальность, позволяет подключить большое количество оконечных устройств к одной базовой станции, имеет топологию «звезда», что дает возможность при необходимости быстро нарастить сеть. Кроме того, сеть LoRaWAN обеспечивает высокую безопасность данных и хорошую помехозащищенность. Также эта сеть имеет низкое энергопотребление, что делает возможным работу оконечного устройства от одной батарейки АА в течение нескольких лет [1].

На сервере посредством Master SCADA 4D реализовано автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора. Таким образом оператор своевременно получает информацию о превышении допустимого уровня газов и может принять необходимые меры. Также SCADA-система позволяет реализовать сбор, архивирование и хранение информации о состоянии системы, обработку информации и представление ее в наглядном виде, например, в форме динамизированных мнемосхем, гистограмм, анимационных изображений, графиков и таблиц, отображение и запись аварийных и предаварийных ситуаций, регистрацию всех действий оператора [2]. Средства Master SCADA 4D позволяют настроить показ сообщений несколькими способами, например, всплывающее окно сообщений, строка статуса, журнал сообщений. Также возможна отправка SMS или E-Mail уведомлений оператору.

Такая система позволяет экономить на кабельной продукции, так как сервер получает информацию от датчика посредством беспроводной технологии. К тому же снижается трафик сети, поскольку постоянный циклический опрос датчиков не требуется: система получает уведомление только при превышении допустимой концентрации.

Список использованных источников

1. Елизаров, И. А. Использование элементов «интернета вещей» в системах управления микроклиматом / И. А. Елизаров, В. Н. Назаров, А. А. Третья-

ков // Цифровизация агропромышленного комплекса : сб. науч. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. – 2020. – С. 362 – 367.

2. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы : учебное пособие / И. А. Елизаров, А. А. Третьяков, А. Н. Пчелинцев, В. А. Погонин, В. Н. Назаров, П. М. Оневский. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 160 с.

References

1. Elizarov, I. A. Using elements of the “Internet of things” in microclimate control systems / I. A. Elizarov, V. N. Nazarov, A. A. Tretyakov // Digitalization of the agro-industrial complex : collection of scientific articles of the II International Scientific and Practical Conference. In 2 vol. – 2020. – Pp. 362 – 367.

2. Integrated design and control systems: SCADA systems / I. A. Elizarov, A. A. Tretyakov, A. N. Pchelintsev, V. A. Pogonin, V. N. Nazarov, P. M. Onevsky. – Tambov : Publishing house of FSBEI VPO “TSTU”, 2015. – 160 p.

УДК 004.9

В. К. Зольников, Н. Н. Литвинов, Е. В. Грошева,
Д. А. Рыченков, В. С. Шапкин, Т. В. Скворцова
(Институт цифровых и интеллектуальных систем,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: wkz@rambler.ru)

МЕТОД РАСЧЕТА ВРЕМЕНИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ АППАРАТУРЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ МОЩНОСТИ

Аннотация. Проведены экспериментальные исследования воздействия на биполярные ИС гамма–излучения малой мощности. Приводятся результаты испытаний. Предложена модель оценки деградации электропараметров ИС.

Ключевые слова: микросхема, проектирование, радиация.

V. K. Zolnikov, N. N. Litvinov, E. V. Grosheva,
D. A. Ryzhenkov, V. S. Shapkin, T. V. Skvortsova
(Institute of Digital and Intelligent Systems,
VGLTU, Voronezh, Russia)

A METHOD FOR CALCULATING THE OPERATING TIME OF EQUIPMENT ELEMENTS WHEN EXPOSED TO LOW-POWER RADIATION

Abstract. Experimental studies of the effect of low–power gamma radiation on bipolar ICS have been carried out. The results of the tests are given. A model for assessing the degradation of electrical parameters is proposed.

Keywords: microcircuit, design, radiation.

При эксплуатации ИС в космических летательных аппаратах на них воздействует ионизирующее излучение малой мощности, приводящее к тому, что наряду с процессами деградации электропараметров от облучения, присутствуют процессы естественного старения. Совместное воздействие радиации и естественного старения изменяют надежность и радиационную стойкость изделий, и что особенно важно, влияние мощности воздействия, температуры среды и режима работы ИС оказывают существенное влияние на показатели стойкости и надежности [1 – 5].

Целью настоящих исследования является определения кинетики изменения электропараметров ИС от совместного воздействия радиации и процессов естественного старения с учетом мощности воздействия, температуры среды и режима работы ИС.

Для исследования этих процессов был поставлен многофакторный эксперимент, в ходе которого оценивалось изменение ПКГ от времени без облучения, в ходе облучения разной мощности, при воздействии температуры и различного электрического режима.

Для исследования этих процессов были проведены испытания на специально выполненных образцах (ИС 530ИР18 с тестовыми структурами), что позволило проанализировать изменение электропараметров как у ИС в целом, так и поведение ее отдельных элементов (транзисторов, резисторов, диодных цепочек и др.). Экспериментальные исследования заключались в проведении испытаний гамма-излучением малой мощности на ИС, находящихся в различных термотоковых режимах (при различной температуре окружающей среды, в различных режимах эксплуатации). Проводились также испытания на долговечность в течение 12 000 часов (как при нормальной, так и при повышенной температуре). Кроме того, для разработки полной математической модели были использованы результаты испытаний ИС на НПО «Электроника» в течение более 20 лет работы.

Экспериментальные результаты показали следующее:

1) доминирующее влияние имеют процессы старения при мощности дозы ниже 0,1 Р/с гамма-излучения, при мощности дозы свыше 1 Р/с доминирующим процессом является деградация электропараметров вследствие облучения;

2) при увеличении температуры окружающей среды процессы деградации электропараметров ускоряются при мощностях ниже 0,1 Р/с и замедляются при мощностях выше 1 Р/с;

3) при испытании в активном режиме процессы деградации увеличиваются при мощностях ниже 0,1 Р/с и замедляются при мощностях выше 1 Р/с.

Результаты экспериментальных исследований позволили разработать модель прогнозирования показателей стойкости и надежности биполярных ИС.

Основу данной модели составляет уравнение, описывающее изменение электропараметра ИС от времени, с учетом накопленной дозы, мощности воздействия, температуры окружающей среды и режима работы ИС.

Изменение электропараметра определяется по формуле:

$$Y = Y_{об} + Y_{ст} + rY_{об}Y_{ст}, \qquad (1)$$

где Y – общее изменение электропараметра; $Y_{ст}$ – изменение электропараметра вследствие старения; $Y_{об}$ – изменение электропараметра вследствие облучения; r – коэффициент влияния процессов старения и облучения друг на друга.

Таким образом, сущность данной модели заключается в том, что общее изменение электропараметров от комплекса факторов (старение и облучение) рассчитывается с помощью составляющих. Изменение электропараметров от облучения (первый член уравнения), изменение электропараметров от старения (второй член уравнения) и учет неаддитивности этих процессов (третий член уравнения). Критерием отказа ИС является достижение толерантного предела границы ТУ, поэтому решение этого уравнения осуществляется при U равном норме ТУ. В качестве неизвестных параметров в эти уравнения входят доза (D) и время (t). Для определения дозы отказа уравнения (1) и (2) решаются относительно дозы, при этом время определяется по формуле:

$$t = \frac{D}{M}. \qquad (2)$$

Для определения минимальной наработки на отказ уравнения (1) и (2) решаются относительно времени, при этом доза определяется по формуле:

$$D = Mt.$$

Для реализации прогноза по этой модели составлена программа расчета.

Список использованных источников

1. Полуэктов, А. В. Моделирование колебательных процессов в пакете MVSTUDIUM / А. В. Полуэктов, К. В. Зольников, В. И. Анциферова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 139 – 148.

2. Схемотехнические методы обеспечения стойкости экб к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, Ф. В. Макаренко, И. В. Журавлева, Е. А. Попова, Ю. В. Гриднев, Ю. А. Литвинова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 35 – 42.

3. Анализ чувствительности и результаты испытаний электронной компонентной базы к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, А. С. Ягодкин, В. И. Анциферова, С. А. Евдокимова, Т. В. Скворцова, Е. В. Грошева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 43 – 51.

4. Методы обнаружения и исправления ошибок в нерегулярных структурах при воздействии тяжелых заряженных частиц / А. Н. Зольникова, С. А. Евдокимова, О. В. Оксюта, Н. В. Панина, М. В. Солодилов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 51 – 58.

5. Общие подходы оценки стойкости к воздействию ионизирующего излучения космического пространства для зарубежной электронной компонентной базы предприятий-разработчиков / А. Е. Козюков, Н. Г. Гамзатов, С. В. Гречаный, К. В. Зольников, И. И. Струков, А. В. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 58 – 66.

References

1. Poluektov, A. V. Modeling of oscillatory processes in the MVSTUDIUM package / A. V. Poluektov, K. V. Zolnikov, V. I. Antsiferova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 139 – 148.
2. Circuit-engineering methods for ensuring ECB resistance to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, F. V. Makarenko, I. V. Zhuravleva, E. A. Popova, Yu. V. Gridnev, Yu. A. Litvinova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 35 – 42.
3. Sensitivity analysis and test results of the electronic component base to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, A. S. Yagodkin, V. I. Antsiferova, S. A. Evdokimova, T. V. Skvortsova, E. V. Grosheva // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 43 – 51.
4. Methods of detecting and correcting errors in irregular structures under the influence of heavy charged particles / A. N. Zolnikova, S. A. Evdokimova, O. V. Oxyuta, N. V. Panina, M. V. Solodilov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 51 – 58.
5. General approaches to assessing the resistance to the effects of ionizing radiation of outer space for foreign electronic component base of development enterprises / A. E. Kozyukov, N. G. Gamzatov, S. V. Grechany, K. V. Zolnikov, I. I. Strukov, A. V. Achkasov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 58 – 66.

УДК 004.9

К. В. Зольников, П. П. Куцько, И. В. Семейкин,
В. А. Фиронов, К. В. Манмарева, А. М. Плотников
(Институт цифровых и интеллектуальных систем,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: wkz@rambler.ru)

ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ И НАДЕЖНОСТИ МИКРОСХЕМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Аннотация. Рассматривается расчетно-экспериментальный метод оценки показателей стойкости и надежности и методика, с помощью которой оценивается стойкость и надежность ИС.

Ключевые слова: расчетно-экспериментальный метод, микросхема, радиация.

K. V. Zolnikov, P. P. Kutsko, I. V. Semeykin,
V. A. Mironov, K. V. Ponomareva, A. M. Plotnikov
(Institute of Digital and Intelligent Systems,
VGLTU, Voronezh, Russia)

EVALUATION OF THE DURABILITY AND RELIABILITY OF MICROCIRCUITS UNDER THE INFLUENCE OF GAMMA RADIATION

Abstract. The paper considers a computational and experimental method for assessing the indicators of durability and reliability and a technique by which the durability and reliability of IC is evaluated.

Keywords: computational and experimental method, microcircuit, radiation.

При эксплуатации ИС в полях космического излучения, для которых характерна малая мощность воздействия, наряду с процессами деградации электропараметров от облучения присутствуют процессы естественного старения. Эти процессы имеют комплексный характер, и, кроме того, на них оказывают влияние температура среды и режим работы ИС [1]. Оценка стойкости и надежности изделий путем прямого эксперимента занимает значительное время (которое может составить несколько лет). Следовательно, ставится задача определения стойкости и надежности расчетными или расчетно-экспериментальными методами [1 – 5]. В данной работе представлен расчетно-экспериментальный метод оценки показателей стойкости и надежности и методика, с помощью которой оценивается стойкость и надежность ИС.

Сущность метода заключается в проведении испытаний на высокой мощности и пересчете ее к низкой мощности с учетом температуры среды и режима работы ИС. Прогнозирование производится по изменению средних значений и среднеквадратичных отклонений параметров – критериев годности (ПКГ). Изменение ПКГ складывается из изменения от облучения при нормальной температуре (второй член уравнения), учета повышенной температуры среды (третий член уравнения), изменения вследствие старения при различной температуре (четвертый член уравнения). Учет взаимного влияния процессов старения и облучения осуществляется пятым членом уравнения. При активном режиме работы ИС все члены уравнения отличны от нуля. При пассивном режиме работы 4 и 5 члены обращаются в нуль.

Другими словами, для каждой ИС определяются параметры аппроксимации модели, характеризующие поведение электропараметра во всем диапазоне доз или времени испытаний. Таким образом, получается случайный набор значений параметров аппроксимации (вектор параметров), привязанных к конкретной ИС. Каждая из компонент вектора параметров от образца к образцу носит случайных характер, поэтому будет описываться статистическими средним и стандартным отклонением, которые необходимы для расчета показателей стойкости и надежности.

Для разработки данного метода были проведены как теоретические (анализ литературных данных), так и экспериментальные исследования. Экспериментальные исследования проводились на ИС серии 530 с тестовыми, а также на ИС серий 134, 106, 1838, 1804. Кроме того, для определения деградации электропараметров от естественного старения использованы результаты, полученные на НПО «Электроника» в течение более чем 20 лет работы, более чем по 50 типономиналам биполярных ИС различного конструктивно-технологического исполнения.

В результате проведенных исследований было установлено, что вследствие воздействия гамма-излучения малой мощности в полупроводниковой структуре наблюдается:

а) уменьшение подвижности и эффективной концентрации свободных носителей заряда;

б) уменьшение времени жизни неосновных носителей заряда;

в) накопление объемных и поверхностных зарядов;

г) образование новых центров рекомбимации и т.п.

Данные изменения приводят к:

– увеличению тока базы, а, следовательно, и уменьшению коэффициентов усиления;

– увеличению токов утечки;

– уменьшению напряжения пробоя.

Для прогнозирования деградации электропараметров ИС вследствие старения целесообразно использовать аппроксимационную зависимость Аррениуса изменения параметра от времени.

На основе представленной модели разработана методика для расчета показателей стойкости и надежности ИС, эксплуатируемых в активном и пассивном режимах в полях гамма-излучения малой мощности при нормальной и повышенной температуре окружающей среды.

Анализ зависимостей показывает, что среднее время наработки до отказа уменьшается при облучении. Причем, это уменьшение будет тем больше, чем больше мощность излучения, когда среднее время доработки на отказ будет определяться только облучением.

Список использованных источников

1. Разработка математических моделей физических процессов в разнородной многослойной структуре при радиационном воздействии / К. А. Чубур, И. И. Струков, С. А. Евдокимова, В. П. Белокуров, А. Д. Платонов, О. Н. Черкасов, К. В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 125 – 133.

2. Обзор методов измерения механической прочности тонких пленок / В. А. Беспалов, Д. А. Товарнов, Н. А. Дюжев, М. А. Махиборода, Е. Э. Гусев, К. В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 110 – 128.

3. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В. К. Зольников, Н. Г. Гамзатов, В. И. Анциферова, А. В. Полуэктов, В. А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 16 – 24.

4. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А. Е. Козюков, В. К. Зольников, С. А. Евдокимова, О. Н. Квасов, К. А. Яковлев, А. Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 10 – 16.

5. Схемотехнические методы обеспечения стойкости ЭКБ к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, Ф. В. Макаренко, И. В. Журавлева, Е. А. Попова, Ю. В. Гриднев, Ю. А. Литвинова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 35 – 42.

References

1. Development of mathematical models of physical processes in a heterogeneous multilayer structure under radiation exposure / K. A. Chubur, I. I. Strukov, S. A. Evdokimova, V. P. Belokurov, A. D. Platonov, O. N. Cherkasov, K. V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 125 – 133.

2. Review of methods for measuring the mechanical strength of thin films / V. A. Bespalov, D. A. Tovarnov, N. A. Dyuzhev, M. A. Makhiborod, E. E. Gusev, K. V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Pp. 110 – 128.

3. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V. K. Zolnikov, N. G. Gamzatov, V. I. Antsiferova, A. V. Poluektov, V. A. Fironov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Pp. 16 – 24.

4. Methods of ensuring the resistance of the electronic component base to single events by redundancy / A. E. Kozyukov, V. K. Zolnikov, S. A. Evdokimova, O. N. Kvasov, K. A. Yakovlev, A. D. Platonov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 1. – Pp. 10 – 16.

5. Circuit engineering methods for ensuring the resistance of ECB to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, F. V. Makarenko, I. V. Zhuravleva, E. A. Popova, Yu. V. Gridnev, Yu. A. Litvinova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 35 – 42.

УДК 004.9

К. В. Зольников, Е. В. Грошева, В. В. Котляров,
Р. Б. Рязанцев, Г. Д. Миронов, О. Н. Чередникова
(Институт цифровых и интеллектуальных систем,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: wkz@rambler.ru)

МЕТОД ОТБРАКОВКИ ПОТЕНЦИАЛЬНО НЕСТОЙКИХ МИКРОСХЕМ В СЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. Рассмотрены процессы возникновения скрытых дефектов в ИС и методы их выявления с помощью радиационно-стимулированного метода. Приводятся результаты эксперимента.

Ключевые слова: микросхема, стойкость, отбраковка.

K. V. Zolnikov, E. V.Grosheva, V. V.Kotlyarov,
R. B. Ryazantsev, G. D. Mironov, O. N. Cherednikova
(Institute of Digital and Intelligent Systems,
VGLTU, Voronezh, Russia)

METHOD OF REJECTION OF POTENTIALLY UNSTABLE CHIPS IN MASS PRODUCTION

Abstract. The processes of occurrence of hidden defects in IC and methods of their detection using the radiation-stimulated method are considered. The results of the experiment are presented.

Keywords: microchip, durability, rejection.

В настоящей работе представлены результаты исследований по отбраковке потенциально-ненадежных биполярных ИС радиационно-стимулирующим методом с применением программно-математического комплекса. Статистика параметрических отказов ИС показывает, что основная их доля вызвана дефектами в тонких (подзатворных) и толстых (пассивирующих) пленках оксидов кремния [1]. Эксперименты по облучению ИС [2] показывают, что в оксиде доминируют два типа дефектов с энергиями активации 0,9 и 1,6 эВ. Анализ методов активации скрытых дефектов показал, что наиболее приемлемым является метод облучения изделий гамма-излучением с последующим их отжигом и ускоренными испытаниями на наработку.

Использование результатов статистической обработки данных по отказам с применением программно-математического метода потенциальных функций, позволяет сформировать поля «образов» надежных

(Н) и ненадежных (НН) изделий данного типа и осуществлять отбраковку ненадежных схем.

Исследовались ИС 530ИР18 на выборке 50 шт. Предварительно был проведен конструктивно-технологический и схемотехнический анализ ИС с целью выбора информативных параметров, которые наиболее полно отражают физические явления, происходящие при активизации скрытых дефектов в активной структуре. Как правило, это могут быть не только предусмотренные в ТУ параметры, но и дополнительно выбранные. Так, для исследуемой ИС, кроме стандартных параметров, измерялся выходной ток низкого уровня.

Уровень облучения определялся по началу разделения массива значений параметров на 2–3 группы на гистограммах после облучения и отжига.

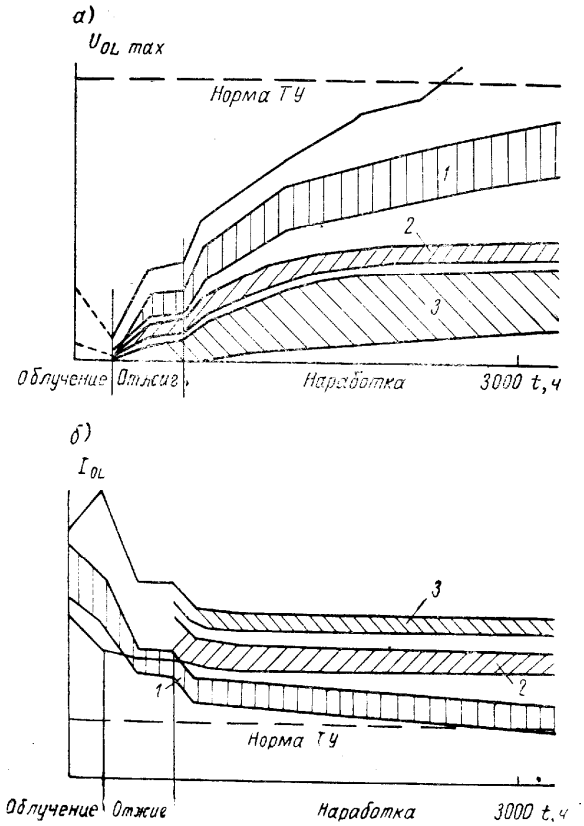


Рис. 1. Изменение параметров UOL и IOL в ходе испытаний

Для ИС режимы радиационно-термической обработки (РТО) составили: доза 105 рад; $T_{отж}$ = 125 °С в течение 120 ч. После РТО происходит полный отжиг введенных радиационных зарядов в ТД и стабилизация параметров на уровне значений, близких к первоначальным.

С целью определения степени влияния дефектов второго типа (после их радиационной стимуляции) на надежностные характеристики, после отжига проводились ускоренные испытания ИС на наработку в течение 4000 ч при температуре +125 °С и напряжении питания 5,5 В.

На рисунке 1 представлен ход изменения параметров ИС на каждой стадии процесса исследования. По окончании ускоренных испытаний осуществлялась разбраковка изделий по более жестким, чем в ТУ (цеховым) нормам и фиксировались отказавшие изделия. По результатам начальных замеров с учетом данных по отказам после РТО и ускоренных испытаний проводилась выработка правила классификации, которая включала в себя: подготовку статистических данных и оптимизацию числа информативных параметров; расчет полей информативных параметров изделий, выдержавших и отказавших за время ускоренных испытаний; расчет порога распознавания и выработка правила классификации.

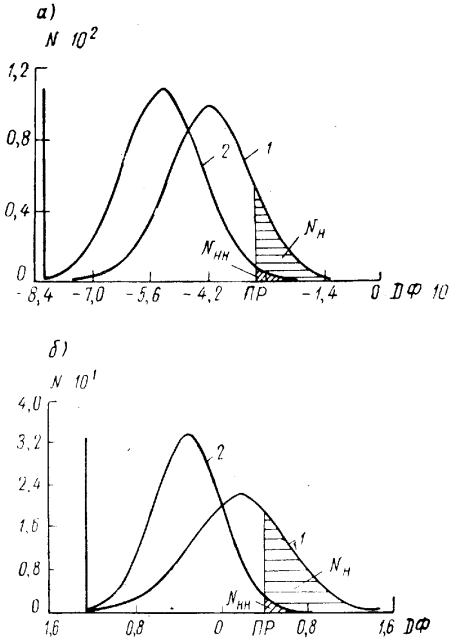


Рис. 2. Дискриминационная функция для годных (*1*) и негодных (*2*) ИС

В рамках исследований разработана программа обработки результатов испытаний обучающей выборки (IMAGE), которая предусматривает выработку правила классификации и разбраковку изделий на надежные и ненадежные по прогнозу с заданной вероятностью ошибки второго рода. В соответствии с ней строилась дискриминационная функция (ДФ) как разность потенциалов в полях информативных параметров.

Список использованных источников

1. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В. К. Зольников, Н. Г. Гамзатов, В. И. Анциферова, А. В. Полуэктов, В. А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 16 – 24.
2. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А. Е. Козюков, В. К. Зольников, С. А. Евдокимова, О. Н. Квасов, К. А. Яковлев, А. Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 10 – 16.
3. Схемотехнические методы обеспечения стойкости ЭКБ к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, Ф. В. Макаренко, И. В. Журавлева, Е. А. Попова, Ю. В. Гриднев, Ю. А. Литвинова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 35 – 42.
4. Анализ чувствительности и результаты испытаний электронной компонентной базы к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, А. С. Ягодкин, В. И. Анциферова, С. А. Евдокимова, Т. В. Скворцова, Е. В. Грошева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 43 – 51.
5. Проектирование интерфейсов сбоеустойчивых микросхем / В. К. Зольников, Н. В. Мозговой, С. В. Гречаный, И. Н. Селютин, И. И. Струков // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 17 – 24.

References

1. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V. K. Zolnikov, N. G. Gamzatov, V. I. Antsiferova, A. V. Poluektov, V. A. Fironov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Pp. 16 – 24.
2. Methods of ensuring the resistance of the electronic component base to single events by redundancy / A. E. Kozyukov, V. K. Zolnikov, S. A. Evdokimova, O. N. Kvasov, K. A. Yakovlev, A. D. Platonov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 1. – Pp. 10 – 16.
3. Circuit engineering methods for ensuring the resistance of ECB to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, F. V. Makarenko, I. V. Zhuravleva, E. A. Popova, Yu. V. Gridnev, Yu. A. Litvinova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 35 – 42.
4. Sensitivity analysis and test results of the electronic component base to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, A. S. Yagodkin, V. I. Antsiferova, S. A. Evdokimova, T. V. Skvortsova, E. V. Grosheva // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 43 – 51.

5. Designing interfaces of fault-resistant microcircuits / V. K. Zolnikov, N. V. Mozgovoy, S. V. Grechany, I. N. Selyutin, I. I. Strukov // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 1. – Pp. 17 – 24.

УДК 004.9

К. В. Зольников, Д. С. Нестерова, И. В. Сафонова,
С. В. Стоянов, Е. И. Алексинский, Ф. В. Макаренко
(Институт цифровых и интеллектуальных систем,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: wkz@rambler.ru)

ЦИФРОВЫЕ СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И СРЕДСТВ СВЯЗИ

Аннотация. Рассматривается разработка цифровых сигнальных процессоров и микроконтроллеров. Приводятся их характеристики и средства отладки.
Ключевые слова: САПР, микросхема, разработка, проектирование.

K. V. Zolnikov, D. S. Nesterova, I. V. Safonova,
S. V. Stoyanov, E. I. Aleksinsky, F. V. Makarenko
(Institute of Digital and Intelligent Systems,
VGLTU, Voronezh, Russia)

DIGITAL SIGNAL PROCESSORS AND MICROCONTROLLERS FOR CONTROL SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

Abstract. The paper discusses the development of digital signal processors and microcontrollers. Their characteristics and debugging tools are given.
Keywords: CAD, microchip, development, design.

В конце 1970-х гг. та же фирма Intel выпустила первый микроконтроллер (МК) – однокристальную микро-ЭВМ семейства MCS48, содержащую на одном кристалле, помимо микропроцессорного блока обработки информации (ядра) ОЗУ, программное ПЗУ, тактовый генератор, таймер-счетчик и порты ввода/вывода. Микроконтроллеры различаются в первую очередь по разрядности обрабатываемых данных. Выпускаются 4-, 8-, 16,- и 32-разрядные МК. Есть основания ожидать появления в ближайшем будущем для ряда применений и 64-разрядных МК. Архитектура некоторых МК обеспечивает обработку данных переменной разрядности, например, существуют 4/8-разрядные или 8/16-разрядные МК, система команд которых включает и часть команд для работы с 8- или 16-разрядными данными. Например, компанией Philips Semiconductor создан 16-разрядный МК с индексом 51XA, совместимый по исходному коду с популярными 8-разрядными МК семейства MCS51 [3].

Стремление использовать микро-ЭВМ для цифровой обработки сигналов привело к созданию специализированных изделий – цифровых процессоров обработки сигналов (ЦПОС), оптимизированных для решения задач с большим количеством математических вычислений, в первую очередь типа «MAC» – операции умножения с накоплением результата. Даже самые производительные из обычных МК плохо справляются с подобными задачами. Первой подобное изделие выпустила японская фирма NEC, за ней последовали Texas Instruments, AT&T, Motorola, Analog Devices и ряд других. Подобные специализированные микросхемы и получили название «цифровые сигнальные процессоры» или цифровые процессоры обработки сигналов. По объемам продаж уже в 1990-е годы они стали сопоставимыми с обычными микро-ЭВМ.

В зависимости от формата данных ЦПОС подразделяются на два класса: ЦПОС с плавающей запятой; ЦПОС с фиксированной запятой.

В настоящее время значительную часть рынка продаж изделий ЦПОС занимают 16-разрядные системы с форматом данных «фиксированная запятая». В связи с этим усилия ведущих зарубежных фирм направлены на разработку и 16-разрядных ядер ЦПОС и систем различной конфигурации на их основе.

К числу таких фирм относятся:Texas Instruments, USA., занимает около 45% мирового рынка ЦПОС. На базе своего низкопотребляющего ядра C20xLP разработала семейство C20x недорогих сигнальных процессоров,предназначенных для массового применения, в том числе для замены микроконтроллеров (8 типов микросхем производительностью 20 MIPS и 40 MIPS).

Семейство C24x – высокоинтегрированные ЦПОС, оптимизированные для цифровых систем управления связным оборудованием, электродвигателями и т. п. (12 типов ИМС производительностью 20 MIPS и 40 MIPS). Вновь разработанный TMS320C2700 также интегрирует функции ЦПОС и микроконтроллера на одном кристалле и обеспечивает производительность до 100 MIPS.

Mentor Graphics Corp., разработавшая совместимые с аналогичными изделиями фирмы Texas Instruments ядра M320C25 и M320C50 производительностью 20 MIPS и 40 MIPS и степенью интеграции 25К вентилей и 40К вентилей соответственно.

Несмотря на достигнутые высокие показатели производительность/стоимость сигнальных процессоров с фиксированной запятой, решение определенного класса задач, таких, например, как обработка информации в радарах, распознавание образов и многих других требует применения 32-разрядных ЦПОС с форматом «плавающая

запятая». Для данных микросхем разработано аппаратно-програмное обеспечение, включающее в себя аппаратный отладчик в режиме реального времени и программный эмулятор, накоплена библиотека программ для решения типовых задач и имеются специалисты для разработки управляющих программ.

Для разработки систем на основе выпускаемых НИИЭТ изделий для серии 1830 и 1874 разработаны программно-аппаратные средства отладки [1 – 5]. Аппаратную отладку программ для ИМС 1867ВМ2 можно проводить на процессорной плате TMDS 3260026, выполненной на ЦОС TMS320C26. ИМС TMS320C26 программно- и аппаратно совместима с ИМС TMS320C25, за исключением обьема внутренних ОЗУ и ПЗУ, эти отличия легко отслеживаются программистом. В комплект поставки входит ассемблер, линкер и отладчик.

Список использованных источников

1. Схемотехнические методы обеспечения стойкости ЭКБ к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, Ф. В. Макаренко, И. В. Журавлева, Е. А. Попова, Ю. В. Гриднев, Ю. А. Литвинова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 35 – 42.
2. Создание поведенческой модели LDMOS транзистора на основе искусственной MLP нейросети и ее описание на языке VERILOG-A / С. А. Победа, М. И. Черных, Ф. В. Макаренко, К. В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 28 – 34.
3. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А. Е. Козюков, В. К. Зольников, С. А. Евдокимова, О. Н. Квасов, К. А. Яковлев, А. Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 10 – 16.
4. Полуэктов, А. В. Моделирование колебательных процессов в пакете MVSTUDIUM / А. В. Полуэктов, К. В.Зольников, В. И. Анциферова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 139 – 148.
5. Проектирование интерфейсов сбоеустойчивых микросхем / В. К. Зольников, Н. В. Мозговой, С. В. Гречаный, И. Н. Селютин, И. И. Струков // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 17 – 24.

References

1. Circuit engineering methods for ensuring the resistance of ECB to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, F. V. Makarenko, I. V. Zhuravleva, E. A. Popova, Yu. V. Gridnev, Yu. A. Litvinova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 35 – 42.
2. Creation of a behavioral model of an LDMOS transistor based on an artificial MLP neural network and its description in the VERILOG-A language / S. A. Pobeda, M. I. Chernykh, F. V. Makarenko, K. V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 2. – Pp. 28 – 34.
3. Methods of ensuring the resistance of the electronic component base to single events by redundancy / A. E. Kozyukov, V. K. Zolnikov, S. A. Evdokimova,

O. N. Kvasov, K. A. Yakovlev, A. D. Platonov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 1. – Pp. 10 – 16.

4. Poluektov, A. V. Modeling of oscillatory processes in the MVSTUDIUM package / A. V. Poluektov, K. V. Zolnikov, V. I. Antsiferova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 139 – 148.

5. Designing interfaces of fault-resistant microcircuits / V. K. Zolnikov, N. V. Mozgovoy, S. V. Grechany, I. N. Selyutin, I. I. Strukov // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 1. – Pp. 17 – 24.

УДК 004.9

В. К. Зольников, А. В. Толкачев, С. А. Врагов,
С. В. Фролов, А. С. Ватуев, О. В. Оксюта
(Институт цифровых и интеллектуальных систем,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: wkz@rambler.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИХ МИКРОСХЕМ

Аннотация. Рассматривается математическое обеспечение систем автоматизации проектирования радиационно-стойких микросхем, приводится опыт работы в этой области. Указывается библиотека с учетом норм технологического процесса предприятия.

Ключевые слова: САПР, графическая подсистема, модули, процедуры.

V. K. Zolnikov, A. V. Tolkachev, S. A. Enemies,
S. V. Frolov, A. S. Batuev, O. V. Aksyuta
(Institute of Digital and Intelligent Systems,
VGLTU, Voronezh, Russia)

MATHEMATICAL SUPPORT FOR THE DESIGN OF RADIATION-RESISTANT MICROCIRCUITS

Abstract. The paper considers the mathematical support of design automation systems for radiation-resistant microcircuits. the experience of work in this field is given. The library is indicated taking into account the norms of the technological process of the enterprise.

Keywords: CAD, graphics subsystem, modules, procedures.

В настоящее время КМОП БИС находит широкое применение в аппаратуре общего и специального назначения. Эти схемы должны обеспечивать работоспособность и соответствующие технические показатели в широком диапазоне температур, больших механических нагрузках, в условиях химического, радиационного и других воздействий. Данные требования и возрастающая сложность узлов КМОП БИС, изменение методологии их проектирования и производства требуют постоянного совершенствования средств автоматизации проектирования.

Резкое сокращение количества предприятий, которые могли самостоятельно реализовывать полный цикл «проектирование – производство» различных классов микросхем привел к необходимости применения технологии «разделения функций», когда проектирование и изготовление БИС осуществляется различными предприятиями.

В этих условиях актуальна разработка средств автоматизации проектирования базовых элементов КМОП БИС двойного назначения, представляющие собой как базовые двоичные элементы, так и функциональные блоки на функционально-логическом и схемотехническом уровнях в условиях радиационного воздействия.

Разработаны математические модели элементов с учетом конструктивно-технологических параметров и характеристик ВВФ в соответствии с КГС «Климат-7» [1 – 5].

Для статических видов ионизирующего излучения экспериментально определены все функциональные зависимости параметров модели от дозы и вида излучения для аттестованного техпроцесса в уравнении ВАХ МОПТ. Для определения коэффициентов аппроксимации были изготовлены кристаллы с типовыми тестовыми структурами, разработана методика измерений и проведены необходимые испытания.

Для учета импульсных видов ВВФ используются генераторы ионизационных токов. Величина которых в зависимости от конструкции и параметров излучения определяется полученными соотношениями.

Моделирование базовых элементов на функционально-логическом уровне с учетом радиации предложено проводить в соответствии с разработанной методикой. Вначале осуществляется предварительный логический анализ с последующим переходом на схемотехнический уровень иерархии для моделирования базовых элементов. На этом этапе рассчитываются: изменение времени переключения тестовых элементов, нагрузочных способностей, помехоустойчивости и др. за счет воздействия радиации, температуры и т.п. Далее проводится логический анализ, моделирование неисправностей с учетом реальных параметров, генерация тестов, поиск и анализ дефектов.

Этап функционально-логического моделирования и генерации тестов базовых элементов является наиболее трудоемким. Для реализации задачи синтеза тестов необходимо решать задачу моделирования неисправностей. При этом важнейшим требованием является обеспечение единства построения средств логического анализа, моделирования неисправностей, анализа схем на тестопригодность. Степень тестопригодности схемы оценивается количеством невыявленных неисправностей из числа возможных.

С помощью разработанных средств моделирования создана иерархическая библиотека стандартных элементов с учетом радиационного воздействия для создания широкой номенклатуры КМОП БИС для ЦОС, которая позволяет конструировать интегральные схемы любой сложности.

Данная библиотека имеет три уровня иерархии, каждый из которых объединяет элементы по их сложности.

Нулевой уровень – элементарные структуры, включающие в себя двоичные элементы и логические ячейки (инверторы, «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ», исключающее ИЛИ и их комбинации), триггеры и т.п.

Первый уровень – более сложные элементы: счетчики, дешифраторы, сумматоры и т.д.

Третий уровень – макрофрагменты функционально-законченных блоков: контроллеры, АЛУ, умножители и т.п.

Список использованных источников

1. Разработка математических моделей физических процессов в разнородной многослойной структуре при радиационном воздействии / К. А. Чубур, И. И. Струков, С. А. Евдокимова, В. П. Белокуров, А. Д. Платонов, О. Н. Черкасов, К. В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 125 – 133.
2. Математическая модель поглощения энергии излучения многослойной структурой и решение сеточным методом / К. А. Чубур, И. И. Струков, С. А. Евдокимова, В. С. Волков, А. Д. Платонов, О. Н. Черкасов, Ю. А. Чевычелов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 133 – 140.
3. Журавлева, И. В. Полупроводниковые технологии для реализации радиационно-стойких СБИС / И. В. Журавлева, Е. А. Попова // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 44 – 52.
4. Журавлева, И. В. Развитие технологии систем на кристалле для современной электронной компонентной базы / И. В. Журавлева, Е. А. Попова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 12 – 20.
5. Полуэктов, А. В. Моделирование колебательных процессов в пакете MVSTUDIUM / А. В. Полуэктов, К. В. Зольников, В. И. Анциферова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 139 – 148.

References

1. Development of mathematical models of physical processes in a heterogeneous multilayer structure under radiation exposure / K. A. Chubur, I. I. Strukov, S. A. Evdokimova, V. P. Belokurov, A. D. Platonov, O. N. Cherkasov, K. V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 125 – 133.
2. Mathematical model of radiation energy absorption by a multilayer structure and solution by a grid method / K. A. Chubur, I. I. Strukov, S. A. Evdokimova, V. S. Volkov, A. D. Platonov, O. N. Cherkasov, Yu. A. Chevychelov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 133 – 140.
3. Zhuravleva, I. V. Semiconductor technologies for the implementation of radiation-resistant VLSI / I. V. Zhuravleva, E. A. Popova // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 44 – 52.

4. Zhuravleva, I. V. Development of technology of systems on a chip for a modern electronic component base / I. V. Zhuravleva, E. A. Popova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 12 – 20.

5. Poluektov, A. V. Modeling of oscillatory processes in the MVSTUDIUM package / A. V. Poluektov, K. V. Zolnikov, V. I. Antsiferova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 139 – 148.

УДК 004.9

К. В. Зольников, И. С. Кущева, О. В. Вихрова,
А. С. Фролов, Н. Н. Литвинов, А. В. Ачкасов
(Институт цифровых и интеллектуальных систем,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: wkz@rambler.ru)

ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТИРОВЩИКА МИКРОСХЕМ

Аннотация. Рассмотрен входной язык проектирования БИС. Приведен принцип формирования модулей языка.
Ключевые слова: САПР, микросхема, лингвистическое обеспечение.

K. V. Zolnikov, I. S. Kushcheva, O. V. Vikhrova,
A. S. Frolov, N. N. Litvinov, A. V. Achkasov
(Institute of Digital and Intelligent Systems,
VGLTU, Voronezh, Russia)

LINGUISTIC SUPPORT OF THE CHIP DESIGNER

Abstract. The input language of BIS design is considered. The principle of formation of language modules is given.
Keywords: CAD, microchip, linguistic support.

В работах [1 – 5] рассмотрены проблемно-ориентированные программные средства поведенческого, функционально-логического, схемотехнического моделирования, генерации тестов и проектирования топологии КМОП БИС двойного назначения.

В рамках данной работы рассматриваются особенности реализации лингвистического обеспечения АРМ проектировщика КМОП БИС. Лингвистические средства удовлетворяют следующим требованиям:

– функциональная полнота в рамках сквозного процесса проектирования изделий электронной техники;

– естественная, наглядная форма описания данных о схеме, не требующая знаний по программированию;

– совместной графической интерпретации модели объекта и результатов моделирования на любом этапе процесса проектирования, в том числе и в его ходе;

– гибкости и универсальности;

– высокой скорости подготовки, обработки, преобразования и документирования данных о схеме и результатах проектирования, а также возможности и простоты автоматизации процедур;

– простоты развития.

В основу разработки лингвистических средств положен предложенный структурно-модульный принцип описания схем на всех уровнях иерархического процесса проектирования.

На его основе разработан входной язык (ВЯ-М) описания модели типовых модулей. В качестве основы языка принят модуль. В это понятие входят как сам модуль (выполняющий определенные функции), являющийся головным, так и совокупность остальных модулей по описанию его геометрической модели; многоуровневого представления; описания поведенческих, функционально-логических и электрофизических характеристик (в том числе и с учетом радиационных воздействий), топологии, символьного представления геометрической модели. Библиотека модулей может расширяться.

Головной модуль содержит ссылки на основные подчиненные ему модули. Модуль многоуровневого описания обеспечивает представление типового элемента на основе более простых конструктивных элементов как на одном уровне иерархии проектирования, так и при прямом и обратном переходе с уровня на уровень. Таким образом, данный модуль является связующим звеном иерархического процесса проектирования, обеспечивающим возможность реализации принципа непрерывности.

Входной язык строится на основе алфавита и набора ключевых командных слов, которые делятся на две группы – для описания начала и конца записей и имен атрибутов остальных записей.

Основной структурной единицей языка описания модулей служит запись, тело записи заключается между ключевыми словами начала и конца записи и состоит из набора атрибутов их значений. Во вторую группу ключевых слов входят имена атрибутов основных записей. Следует отметить, что длина информационной строки не превышает 80 символов. В одной строке может быть несколько выражений, отдельные выражения могут иметь строки продолжения до появления признака конца выражения. Пробелы внутри выражения игнорируются, а внутри ключевых слов недопустимы.

Идентификатор ссылки определяет текстовую часть уникального имени компонента схемы, для которого данный логический модуль является библиотечным описанием.

Модуль как информационный блок имеет иерархическую структуру записей. Существует головная запись, открывающая доступ к записям более низкого уровня. Понятием «порожденная запись» обозначают те записи, которые стоят на более низком уровне иерархии по отношению к головной.

Порожденная запись может быть включена в тело головной записи или задаваться отдельно от нее. В последнем случае обязательным атрибутом порожденной записи является имя модуля головной записи.

В лингвистические средства также входит разработанный язык описания входных воздействий и задания на проектирования ЯОВВ и ЗП.

Эффективность языка обеспечивалась за счет возможностей как символьного, так и графических способов описания, использования сокращенных и командных форм описания и формирования наиболее объемных данных, рациональных процедур манипулирования данными.

Разработанный язык предназначен для описания внешних воздействий, задания режимов моделирования, эталонной реакции цифрового блока (если она известна), результатов моделирования, которые могут включать как реакцию схемы на внешних выходах, так и на заданных внутренних линиях.

Список использованных источников

1. Компьютерное моделирование воздействия радиации на энергонезависимую память OXRAM / П. А. Чубунов, М. В. Солодилов, Р. Б. Рязанцев, Н. Н. Литвинов, Н. Г. Гамзатов, Т. В. Скворцова, О. В. Оксюта // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 102 – 109.

2. Схемотехнические методы обеспечения стойкости экб к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, Ф. В. Макаренко, И. В. Журавлева, Е. А. Попова, Ю. В. Гриднев, Ю. А. Литвинова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 35 – 42.

3. Анализ чувствительности и результаты испытаний электронной компонентной базы к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, А. С. Ягодкин, В. И. Анциферова, С. А. Евдокимова, Т. В. Скворцова, Е. В. Грошева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 43 – 51.

4. Методы обнаружения и исправления ошибок в нерегулярных структурах при воздействии тяжелых заряженных частиц / А. Н. Зольникова, С. А. Евдокимова, О. В. Оксюта, Н. В. Панина, М. В. Солодилов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 51 – 58.

5. Общие подходы оценки стойкости к воздействию ионизирующего излучения космического пространства для зарубежной электронной компонентной базы предприятий-разработчиков / А. Е. Козюков, Н. Г. Гамзатов, С. В. Гречаный, К. В. Зольников, И. И. Струков, А. В. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 58 – 66.

References

1. Chubunov, P. A. Computer modeling of radiation effects on non-volatile memory OXRAM / P. A. Chubunov, M. V. Solodilov, R. B. Ryazantsev, N. N. Litvinov, N. G. Gamzatov, T. V. Skvortsova, O. V. Oxyuta // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Pp. 102 – 109.

2. Circuit engineering methods for ensuring the resistance of ECB to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, F. V. Makarenko, I. V. Zhuravleva, E. A. Popova, Yu. V. Gridnev, Yu. A. Litvinova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 35 – 42.

3. Sensitivity analysis and test results of the electronic component base to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, A. S. Yagodkin, V. I. Antsiferova, S. A. Evdokimova, T. V. Skvortsova, E. V. Grosheva // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 43 – 51.

4. Methods of detecting and correcting errors in irregular structures under the influence of heavy charged particles / A. N. Zolnikova, S. A. Evdokimova, O. V. Oxyuta, N. V. Panina, M. V. Solodilov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 51 – 58.

5. General approaches to assessing the resistance to the effects of ionizing radiation of outer space for foreign electronic component base of development enterprises / A. E. Kozyukov, N. G. Gamzatov, S. V. Grechany, K. V. Zolnikov, I. I. Strukov, A. V. Achkasov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 58 – 66.

УДК 004.9

В. К. Зольников, Е. Е. Дедова, И. С. Козлова,
А. П. Лапшин, О. А. Майгур, А. И. Яньков
(Институт цифровых и интеллектуальных систем,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: wkz@rambler.ru)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОСХЕМ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Рассматриваются особенности проектирования микросхем двойного назначения. Двойное назначение заключается в возможности использовать микросхемы при воздействии механических нагрузок, температуры и радиации. Указывается библиотека с учетом норм технологического процесса предприятия.

Ключевые слова: САПР, микросхема, модули, процедуры.

V. K. Zolnikov, E. E. Dedova, I. S. Kozlova,
A. P. Lapshin, O. A. Maygur, A. I. Yankov
(Institute of Digital and Intelligent Systems,
VGLTU, Voronezh, Russia)

DESIGN FEATURES OF DUAL-PURPOSE MICROCHIPS

Abstract. The paper considers the design features of dual-purpose microcircuits. The dual purpose is the ability to use microchips under the influence of mechanical loads, temperature and radiation. The library is indicated taking into account the norms of the technological process of the enterprise.

Keywords: CAD, microchip, modules, procedures.

В настоящее время цифровая обработка сигналов (ЦОС) применяется в цифровой фильтрации, кодировании речи, обработке изображений и т.п. Отличительными чертами ее являются большой объем вычислений, работа в реальном масштабе времени, гибкость настройки и т.п. Поэтому целый ряд фирм проводит работы по разработке ядер ЦОС на основе которых в короткие сроки и с максимальной эффективностью создаются сигнальные процессоры для самых различных применений. Несмотря на всю привлекательность использования таких СБИС, их применение ограничивается чувствительностью к внешним воздействующим факторам (ВВФ): температуре, радиации и т.п. Особенно чувствительны они к совместному воздействию температуры и радиации, которые характерны для космического пространства. Поэтому в настоящее время стоит задача создать комплект функ-

ционально полного комплекта СБИС, который обладал повышенной стойкостью к ВВФ. Для этого, прежде всего, необходимо создать средства проектирования таких СБИС на основе существующих САПР.

Чтобы решить задачу проектирования СБИС для ЦОС приходится использовать САПР сквозного проектирования зарубежных фирм, таких как Cadence Design System, Synopsys, Avante!, Mentor Graphics и др. Из представленных систем в НИИЭТ внедрена система, представляющая собой совокупность аппаратных и программных средств с пакетом программ сквозного проектирования фирмы Cadence Design System.

Такой выбор обусловлен тем, что САПР Cadence наиболее полно поддерживает концепцию дублирования и открытости. Дублирование заключается в использовании IP-блоков (Intellectual Property), которые являются примитивами элементов и могут быть многократно использованы для многократного повторения в новых разработках. Открытость системы предполагает широкие возможности интеграции в нее программных модулей собственных разработок или программных пакетов САПР третьих фирм.

Особенностью проектирования СБИС двойного назначения на основе ядра ЦПОС является использование элементов, учитывающих реакцию ИС на ионизирующее воздействие, температуру, включая их совместное действие, и влияние электрического режима. С этой целью в САПР включены дополнительные модули и создана библиотека стандартных элементов, учитывающих реакцию ИС на ионизирующее воздействие (ИИ), температурное поле кристалла и электрический режим эксплуатации ИС. Дополнительные модули, разработанные в НИИЭТ, рассчитывают поглощенную дозу радиации, повышение температуры, вызванной этой дозой, и развивающиеся термомеханические эффекты. Кроме того, они способны оценить эквивалентность воздействия различных видов радиации, учесть спектрально-энергетические и амплитудно-временные характеристики.

Библиотека базовых логических элементов спроектирована в соответствии с Правилами проектирования для технологического процесса. Топология ядра реализована на основе разработанной библиотеки с использованием двухуровневой металлической разводки. В состав библиотеки входят такие элементы как логические ячейки, мультиплексоры, различные модификации защелок, триггеры, ключи, буферы. Библиотека ориентирована на использование программного продукта GDT. Особенности учета радиационного воздействия заключаются в добавлении в стандартные элементы генераторов токов и паразитных биполярных транзисторов. Учет нелинейности процессов отклика ре-

акции элементов ИС на радиационное воздействие заключается в использовании дополнительных паразитных конденсаторов и резисторов. Для определения влияния радиационного воздействия были созданы тестовые структуры, экспериментальные исследования которых позволили определить зависимость электрических и электрофизических параметров от ВВФ.

В описании библиотеки для каждого библиотечного элемента приводится: название элемента, электрическая схема, условное графическое обозначение, таблица емкостей входов и выходов, таблица времен задержек переключения из низкого уровня в высокий и из высокого в низкий с учетом емкости нагрузки. В качестве единичной нагрузки выбрана входная емкость логического элемента «инвертор». Следует отметить, что деградация элементов от дозы радиации учитывается изменением нагрузочной способности, которая в целом имеет экспоненциальную зависимость от дозы ИИ.

Список использованных источников

1. Реализация оптимального построения комбинационного устройства и оценка надежности по выходному напряжению / Ф. В. Макаренко, А. С. Ягодкин, К. В. Зольников, О. А. Денисова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 130 – 139.

2. Общие подходы оценки стойкости к воздействию ионизирующего излучения космического пространства для зарубежной электронной компонентной базы предприятий-разработчиков / А. Е. Козюков, Н. Г. Гамзатов, С. В. Гречаный, К. В. Зольников, И. И. Струков, А. В. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 58 – 66.

3. Повышение стойкости электронной компонентной базы к дозовым эффектам радиационного воздействия / А. Е. Козюков, К. В. Зольников, С. Г. Мещеряков, А. С. Грошев, Д. В. Сысоев // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 16 – 22.

4. Обзор логических базисов и микросхем при построении комбинационного устройства с учетом надежности / Ф. В. Макаренко, А. С. Ягодкин, К. В. Зольников, О. А. Денисова, А. В. Полуэктов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115 – 124.

5. Создание поведенческой модели LDMOS транзистора на основе искусственной MLP нейросети и ее описание на языке VERILOG-A / С. А. Победа, М. И. Черных, Ф. В. Макаренко, К. В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 28 – 34.

References

1. Realization of optimal construction of a combinational device and evaluation of reliability by output voltage / F. V. Makarenko, A. S. Yagodkin, K. V. Zolnikov, O. A. Denisova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 130 – 139.

2. General approaches to assessing the resistance to the effects of ionizing radiation of outer space for foreign electronic component base of development enterprises / A. E. Kozyukov, N. G. Gamzatov, S. V. Grechany, K. V. Zolnikov, I. I. Strukov, A. V. Achkasov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 58 – 66.

3. Increasing the resistance of the electronic component base to the dose effects of radiation exposure / A. E. Kozyukov, K. V. Zolnikov, S. G. Meshcheryakov, A. S. Groshev, D. V. Sysoev // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 1. – Pp. 16 – 22.

4. Review of logical bases and microcircuits in the construction of a combinational device taking into account reliability / F. V. Makarenko, A. S. Yagodkin, K. V. Zolnikov, O. A. Denisova, A. V. Poluektov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 115 – 124.

5. Creation of a behavioral model of an LDMOS transistor based on an artificial MLP neural network and its description in the VERILOG-A language / S. A. Pobeda, M. I. Chernykh, F. V. Makarenko, K. V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 2. – Pp. 28 – 34.

УДК 004.9

В. К. Зольников, Д. В. Байбеков, А. А. Андрюшин,
В. И. Силонов, А. И. Озеров, Д. Э. Косинов
(Институт цифровых и интеллектуальных систем,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: wkz@rambler.ru)

ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ МИКРОСХЕМ

Аннотация. Рассматриваются модули графической подсистемы для системы автоматизации проектирования микросхем. Показана структура графического редактора. Она позволяют эффективно реализовать процесс описания всей совокупности данных о типовых элементах КМОП БИС двойного назначения и преобразование структуры схем в рамках различных уровней моделирования.

Ключевые слова: САПР, графическая подсистема, модули, процедуры.

V. K. Zolnikov, D. V. Baibakov, A. A. Andryushin,
V. I. Silonov, A. I. Ozerov, D. E. Kosinov
(Institute of Digital and Intelligent Systems,
VGLTU, Voronezh, Russia)

GRAPHIC SUBSYSTEM OF THE DESIGN AUTOMATION SYSTEM FOR MICROCHIPS

Abstract. The paper considers the modules of the graphics subsystem for the automation system of chip design. The structure of the graphic editor is shown. It makes it possible to effectively implement the process of describing the entire set of data on typical dual-use CMOS BIS elements and transforming the structure of circuits within various levels of modeling.

Keywords: CAD, graphics subsystem, modules, procedures.

В статье рассматривается структура графической подсистемы (ГП) АРМ проектировщика КМОП БИС двойного назначения, созданной на основе ПЭВМ. Графически подсистема реализована на алгоритмическом языке FORTRAN и С. Для ее функционирования требуется объем ОЗУ до 0,5 Мбайт. В ГП входят программные модули: MG, TMOD, TL, LR, SR,GR, SDPR, PSR, PSTG. Программный модуль MG является управляющим. С его помощью организуется взаимодействие с операционной системой АРМ и между всеми программными модулями системы, в том числе программами поведенческого, функционально-логического, схемотехнического, топологического проектирования и генерации тестов [1 – 5].

Модули TMOD и TL обеспечивают обработку конструкций входного языка описания входных воздействий и задания на проектирование и модульного описания стандартных элементов, проверку синтаксиса и семантики, выявления наиболее вероятных ошибок, формирование и вывод на экран диагностических сообщений. С их помощью осуществляются процедуры автоматического формирования данных в графической форме при символьном методе описания, генерации сигналов по эмпирическим законам и другие.

Модуль LR предназначен для управления библиотекой пользователя, включает процедуры инициализации библиотеки, вывода ее оглавления, распечатки элементов библиотеки, удаления или добавления элементов из(в) библиотеки(у), проверку существования модуля в библиотеке, запись его в библиотеку проекта без модификации и с модификацией (без раскрытия внутренней структуры или с раскрытием по заданию пользователя), выполнение необходимых преобразований для вложенных структур и другие, а также общие процедуры управления базой данных.

Ядром подсистемы является графический редактор (ГР) SR. Программно реализованные процедуры ГР можно разделить на группы в соответствии с их функциональным назначением.

Процедуры общего назначения предназначены для настройки ГР (задания спецификаций и цвета линий, временного интервала для создания копий редактируемого файла, задания шага координатной сетки, параметров пользователя и другие), для поддержки пользователя (процедуры оказания помощи), для выхода из редактора с сохранением внесенных изменений или без сохранения. Группа процедур рисования и редактирования базовых фигур – линии, многоугольника, дуги, окружности, прямоугольника, трассы, а также процедур, позволяющих изменять, копировать, удалять сформированные изображения. Следующая группа содержит процедуры формирования библиотеки элементов – задания имени библиотечного элемента, рисования его изображения, обозначения типа библиотечного элемента, размещения его в координатном поле, записи в библиотеку, просмотра библиотеки и др.

Процедуры формирования элементов схемы позволяют вызвать элементы из библиотеки и закрепить их в модели координатного поля с присвоением порядковых номеров по типам элементов; редактировать элементы – сдвигать, изменять ориентацию, копировать, удалять, разрешать или запрещать редактирование отдельных элементов или групп. Группа процедур для формирования и редактирования связей предназначена для интерактивной и автоматической трассировки, для редактирования уже разведенных связей; формирования файла описания цепей и элементов. Групповые процедуры позволяют обрабаты-

вать фрагменты схемы, задавать список наблюдаемых слоев, выводить списки цепей, задействованных библиотечных элементов и всей библиотеки в целом, а также формировать области трассировки. И последняя группа содержит процедуры управления изображением, предназначенные для центрирования, масштабирования изображений, идентификации обрабатываемых элементов, управления координатным полем и т.д.

ГР имеет иерархическую структуру команд, которые разделены на два уровня:

1) командных процедур;
2) команд курсора.

В свою очередь, команды курсора можно разделить на подуровни:

– ввода-вывода;
– редактирования;
– управления изображением.

К уровню командных процедур относятся процедуры, с помощью которых пользователь может вывести справочную информацию, задать режим координатных осей на экране, установить спецификацию линий чертежа, слоев, войти в режим синтеза и редактирования чертежа, формирования рабочей библиотеки файла – описание структуры схемы, интерактивной и автоматической трассировки связей, идентификации точек привязки библиотечных элементов схемы; выделения подмножества деревьев, принадлежащих цепям схемы; формирование графического файла описания цепей и элементов схемы по файлу описания схемы; прервать процесс проектирования; вывод изображения на экран графического дисплея, и др.

В группу рисования и редактирования базовых геометрических фигур входят шесть команд построения прямоугольника, многоугольника, круга, линии, дуги и текста и следующие команды редактирования сдвига, удаления, модификации и копирования.

К этой же группе относятся команды формирования изображения библиотечных элементов – ввод имени библиотечного элемента, его размещения в координатном поле, размещение элемента по матрице, рисование корпуса библиотечного элемента; рисование выводов, задание типа элементов.

Таким образом, разработанные средства позволяют эффективно реализовать процесс описания всей совокупности данных о типовых элементах КМОП БИС двойного назначения и преобразование структуры схем в рамках различных уровней моделирования.

Список использованных источников

1. Обзор методов измерения механической прочности тонких пленок / В. А. Беспалов, Д. А. Товарнов, Н. А. Дюжев, М. А. Махиборода, Е. Э. Гусев, К. В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 110 – 128.
2. Компьютерное моделирование радиационного воздействия на энергонезависимую память с высоким быстродействием / П. А. Чубунов, А. П. Лапшин, М. В. Солодилов, Р. Б. Рязанцев, Н. Г. Гамзатов, С. А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 93 – 102.
3. Математическое моделирование и программная реализация процесса управления обеспечением безопасности полетов и деятельностью авиационного персонала / Е. А. Шипилова, А. А. Платонов, Р. Ф. Равлык, А. А. Господ // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 100 – 109.
4. Обзор логических базисов и микросхем при построении комбинационного устройства с учетом надежности / Ф. В. Макаренко, А. С. Ягодкин, К. В. Зольников, О. А. Денисова, А. В. Полуэктов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115 – 124.
5. Полуэктов, А. В. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных / А. В. Полуэктов, Ф. В. Макаренко, А. С. Ягодкин // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33 – 41.

References

1. Review of methods for measuring the mechanical strength of thin films / V. A. Bespalov, D. A. Tovarnov, N. A. Dyuzhev, M. A. Makhiborova, E. E. Gusev, K. V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Pp. 110 – 128.
2. Computer simulation of radiation effect on non-volatile memory with high speed / P. A. Chubunov, A. P. Lapshin, M. V. Solodilov, R. B. Ryazantsev, N. G. Gamzatov, S. A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Pp. 93 – 102.
3. Mathematical modeling and software implementation of the process of flight safety management and aviation personnel activity / E. A. Shipilova, A. A. Platonov, R. F. Ravlyk, A. A. Gentlemen // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – Pp. 100 – 109.
4. Review of logical bases and microcircuits in the construction of a combinational device taking into account reliability / F. V. Makarenko, A. S. Yagodkin, K. V. Zolnikov, O. A. Denisova, A. V. Poluektov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 115 – 124.
5. Poluektov, A. V. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data / A. V. Poluektov, F. V. Makarenko, A. S. Yagodkin // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – Pp. 33 – 41.

УДК 004.9

И. В. Скоркин, В. В. Зиновьева, В. С. Вихров,
М. В. Солодилов, В. И. Анциферова, Ю. А. Чувычелов
(Институт цифровых и интеллектуальных систем,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: wkz@rambler.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РЕЗЕРВИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДУБЛИРОВАНИЯ С НАГРУЖЕННЫМ РЕЗЕРВНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ АППАРАТУРЫ

Аннотация. Рассматриваются методы резервирования аппаратуры на основе дублирования с нагруженным резервным элементом для повышения надежности аппаратуры. Показаны достоинство и недостатки метода.
Ключевые слова: резервирование, дублирование, аппаратура.

I. V. Sorokin, V. V. Zinovieva, V. S. Vikhrov,
M. V. Solodilov, V. I. Antsiferova, Yu. A. Chevychelov
(Institute of Digital and Intelligent Systems,
VGLTU, Voronezh, Russia)

USING THE REDUNDANCY METHOD BASED ON DUPLICATION WITH A LOADED BACKUP ELEMENT TO INCREASE THE RELIABILITY OF THE EQUIPMENT

Abstract. The paper discusses methods of equipment redundancy based on duplication with a loaded backup element to increase the reliability of the equipment. The advantages and disadvantages of the method are shown.
Keywords: redundancy, duplication, equipment.

В настоящее время используются многочисленные методы резервирования для повышения стойкости аппаратуры [1 – 5]. В общем случае рассмотрим *T*-кратное резервирование.

N-кратное резервирование – это целая группа методов [35]. Оно является наиболее распространенным решением для борьбы со сбоями и отказами, вызванными любыми причинами, в том числе и радиационным воздействием ИИ КП. Суть метода заключается в том, что в систему, которую необходимо защитить от одиночного эффекта, вводятся *N* резервных элементов, которые способны выполнять функции основного элемента. Резервирование может быть общим, когда резервируется система в целом, и раздельным (поэлементным), когда резер-

вируются отдельные элементы системы. Методы, относящиеся к этой группе, различаются степенью резервирования, объектом резервирования, способом сравнения результата и пр.

Рассмотрим один из методов, который не требует значительных затрат на аппаратные сложности и обеспечивает надежную работу аппаратуры.

ДУБЛИРОВАНИЕ С НАГРУЖЕННЫМ РЕЗЕРВНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ

Также к группе методов *N*-кратного резервирования относится и метод дублирования с нагруженным резервным элементом [35]. Он направлен на обнаружение сбоев и отказов, вызванных любыми причинами. Суть метода можно описать следующим образом. В систему, которую необходимо защитить от сбоев и отказов, вводится один резервный элемент, находящийся в режиме нагруженного резерва, при этом результаты работы основного и резервного элементов сравниваются специальным блоком, который выдает сигнал ошибки в случае рассогласования результатов.

На рисунке 1 показана схема метода дублирования с нагруженным резервным элементом. В качестве объекта резервирования, как правило, используют систему целиком или элементы на уровне ИС. Метод применяется в системах, где важно не допустить выдачу ложного результата. При этом, допускается временная потеря работоспособности системы. Метод относится к группе системотехнических методов.

Достоинство метода – обеспечивает обнаружение ОС и отказов, вызванных не только ИИ КП, но и любого другого характера.

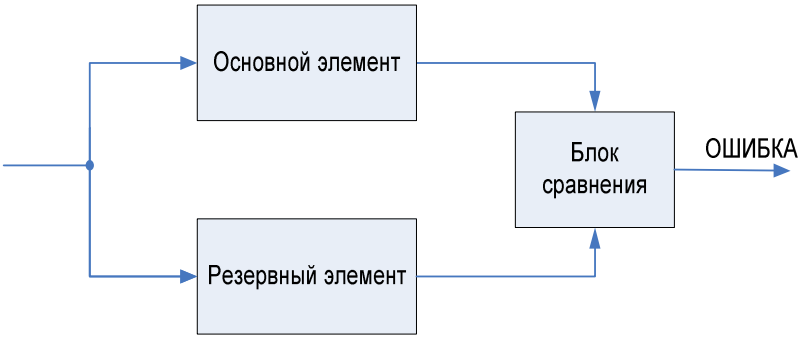


Рис. 1. Схема метода дублирования с нагруженным резервным элементом

Недостатки метода:

– требует увеличения аппаратных затрат более, чем в два раза;

– ресурс нагруженного резервного элемента уменьшается так же, как и ресурс основного элемента, в результате чего общая надежность системы уменьшается;

– реакция на сигнал ошибки, например, переключение на следующий уровень резервирования, предполагает временную потерю работоспособности системы.

Список использованных источников

1. Компьютерное моделирование воздействия радиации на энергонезависимую память OXRAM / П. А. Чубунов, М. В. Солодилов, Р. Б. Рязанцев, Н. Н. Литвинов, Н. Г. Гамзатов, Т. В. Скворцова, О. В. Оксюта // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 102 – 109.
2. Схемотехнические методы обеспечения стойкости экб к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, Ф. В. Макаренко, И. В. Журавлева, Е. А. Попова, Ю. В. Гриднев, Ю. А. Литвинова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 35 – 42.
3. Анализ чувствительности и результаты испытаний электронной компонентной базы к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, А. С. Ягодкин, В. И. Анциферова, С. А. Евдокимова, Т. В. Скворцова, Е. В. Грошева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 43 – 51.
4. Методы обнаружения и исправления ошибок в нерегулярных структурах при воздействии тяжелых заряженных частиц / А. Н. Зольникова, С. А. Евдокимова, О. В. Оксюта, Н. В. Панина, М. В. Солодилов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 51 – 58.
5. Общие подходы оценки стойкости к воздействию ионизирующего излучения космического пространства для зарубежной электронной компонентной базы предприятий-разработчиков / А. Е. Козюков, Н. Г. Гамзатов, С. В. Гречаный, К. В. Зольников, И. И. Струков, А. В. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 58 – 66.

References

1. Computer modeling of radiation effects on non-volatile memory OXRAM / P. A. Chubunov, M. V. Solodilov, R. B. Ryazantsev, N. N. Litvinov, N. G. Gamzatov, T. V. Skvortsova, O. V. Oxyuta // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Pp. 102 – 109.
2. Circuit engineering methods for ensuring ECB resistance to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, F. V. Makarenko, I. V. Zhuravleva, E. A. Popova, Yu. V. Gridnev, Yu. A. Litvinova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 35 – 42.

3. Sensitivity analysis and test results of the electronic component base to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, A. S. Yagodkin, V. I. Antsiferova, S. A. Evdokimova, T. V. Skvortsova, E. V. Grosheva // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 43 – 51.

4. Methods of detecting and correcting errors in irregular structures under the influence of heavy charged particles / A. N. Zolnikova, S. A. Evdokimova, O. V. Oxyuta, N. V. Panina, M. V. Solodilov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 51 – 58.

5. General approaches to assessing the resistance to the effects of ionizing radiation of outer space for foreign electronic component base of development enterprises / A. E. Kozyukov, N. G. Gamzatov, S. V. Grechany, K. V. Zolnikov, I. I. Strukov, A. V. Achkasov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 58 – 66.

УДК 004.9

П. А. Чубунов, М. В. Назаренко, О. В. Загоруйко,
А. С. Грошев, М. А. Осипов, А. С. Ягодкин
(Институт цифровых и интеллектуальных систем,
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: wkz@rambler.ru)

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ НА СТОЙКОСТЬ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ИЗЛУЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ПО ОДИНОЧНЫМ ЭФФЕКТАМ

Аннотация. Рассмотрены методы испытаний на стойкость к воздействию излучения космического пространства по одиночным эффектам микросхем. Приводится алгоритм работы при испытаниях на воздействие тяжелых заряженных частиц, типовая последовательность действий при проведении испытаний цифровых сверхбольших интегральных микросхем на моделирующих установках.

Ключевые слова: испытания, радиация, микросхема.

P. A. Chubunov, M. V. Nazarenko, O. V. Zagoruiko,
A. S. Groshev, M. A. Osipov, A. S. Yagodkin
(Institute of Digital and Intelligent Systems,
VGLTU, Voronezh, Russia)

METHODS OF TESTING THE ELECTRONIC COMPONENT BASE FOR RESISTANCE TO THE EFFECTS OF COSMIC RADIATION BY SINGLE EFFECTS

Abstract. The paper considers methods of testing for resistance to the effects of cosmic radiation by single effects of microcircuits. The algorithm of operation during tests for the effects of heavy charged particles is given. A typical sequence of actions is considered when testing digital ultra-large integrated circuits on modeling installations.

Keywords: tests, radiation, microchip.

В общем случае испытания электронной компонентной базы (ЭКБ) на стойкость к воздействию излучения космического пространства по одиночным эффектам проводятся в следующем составе и последовательности [1 – 5]:

– идентификация образцов ЭКБ;

– формирование выборки из работоспособных образцов изделий ЭКБ для испытаний;

– проведение облучений образцов в наихудших электрических режимах ионами требуемых характеристик и с контролем в процессе испытаний параметров и одиночных эффектов, обеспечивающих достоверность результатов испытаний;

– обработка экспериментальных данных;

– оформление результатов испытаний.

При этом типовая последовательность действий при проведении испытаний цифровых сверхбольших интегральных микросхем на моделирующих установках следующая [1 – 6]:

1) проведение идентификации образцов ЭКБ;

2) удаление крышек или части корпуса над полупроводниковыми кристаллами образцов СБИС (при необходимости);

3) визуальный контроль поверхности кристаллов образцов СБИС с целью выявления возможных механических повреждений и наличия защитных покрытий из компаунда или лака;

4) проведение контроля работоспособности образцов СБИС;

5) подготовка оснастки для проведения испытаний на испытательной установке;

6) прокладка линий связи (при необходимости) и проверка линий связи между испытываемыми изделиями в зоне облучения, контрольно-измерительным и управляющим оборудованием;

7) предварительный контроль параметров пучка протонов или ТЗЧ;

8) установка образцов СБИС с оснасткой в зону облучения и проведение функционального и параметрического теста образцов СБИС в реальных условиях эксперимента, но в отсутствии действия излучения;

9) установка средств мониторинга интегрального потока (флюенса) частиц (при необходимости);

10) обеспечение необходимого разряжения в вакуумной камере зоны облучения (при необходимости);

11) облучение образцов СБИС протонами или ТЗЧ;

12) прекращение облучения, контроль радиационного фона и замена образцов СБИС;

13) повторение процедур по 8 – 12 для новых значений энергий протонов или ЛПЭ ТЗЧ до окончания программы испытаний.

Основными источниками при испытаниях ЭКБ на стойкость к воздействию ИИ КП в части одиночных эффектов являются укорители протонов и ионов. Также допустимо использование источников фокусированного лазерного излучения при последующей калибровке по результатам испытаний на воздействие тяжелых заряженных частиц.

Список использованных источников

1. Общие подходы оценки стойкости к воздействию ионизирующего излучения космического пространства для зарубежной электронной компонентной базы предприятий-разработчиков / А. Е. Козюков, Н. Г. Гамзатов, С. В. Гречаный, К. В. Зольников, И. И. Струков, А. В. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 58 – 66.
2. Анализ потенциально возможных эффектов в ЭКБ от воздействия ИИ КП / А. Е. Козюков, П. А. Чубунов, К. В. Зольников, Т. В. Скворцова, И. В. Журавлева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 80 – 86.
3. Экспериментально-аналитический метод оценки эффективности мер по повышению стойкости ЭКБ к воздействию ии кп по одиночным эффектам / А. Е. Козюков, П. А. Чубунов, К. В. Зольников, Т. В. Скворцова, И. В. Журавлева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 86 – 92.
4. Классификация последствий воздействия ИИ КП на РЭА / А. Е. Козюков, П. А. Чубунов, К. В. Зольников, П. П. Куцько, Т. В. Скворцова, И. В. Журавлева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 22 – 28.
5. Анализ чувствительности и результаты испытаний электронной компонентной базы к воздействию тяжелых заряженных частиц / В. К. Зольников, А. С. Ягодкин, В. И. Анциферова, С. А. Евдокимова, Т. В. Скворцова, Е. В. Грошева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 43 – 51.
6. Моделирование поведения мобильных роботов с использованием генетических алгоритмов / А. И. Заревич, Ф. В. Макаренко, А. С. Ягодкин, К. В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 7 – 16.

References

1. General approaches to assessing the resistance to the effects of ionizing radiation of outer space for foreign electronic component base of development enterprises / A. E. Kozyukov, N. G. Gamzatov, S. V. Grechany, K. V. Zolnikov, I. I. Strukov, A. V. Achkasov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 58 – 66.
2. Analysis of potentially possible effects in ECB from the effects of AI KP / A. E. Kozyukov, P. A. Chubunov, K. V. Zolnikov, T. V. Skvortsova, I.V. Zhuravleva // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 2. – Pp. 80 – 86.
3. Experimental and analytical method for evaluating the effectiveness of measures to increase the resistance of ECB to the effects of AI kp by single effects / A. E. Kozyukov, P. A. Chubunov, K. V. Zolnikov, T. V. Skvortsova, I. V. Zhuravleva // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 2. – Pp. 86 – 92.
4. Classification of the effects of AI KP on REA / A. E. Kozyukov, P. A. Chubunov, K. V. Zolnikov, P. P. Kutsko, T. V. Skvortsova, I.V. Zhuravleva // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 3. – Pp. 22 – 28.

5. Sensitivity analysis and test results of the electronic component base to the effects of heavy charged particles / V. K. Zolnikov, A. S. Yagodkin, V. I. Antsiferova, S. A. Evdokimova, T. V. Skvortsova, E. V. Grosheva // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 43 – 51.

6. Modeling the behavior of mobile robots using genetic algorithms / A. I. Zarevich, F. V. Makarenko, A. S. Yagodkin, K. V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Pp. 7 – 16.

УДК 621

O. Belaroussi, V. F. Kalinin
(Department of Electricity,
TSTU, Tambov, Russia,
e-mail: Oussama.belaroussi.47@gmail.com)

OPTIMIZATION APPROACHES TO ENERGY STORAGE IN FREESTANDING PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Abstract. The use of solar energy in the electric power networks of the agro-industrial complex is considered. Particular attention is paid to the reconfiguration of the grid and the addition of battery storage systems.

Keywords: solar energy, storage batteries, electrical network.

Solar energy is recommended as part of the global movement toward decarbonization. Reconfiguring the network and adding battery energy storage systems (BESS) simplifies solar power integration and enhances system load ability, prolonging the usage of existing equipment [1]. MPPT for PV systems must be effective. Following the MPP may enhance the solar system's efficiency. To reduce operating costs and maximize performance, researchers are using MPPT algorithms in both transient and steady-state regimes [2]. P&O and/or hill climbing and incremental conductance (INC) are popular MPPT techniques [3]. The P&O and INC approaches sometimes provide erroneous findings [4]. Artificial techniques like the fuzzy logic controller (FLC) have gained popularity [5] due to their simplicity, high ability with defective inputs, lack of a precise mathematical model, and ability to handle nonlinearity. FLC is an efficient MPPT controller. We integrated our MPPT technology to the PV battery storage system.

Figures 2, 3, and 4 depict, respectively, the suggested solar irradiance, boost current under variable irradiance, and charge voltage response of the three proposed approaches. Figures 5, 6, and 7 depict, respectively, the

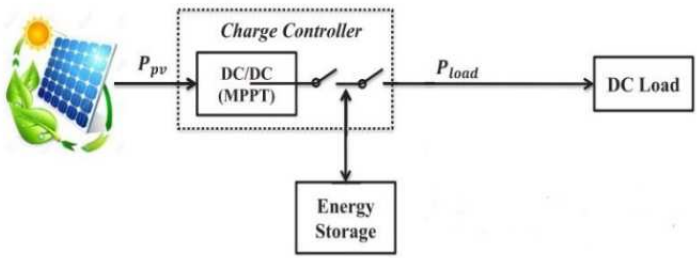


Fig. 1. Typical isolated PV-battery energy system

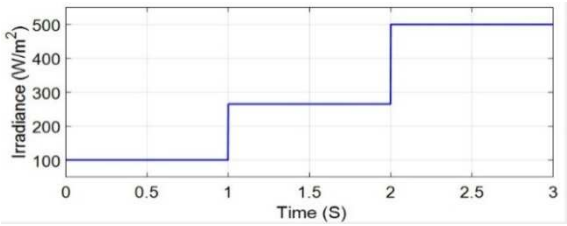


Fig. 2. Solar Irradiance

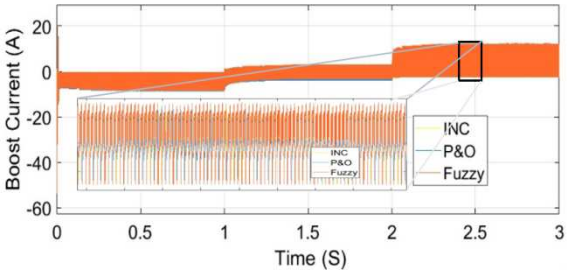


Fig. 3. Boost Current

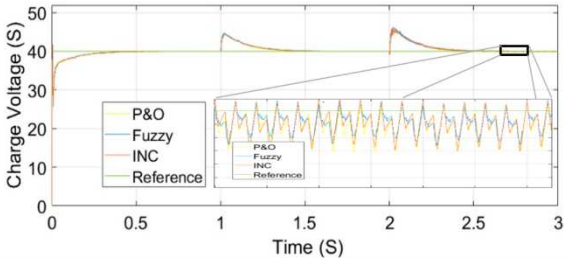


Fig. 4. Charge Voltage

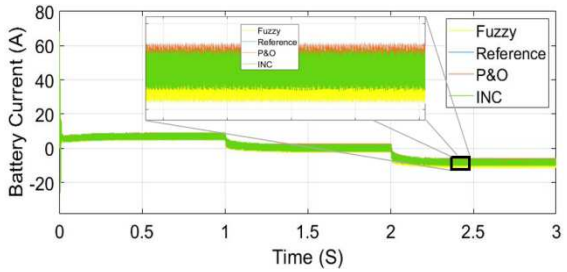


Fig. 5. Battery Current

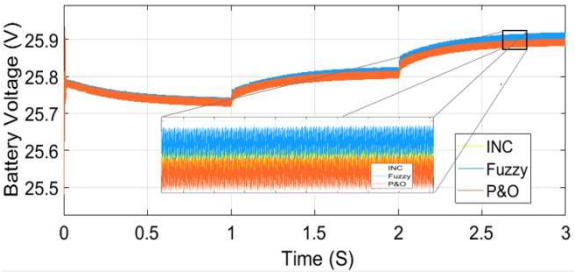


Fig. 6. Battery Voltage

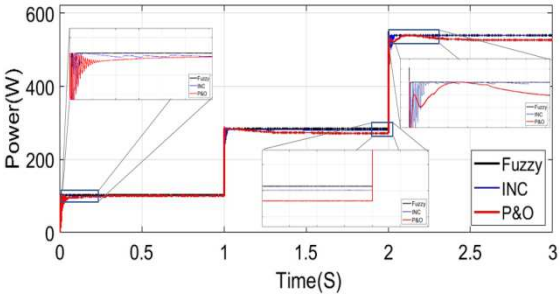


Fig. 7. Panel Power

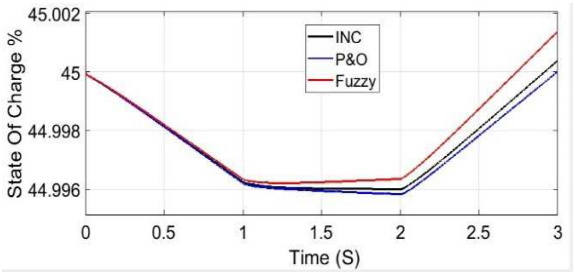


Fig. 8. State of Charge

effects of varying irradiance on the battery current and voltage as well as the reactions of panel power utilizing the three techniques. Figure 8 depicts the status of the battery's charge. The findings demonstrate that FLC MPPT is very successful and is able to overcome the limitations of prior studies with its quicker reaction and reduced oscillation. In addition to the PV system, a battery energy storage system (BESS) is used to provide a stable and reliable system by supplying load. The storage can react to loads for a brief period of time when the PV system is unable to deliver loads. Moreover, the

use of PV/battery systems controlled by INC or P&O Methods is useful by using time (quickest response), but the effectiveness of FLC is more useful and improves the power quality of the power system, which has an effect on the state of the battery's charge in the case of discharge, saturation, and when the battery is fed by PV.

References

1. Bineeta Mukhopadhyay, Debapriya Das Multi-objective dynamic and static reconfiguration with optimized allocation of PV-DG and battery energy storage system // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2020. – Vol. 124. – Pp. 109777.
2. Novel Grass Hopper optimization based MPPT of PV systems for complex partial shading conditions / M. Mansoor, A. F. Mirza, Q. Ling, M. Y. Javed // Solar Energy. – 2020. – Vol. 198. – Pp. 499 – 518.
3. A Novel Multilevel Inverter's Design and Implementation Based on Photovoltaic Systems / B. Oussama, A. Lechelah, I. Chaouki, V. F. Kalinin // Vestnik TSTU. – 2022. – No. 28(01). – Pp. 55 – 65.
4. Abdel-Salam, M. An improved perturb-and-observe based MPPT method for PV systems under varying irradiation levels / M. Abdel-Salam, M. T. El-Mohandes, M. Goda // Solar Energy. – 2018. – No. 171. – Pp. 547 – 561.
5. Belarrousi Oussama Effective Fuzzy Logical Control for Photovoltaic System Optimization / Belarrousi Oussama, V. F. Kalinin, Amel Terki // Vestnik TSTU. – 2021. – No. 27(1). – Pp. 62 – 72.

УДК 004.056

Д. Р. Мусин, А. Д. Гусев, В. М. Хайретдинова
(Кафедра «Информационная безопасность»,
кафедра «Телекоммуникационные системы»,
НИУ «МИЭТ», г. Зеленоград, Москва, Россия,
e-mail: musindamirrin@yandex.ru,
aleksey.gusev.2001@mail.ru,
victoria.hairetdinova2001@yandex.ru)

СПОСОБ ВНЕДРЕНИЯ ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА В СЕТЬ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация. Рассмотрен способ внедрения облачного хранилища в рамках сети агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: информационная безопасность, целостность информации, облачное хранилище, резервное копирование, агропромышленный комплекс, сетевая безопасность, backup.

D. R. Musin, A. D. Gusev, V. M. Hairetdinova
(Department of Information Security,
Department of Telecommunication Systems,
National Research University “Moscow Institute
of Electronic Technology”,
Zelenograd, Moscow, Russia)

IMPLEMENTATION OF CLOUD STORAGE IN THE INDUSTRIAL COMPLEX NETWORK IN ORDER TO ENSURE THE INTEGRITY OF INFORMATION

Abstract. Currently, a large number of attacks are directed at automated process control systems. At the same time, every year the number of attacks on automated control systems associated with insufficient access control to systems increases. There is a need to improve the protection of control systems. The article considers one of the options for solving this problem by introducing devices of trusted boot loading into automated control systems at agro-industrial complexes.

Keywords: information security, automated process control system, trusted boot loading devices, unauthorized access, insufficient access control, security of the agro-industrial complex.

Целостность – одно из ключевых свойств информации, гарантирующее ее неизменность. С ростом и развитием крупных производств и компаний все больше внимания уделяется данному свойству информации. Создается большое количество резервных хранилищ, внедря-

ются защищенные протоколы передачи данных, используются имитовставки.

С усложнением производственной инфраструктуры многих предприятий (в том числе агропромышленного сектора) повышаются требования к безопасности информации, а, следовательно, и к ее целостности. Данное обстоятельство обусловлено тем, что в процессе модернизации и усложнения технологических процессов появляется большое количество критически важных объектов инфраструктуры. При этом выход из строя хотя бы одного из данных критически важных объектов способен нанести существенный ущерб производству.

Внедрение систем резервирования и облачных хранилищ на предприятиях отчасти решает данную проблему (в частности, с точки зрения минимизации наносимого ущерба). Системы резервирования с определенной периодичностью делают полный или частичный backup систем, которые хранятся на backup-сервере (к слову, сейчас в системах с виртуализацией, помимо полных резервных копий, активно используются снимки виртуальных машин). И в случае, например, программного сбоя и выхода из строя одного из компьютеров у системного администратора всегда остается возможность восстановить систему или, как минимум, все утерянные данные, сократив тем самым время простоя бизнес-процесса.

Очевидно, что внедрение подобной технологии на производствах агропромышленного комплекса значительно снизит затраты на восстановление компьютеров, зараженных вредоносным ПО (особенно, если во время реализации атаки использовались вирусы-шифровальщики по типу WannaCry), также в кратчайшие сроки можно восстановить компьютеры с поврежденными сегментами жесткого диска или же диски с важными данными, которые были случайно или преднамеренно удалены (рис. 1).

Существует много способов интеграции подобного хранилища в сеть АПК.

К примеру, производство может воспользоваться услугами облачных провайдеров таких, как Google, Acronics, Yandex. Однако в долгосрочной перспективе (учитывая весь объем данных, который необходимо будет хранить в облаке) данный вариант не всегда является рациональным.

Если речь идет о крупном агропромышленном комплексе, то наиболее эффективным решением будет закупка мощного сервера (вместе с большим количеством жестких дисков), а также последующее развертывание на его базе облачного хранилища и backup-сервера. Вопросы закупки оборудования обычно согласовываются вместе с системным администратором.

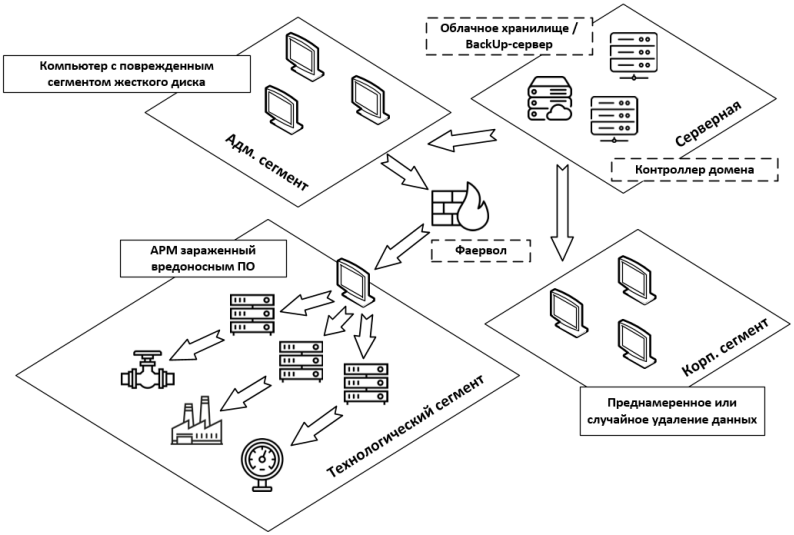


Рис. 1. Модель угроз сети агропромышленного комплекса (с точки зрения целостности информации)

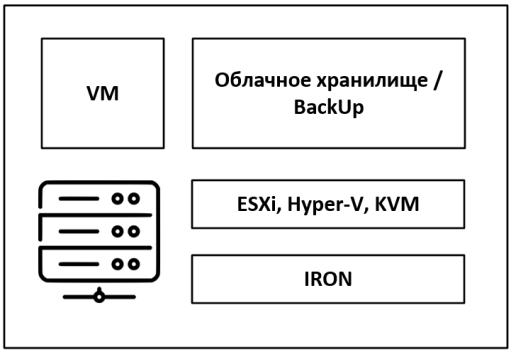


Рис. 2. Устройство сервера, развернутого на базе гипервизора 1-го рода

В целях повышения надежности работы сервера стоит установить на него гипервизор первого рода (ESXi, KVM, Hyper-V) (рис. 2). Подобное решение обусловлено возможностью создания снимков для возможных откатов систем в будущем.

Наконец, остается развернуть виртуальную машину с необходимым сервисом (в данном случае с обычным хранилищем) на установленном гипервизоре и провести его настройку.

Список использованных источников

1. Стахнов, А. А. Сеть для офиса и LINUX-сервер своими руками / А. А. Стахнов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2017. – 320 с.
2. Мануал по установке гипервизора ProxMox // Proxmox VE Administration. – URL : https://pve.proxmox.com/pve-docs/pve-admin-guide.html (Дата обращения: 04.05.2022).
3. Методика оценки угроз безопасности информации ФСТЭК от 05.02.2021 // ФСТЭК России. – URL : https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/2170-metodicheskij-dokument-utverzhden-fstek-rossii-5-fevralya-2021?ysclid=l8x2689xz3989821082

References

1. Stakhnov, A. A. Office network and LINUX server with your own hands / A. A. Stakhnov. – St. Petersburg : BHV-Petersburg, 2017. – 320 p.
2. ProxMox Hypervisor Installation Manual // Proxmox VE Administration. – URL : https://pve.proxmox.com/pve-docs/pve-admin-guide.html (Date of application: 04.05.2022).
3. Methodology for assessing threats to the security of FSTEC information from 05.02.2021 // FSTEC of Russia. – URL : https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/2170-metodicheskij-dokument-utverzhden-fstek-rossii-5-fevralya-2021?ysclid=l8x2689xz3989821082

УДК 634.1; 631.5

А. С. Широков
(ФГБУН Институт проблем управления
им. В. А. Трапезникова РАН, Москва, Россия,
e-mail: shiras@ipu.ru)

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СБОРА УРОЖАЯ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Аннотация. Рассмотрено использование робототехнического комплекса для сельского хозяйства, приведена структура и состав робототехнического комплекса для сбора урожая плодовых деревьев.

Ключевые слова: мониторинг, управление, робототехнический комплекс, плодовый сад, робот, БПЛА.

A. S. Shirokov
(V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences
of Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia)

ON THE ISSUE OF USING A ROBOTIC COMPLEX FOR HARVESTING FRUIT TREES

Abstract. The article discusses the use of a robotic complex for agriculture. The structure and composition of a robotic complex for harvesting fruit trees is given.

Keywords: monitoring, control, robotic complex, orchard, robot, UAV.

Одним из основных компонентов затрат в сельском хозяйстве является ручной труд. Наибольший спрос на него наблюдается при сборе урожая плодовых растений. Многие садовые хозяйства используют труд сезонных работников и добровольцев для сбора урожая. При этом происходит существенный недобор урожая фруктов, до 50% [1, 2].

Снизить затраты на ручной труд, увеличить скорость и эффективность сбора урожая можно с помощью применения роботов, которые способны производить работу без перерывов и потери производительности. Сейчас роботы благодаря машинному зрению с применением сверточных нейронных сетей способны быстро и точно определять плоды на изображении [3]. При этом полностью заменить наемных работников роботами не представляется возможным, так как требуется отработать технологию.

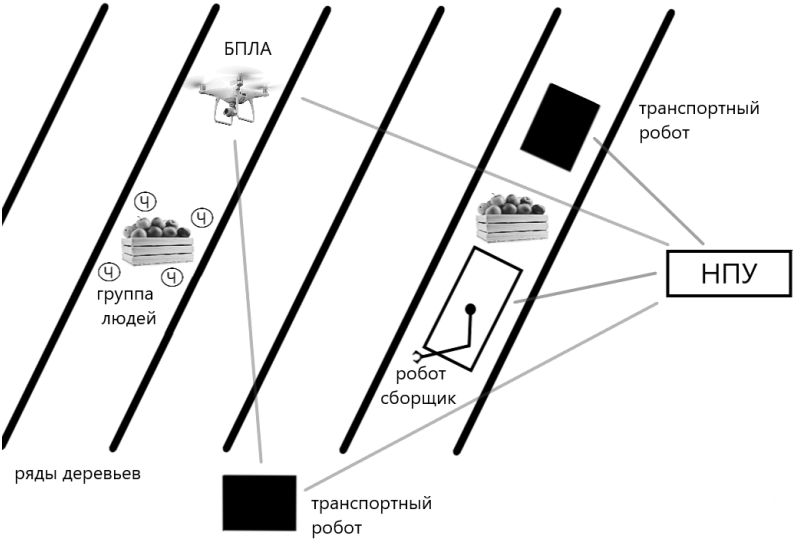


Рис. 1. Сбор урожая с применением робототехнического комплекса

В качестве основы для постановки задачи рассматривается садовая плантация плодовых деревьев, персонал которой лишь частично заменен робототехническим комплексом, т.е. сбором урожая занимаются как работники, так и роботы-сборщики в различных рабочих пространствах. Схема работы такого комплекса совместно с людьми представлена на рис. 1.

Функция транспортировки собранного урожая на склад и доставки к месту сбора пустых контейнеров лежит на транспортных роботах. Стоит отметить, что расстояние между рядами деревьев в большинстве садов невелико, из-за чего два робота или робот и контейнер не могут поместиться между двумя соседними рядами, что накладывает ограничение на возможность передвижения роботов.

Определение зон плодового сада будет производиться на основании полученной от беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) информации при мониторинге состояния и готовности плодов к сбору. Во время сбора урожая БПЛА помимо мониторинга состояния сада осуществляют контроль за процессом сбора, заполнением контейнеров и движением роботов.

Центром робототехнического комплекса, включающего наземные роботы и БПЛА, является наземный пульт управления (НПУ). На указанном НПУ оператор (или команда операторов) сможет отслеживать

состояние роботов комплекса и выполняемые ими задачи. При необходимости оператор с использованием НПУ имеет возможность менять задание и контролировать работоспособность роботов.

Структура робототехнического комплекса представляет собой иерархическую структуру, в которой мониторинг осуществляют БПЛА, наземные роботы двух типов: сборщики урожая и транспортные роботы, которые осуществляют выполнение своих функций. Оператор ставит задачу роботам, а конкретные функции роботы выполняют в соответствии с текущими заданиями.

В настоящий момент отработаны элементы математической модели и системы управления робототехнического комплекса и проводится формализация полной задачи, а также определение ограничений.

Список использованных источников

1. Bechar, A. Agricultural robots for fi eld operations: Concepts and components / A. Bechar, C. Vigneault // Biosystems Engineering. – 2016. – Vol. 149. – Pp. 94 – 111.

2. Design and implementation of an aided fruitharvesting robot (Agribot) / R. Ceres, J. Pons, A. Jimenez, J. Martin, L. Calderon // Industrial Robot. – 1998. – Vol. 25, No. 5. – Pp. 337 – 346.

3. Кузнецова, А. А. Применение сверточных нейронных сетей для обнаружения плодов роботами для сбора урожая / А. А. Кузнецова, Т. В. Малеева, В. И. Соловьев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 5.

References

1. Bechar, A. Agricultural robots for fi eld operations: Concepts and components / A. Bechar, C. Vigneault // Biosystems Engineering. – 2016. – Vol. 149. – Pp. 94 – 111.

2. Design and implementation of an aided fruitharvesting robot (Agribot) / R. Ceres, J. Pons, A. Jimenez, J. Martin, L. Calderon // Industrial Robot. – 1998. – Vol. 25, No. 5. – Pp. 337 – 346.

3. Kuznetsova, A. A. Application of convolutional neural networks for fruit detection by robots for harvesting / A. A. Kuznetsova, T. V. Maleeva, V. I. Soloviev // International Agricultural Journal. – 2020. – No. 5.

УДК 632

А. А. Жиркова, А. Г. Дивин, П. В. Балабанов
(Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: alexsa_555@mail.ru)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ СИСТЕМЫ СОРТИРОВКИ ФРУКТОВ НА КОНВЕЙЕРЕ

Аннотация. Представлено распределения образцов по классам, дано описание получения информации о спектре отраженного излучения яблок, дан вывод о точности классификации при помощи системы сортировки фруктов на конвейере.

Ключевые слова: гиперспектральный контроль, объекты растительного происхождения, роботизированный комплекс, сортировка, сохранность продуктов, система технического зрения, спектроскопия.

A. A. Zhirkova, A. G. Divin, P. V. Balabanov
(Department of Mechatronics and Technological Measurements,
TSTU, Tambov, Russia)

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE QUALITY OF THE FRUIT SORTING SYSTEM WHEN SORTING ON A CONVEYOR

Abstract. The distribution of samples by class is presented, a description is given of obtaining information about the spectrum of the reflected radiation of apples, a conclusion is made about the classification accuracy using a fruit sorting system on a conveyor.

Keywords: hyperspectral control, objects of plant origin, robotic complex, sorting, safety of products, vision system, spectroscopy.

Яблоки являются одним из наиболее популярных фруктов как в России, так и за рубежом. Между тем для потребителя одним из главных критериев качества яблок является отсутствие видимых повреждений, вызванных механическими воздействиями, насекомыми и возникшими вследствие фитозаболеваний. По этой причине яблоки необходимо сортировать перед закладкой на хранение или отправкой потребителю. До сих пор преобладающим является ручной способ сортировки, требующий значительных затрат различных ресурсов и не обеспечивающий требуемой результативности вследствие индивидуальных особенностей работников, а также их утомления из-за монотонного характера труда. Поэтому автоматизация процесса контроля качества яблок в процессе их сортировки является актуальной проблемой.

1. Классы растительных тканей яблок

Вид ткани	Растительная ткань без дефектов	Растительная ткань с гнилью	Растительная ткань с джонатановой пятнистостью	Растительная ткань с повреждениями сельхозвредителями	Растительная ткань с паршой
Класс	1	2	3	4	5

Для оценки качества работы системы сортировки фруктов был применен дискриминантный анализ.

При исследовании влияния дефектов поверхности растительной ткани яблок на спектр отраженного света были отобраны по 60 образцов яблок сортов «Имрус», «Орловское» и «Спартан» из экспериментального сада ФНЦ им И. В. Мичурина. Из них: 12 шт. с загнившими растительными тканями; 12 шт. поврежденных сельхозвредителями; 14 шт. с пятнами парши; 22 шт. без повреждений. Исследуемый образец помещался в поле зрения камеры и для области интереса, содержащей известный дефект, регистрировались спектры излучения в различных участках этого повреждения, выбранных случайным образом.

Все состояния растительных тканей были сгруппированы по классам (табл. 1).

Для получения информации о спектре отраженного излучения яблоки размещались на конвейере под камерой, сигнал которой (в условных единицах, определяемых датчиком камеры) соотносился с классом растительной ткани и обрабатывался с целью определения предикторов и дальнейшего дискриминантного анализа.

Из проведенных расчетов было выявлено, что точность классификации зависит от вида дефекта. Можно утверждать, что ошибки второго рода, т.е. принятия дефектной растительной ткани за бездефектную, не превышают 4%, что позволяет использовать найденные функции классификации при отбраковке яблок по качеству.

Работа выполнена при поддержке РФФИ
(*проект* 20-38-90235/20)

Список использованных источников

1. Robotic complex for optoelectronic control of apples in intensive gardening conditions / P. V. Balabanov, A. A. Zhirkova, M. V. Chugunov, A. A. Generalova, D. S. Bychkov, A. G. Divin // Paper presente dat the AIP Conference Proceedings. – 2021. – Pp. 2402. – DOI: 10.1063/5.0073990

2. Increasing the Reliability of Decision Making by Improving the Characteristics of Optoelectronic Channels Ensuring the Separation of Complex Shape Fruit / B. M. Dinh, A. N. Timofeev, I. A. Konyakhin, V. V. Korotaev // Studies in Systems, Decision and Control. – 2021. – Vol. 352.

3. Гребенникова, Н. М. Оценка качества работы макета роботизированного комплекса для мониторинга и сортировки фруктов / Н. М. Гребенникова, А. Г. Дивин, С. А. Сенкевич // Труды двенадцатой международной теплофизической школы «Теплофизика и информационные технологии». – Тамбов, 2022. – С. 395 – 399.

References

1. Robotic complex for optoelectronic control of apples in intensive gardening conditions / P. V. Balabanov, A. A. Zhirkova, M. V. Chugunov, A. A. Generalova, D. S. Bychkov, A. G. Divin // Paper presente dat the AIP Conference Proceedings. – 2021. – Pp. 2402. – DOI: 10.1063/5.0073990

2. Increasing the Reliability of Decision Making by Improving the Characteristics of Optoelectronic Channels Ensuring the Separation of Complex Shape Fruit / B. M. Dinh, A. N. Timofeev, I. A. Konyakhin, V. V. Korotaev // Studies in Systems, Decision and Control. – 2021. – Vol. 352.

3. Grebennikova, N. M. Evaluation of the quality of work of a mock-up of a robotic complex for monitoring and sorting fruits / N. M. Grebennikova, A. G. Divin, S. A. Senkevich // Proceedings of the twelfth international thermophysical school "Thermophysics and information technologies". – Tambov, 2022. – Pp. 395 – 399.

Секция 2

ЦИФРОВИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ

УДК 631.171:658.011.56

В. И. Меденников
(Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление» РАН, Москва, Россия,
e-mail: dommed@mail.ru)

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ПРИМЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. Рассматривается проблема разрешения многозначности и неопределенности понятия цифровой платформы, дается классификация цифровых платформ в зависимости от сфер приложений цифровых технологий.

Ключевые слова: цифровая платформа, системный подход, классификация.

V. I. Medennikov
(FRC “Computer Science and Control” of RAS,
Moscow, Russia)

SYSTEM ANALYSIS OF THE SUBJECT IDENTIFICATION OF THE DIGITAL PLATFORM ON THE EXAMPLE OF AGRICULTURE

Abstract. The problem of resolving the ambiguity and uncertainty of the concept of a digital platform is considered, the classification of digital platforms is given depending on the areas of application of digital technologies.

Keywords: digital platform, systematic approach, classification.

Один из основных общих принципов цифровой экономики – создание системы управления информацией на основе интеграционных процессов разрозненных данных в единую структурированную облачную среду – в мире проявился в виде появления новых понятий: цифровая платформа (ЦП), цифровой двойник, цифровая экосистема, метавселенная, наполненных содержательным смыслом и целями создания.

В России же без пояснения целей формирования данных систем, исходя из сиюминутных интересов, бизнес-сообщество извратило эти понятия, детерминологизация которых наносит огромный вред системности и эффективности цифровой экономики (ЦЭ), дезориентируя

как исполнителей программы, так и научное сообщество. Как никогда в этой ситуации актуально изречение Конфуция: «Если вещи будут называться неправильно, то слова потеряют силу» [1]. В данной работе дадим системную классификацию ЦП. Так, вслед за бизнесом в научном сообществе появляются определения ЦП как совокупности математических моделей, баз необходимых данных [2]. Определение настолько широко, что применимо к любому предприятию как в прошлом веке, так и в век ЦЭ, и еще раз ложно убеждает читателей, что ЦП должны быть свои на каждом предприятии, что ведет к фрагментарному, позадачному проектированию информационных систем (ИС) во всех отраслях страны, ликвидации научно-проектных центров интеграции ИС и информационных ресурсов (ИР). В результате появляются заявления экспертов, правда, очень далеких от информатизации, о том, что ЦП в сельском хозяйстве должно быть очень много: «экспертная команда программы ЦЭ полагает, что в рамках цифровой трансформации должно создаваться множество информационных платформ» [3].

На основании такого подхода директор института аграрных проблем и информатики Петриков А.В. даже принял решение о ненужности тематики исследований по ЦЭ АПК и закрыл ее в собственном институте. Более того, он пошел дальше и предлагает закрыть ИТ-кафедры в аграрных ВУЗах, обосновывая такое решение тем, что с цифровизацией АПК лучше справится рынок. Важность же интеграции ИС наглядно подтверждается проблемами с проведением СВО, когда каждый род войск создавал свои ИС без их информационного взаимодействия [1]. Приведенные соображения послужили толчком к исследованию кластеризации терминологии ЦП исходя из системного подхода, который основным предназначением любой системы определяет достижение определенной цели.

Корни решения этой проблемы кроются в анализе эволюции информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), в пространстве функционирования которых можно выделить следующие три основных оси измерения: данные, иначе ИР; алгоритмы, формализующие обработку данных, в том числе, задачи управления; инструментарий, представляющий из себя программное обеспечение (ПО), средства связи и электронные приборы.

Эволюция ИКТ, приведшая к ЦЭ, сказалась, правда, в разной степени, на всех трех компонентах ИКТ, позволяя разрабатывать ЦП для некоторых групп пользователей без существенных настроек ПО на их конкретные нужды. Поэтому классификационным признаком ЦП могут являться цели разрабатываемых ЦП со степенью вовлеченности той или иной компоненты ИКТ в область ее деятельности: либо в час-

ти ИР, либо в части инструментария, либо – алгоритмов, либо – в смешанном варианте. В качестве примера ЦП в части инструментария можно привести разработку IBM общего аппаратного и ПО. Определение ЦП, приведенное Intel, где ЦП включает «аппаратное, программное обеспечение и услуги» в силу рода их деятельности, относится также к инструментальной оси ИКТ [4]. Появление современных интернет-технологий привело к резкому скачку числа ЦП, ориентированных лишь на две оси – на инструментальную ось и ось ИР: социальные сети, транспорт, интернет-торговля, кадровые агентства, госуслуги и еще много других. К сожалению, анализ показал слабую проработанность в области ЦП управления производством.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение от 21.04.2022 *г.* № 075-15-2022-319

Список использованных источников

1. Микрюков, В. Ю. Без взаимодействия не победить не только в войне, но и в современном бою / В. Ю. Микрюков. – URL : https://nic-pnb.ru/analytics/bez-vzaimodejstviya-ne-pobedit/ (дата обращения 29.09.2022).
2. Сытов, А. Н. Исследование цифрового двойника предприятия / А. Н. Сытов, А. В. Вахранев, Ф. И. Ерешко // Труды четырнадцатой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем MLSD’2021». – М. : ИПУ РАН, 2021. – С. 786 – 792.
3. Концепция Научно-технологического развития цифрового сельского хозяйства «Цифровое сельское хозяйство» [Электронный ресурс]. – URL : http://www.viapi.ru/news/detail.php?ID=161383&sphrase_id=6282533 (Дата обращения: 29.09.2022).
4. Меденников, В. И. Математическая модель формирования цифровых платформ управления экономикой страны / В. И. Меденников // Цифровая экономика. – 2019. – № 1. – С. 25 – 35.

References

1. Mikryukov, V. Yu. Without interaction, one cannot win not only in war, but also in modern combat / V. Yu. Mikryukov. – URL : https://nic-pnb.ru/ analytics/bez-vzaimodejstviya-ne-pobedit/ (accessed 09/29/2022).
2. Sytov, A. N. Study of the digital twin of the enterprise / A. N. Sytov, A. V. Vakhranev, F. I. Ereshko // Proceedings of the fourteenth international conference “Management of the development of large-scale systems MLSD'2021”. – M. : IPU RAN, 2021. – Pp. 786 – 792.
3. The concept of “Scientific and technological development of digital agriculture “Digital agriculture” [Electronic resource]. – URL : http://www.viapi.ru/news/detail.php?ID=161383&sphrase_id=6282533 (Accessed 09/29/2022).
4. Medennikov, V. I. A mathematical model for the formation of digital platforms for managing the country's economy / V. I. Medennikov // Digital Economy. – 2019. – No. 1. – Pp. 25 – 35.

УДК 004:001.891(043.3)

С. С. С. Аль-Бусаиди, К. А. Селезнева,
С. В. Пономарев
(Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: miti@tstu.ru)

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПРОДУКЦИИ АПК ПО ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ ISO/IEC 17025–2019

Аннотация. Обсуждается порядок выполнения и взаимодействие процессов системы менеджмента (СМ) испытательной лаборатории (ИЛ) продукции АПК, сертифицированной по требованиям стандарта ГОСТ ISO/IEC 17025–2019.

Ключевые слова: мониторинг, риски, возможности, анализ данных, анализ со стороны руководства, корректирующие действия, предупреждающие действия, улучшение.

S. S. S. Al-Busaidi, K. A. Selezneva,
S. V. Ponomarev
(Department “Mechatronics and Technological Measurements”,
TSTU, Tambov, Russia)

INTERACTION OF PROCESSES OF THE MANAGEMENT SYSTEM OF THE AGRICULTURAL PRODUCTS TESTING LABORATORY ACCORDING TO REQUIREMENTS OF GOST ISO/IEC 17025–2019

Abstract. The report discusses the procedure for the implementation and interaction of the processes of the management system (MS) of the agricultural products testing laboratory (TL) certified according to the requirements of GOST ISO/IEC 17025-2019.

Keywords: monitoring, risks, opportunities, data analysis, management analysis, corrective actions, preventive actions, improvement.

В ходе выполненного исследования было установлено, что процесс «8.9 Анализ со стороны руководства» является главным процессом при управлении деятельностью в испытательной лаборатории. На рисунке 1 проиллюстрировано взаимодействие этого процесса с другими процессами СМ ИЛ по требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 [1], в частности: «6.2 Персонал», «6.4 Оборудование», «6.5 Метрологическая прослеживаемость», «7.2 Выбор, верификация и валида-

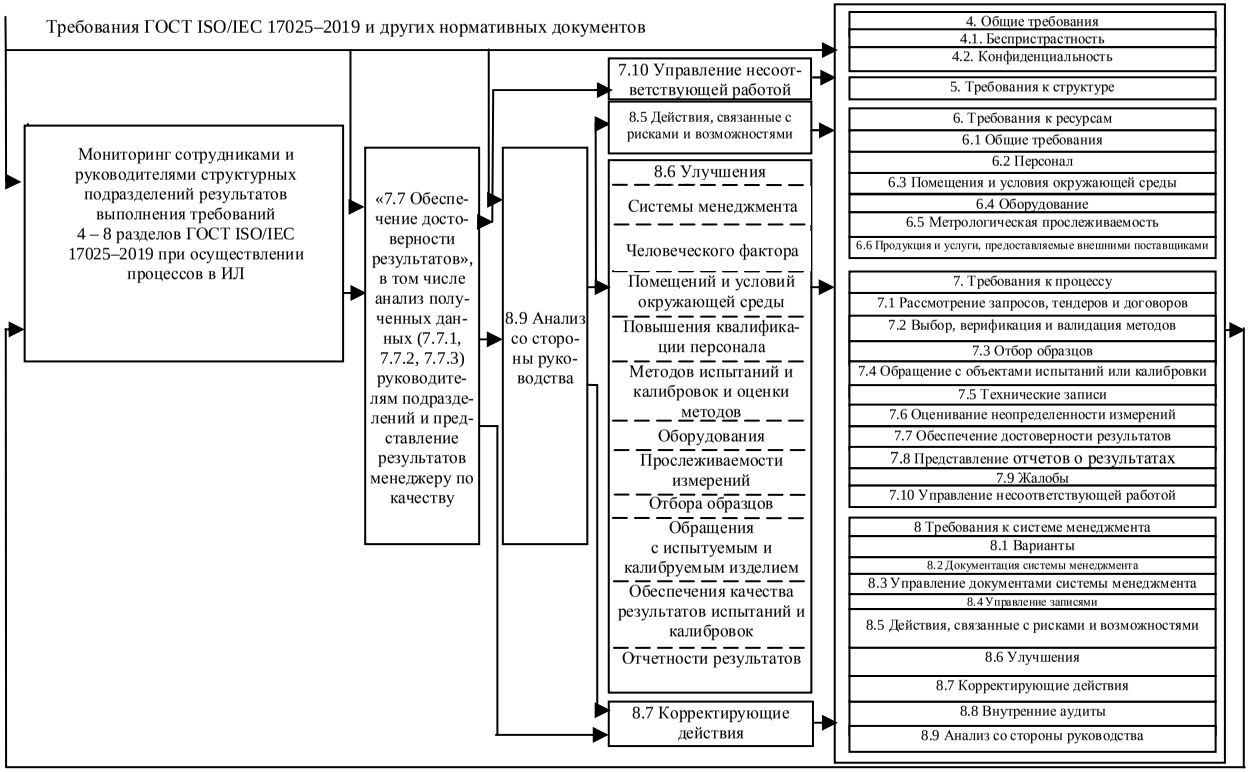


Рис. 1. Взаимодействие процессов «8.9 Анализ со стороны руководства» с другими процессами ИЛ [1]

ция методов», «7.6 Оценивание неопределенности измерений», «7.7 Обеспечение достоверности результатов», «7.10 Управление несоответствующей работой», «8.5 Действия, связанные с рисками и возможностями», «8.6 Улучшение», «8.7 Корректирующие действия», «8.8. Внутренние аудиты» и др.

В правой части рис. 1 представлен перечень элементов-процессов 4 – 8 разделов ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 [1].

Центральным процессом при осуществлении деятельности испытательной лаборатории (ИЛ) является процесс «8.9 Анализ со стороны руководства». Подготовку входных данных (см. блок, расположенный слева на рис. 1) для процесса анализа со стороны руководства ведут руководители подразделений (секторов, групп) лаборатории, контролирующие сотрудники и основной персонал, осуществляя мониторинг результатов выполнения требований 4 – 8 разделов ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 [1], сбор, ведение записей, при необходимости статистическую обработку, а также предварительный анализ данных и формирование аналитических отчетов и предложений по совершенствованию деятельности ИЛ. Рисунок 1 иллюстрирует взаимодействие этих процессов по аналогии с ранее опубликованной работой [2].

Порядок выполнения процессов СМ ИЛ при выполнении испытаний продукции АПК, представленных на рис. 1, будет подробно рассмотрен в докладе, в том числе, и вопросы применения информационных технологий при подготовке принятия управленческих решений в условиях цифровизации АПК.

Список использованных источников

1. ГОСТ ISO/IEC 17025–2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – М. : Стандартинформ, 2019. – 32 с

2. Аль-Бусаиди, С. С. С. Формирование, внедрение и практическое применение процессов системы менеджмента качества в испытательной лаборатории, ориентированной на производственную, коммерческую и образовательную сферы деятельности : монография / С. С. С. Аль-Бусаиди, Г. А. Соседов, С. В. Пономарев. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 120 с.

References

1. GOST ISO/IEC 17025–2019. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. – M. : Standartinform, 2019. – 32 p.

2. Al-Busaidi, S. S. S. Formation, implementation and practical application of quality management system processes in a testing laboratory focused on production, commercial and educational spheres of activity : monograph / S. S. S. Al-Busaidi, G. A. Sosedov, S. V. Ponomarev – Tambov : Publishing house of FGBOU VPO “TSTU”, 2012. – 120 p.

УДК 681.2

А. А. Третьяков[1], И. А. Елизаров[1], В. Н. Назаров[1], Ан. А. Третьяков[2]
([1]ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия;
[2]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет» (МИСиС), г. Москва, Россия,
e-mail: tsasha74@mail.ru)

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОУЧЕТОМ ТЕПЛИЧНОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. Предложен подход к построению системы управления энергоучетом тепличного хозяйства. Рассмотрена структура и функциональный состав системы управления.

Ключевые слова: энергоучет, тепличное хозяйство, паровой коллектор, система управления.

A. A. Tret'yakov[1], I. A. Elizarov[1], V. N. Nazarov[1], An. A. Tret'yakov[2]
([1]Tambov State Technical University, Tambov, Russia;
[2]National University of Science and Technology (MISIS), Moscow, Russia)

GREENHOUSE ENERGY ACCOUNTING MANAGEMENT SYSTEM

Abstract. An approach to the construction of a greenhouse energy accounting management system is proposed. The structure and functional composition of the control system are considered.

Keywords: energy accounting, greenhouse, steam collector, control system.

В настоящее время в России наблюдается бурное развитие агропромышленного комплекса, одним из важных объектов которого являются тепличные хозяйства, в которых круглый год выращивается овощная и плодово-ягодная продукция. Свежие фрукты и ягоды являются источниками ценных пищевых веществ, витаминов, макро- и микроэлементов, употребление которых позволяет повысить уровень здоровья, увеличить продолжительность жизни человека. Каждый год в стране вводятся новые тепличные комплексы [1].

По статистике основная часть эксплуатационных затрат (около 80%) при выращивании сельскохозяйственных культур в теплицах приходится на энергообеспечение, поэтому перед тепличными хозяй-

ствами остро стоит задача по повышению энергоэффективности производства и, следовательно, снижению себестоимости продукции.

Решение задачи повышения энергоэффективности тепличных хозяйств невозможно без использования систем управления энергообеспечением, построенных на базе современных технических и программных средств автоматизации и внедрения систем управления энергоучетом [2, 3].

Крупные тепличные хозяйства используют паровое отопление теплиц, так как обогрев паром имеет высокий КПД, что делает такое отопление достаточно эффективным.

На рисунке 1 представлена структура «Системы управления энергоучетом тепличного хозяйства».

Верхний уровень системы управления энергоучетом представлен котельной тепличного хозяйства с собственной системой управления (СУ) паровыми котлами. В котельной производится пар, который поступает в телицы через соответствующие паровые коллекторы. Сервер тепличного хозяйства на верхнем уровне консолидирует данные из локальный систем управления (ЛСУ) паровыми коллекторами по локальной сети предприятия. Сервер представляет отчеты по работе паровых коллекторов, что позволяет проводить анализ работы системы энергообеспечения тепличного хозяйства с целью повышения энергоэффективности.

На нижнем уровне системы управления энергоучетом размещаются паровые коллекторы с ЛСУ.

Система управления энергоучетом будет обладать следующим функционалом.

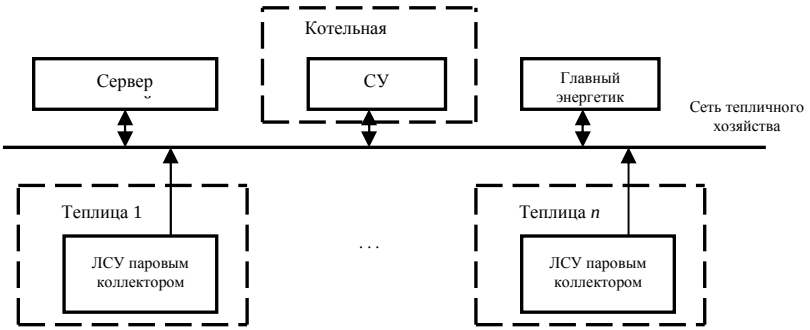


Рис. 1. Структура «Системы управления энергоучетом тепличного хозяйства»

• Локальные системы управления паровыми коллекторами:

– регулируют давление пара в коллекторе согласно заданной программе (реализуется программно-логическое управление, обеспечивающее снижение гидравлических ударов при пуске в холодное время года);

– производят расчет количества потребленного пара;

– передают в локальную сеть хозяйства данные о работе системы, количестве пара и сообщения в систему управления паровыми котлами.

• Система управления паровыми котлами:

– регулирует давление пара в паровой сети;

– выдает рекомендации о необходимости изменения давления в сети согласно производственного плана и текущего состояния.

• Система учета и анализа энергоресурсов:

– представление информации о расходе и количестве энергоресурсов в удобном для анализа виде (в виде круговых и столбиковых диаграмм с выборкой по датам и потребителям);

– автоматическая генерация отчетов.

Для реализации алгоритмов управления паровыми коллекторами, а также для передачи данных в локальную сеть планируется использовать отечественный программируемый логический контроллер с модулями ввода/вывода (ОВЕН ПЛК210 и модули МВ210 и МУ210). В качестве средства отображения текущей информации о технологических параметрах планируется использовать сенсорную панель. Интеграция системы энергоучета с другими системами АСУ ТП тепличного хозяйства будет осуществляться по протоколу MQTT.

Система управления энергоучетом должна обладать гибкостью и возможностью дальнейшей модернизации.

Перспективы развитии системы управления энергоучетом:

– интеграция систем учета воды (ХВС, ГВС);

– интеграция систем учета газа;

– интеграция систем учета электроэнергии.

Список использованных источников

1. Система управления энергоснабжением тепличного хозяйства / С. В. Бодрышев // ИСУП. – 2019. – № 5(83). – С. 25 – 27.

2. Комплексная автоматизация энергоучета на промышленных предприятиях и хозяйственных объектах. – URL : https://www.cta.ru/cms/f/366628.pdf (Дата обращения: 3.10.2022).

3. Автоматизация для тепличного бизнеса / И. Силуянов // Автоматизация и производство. – 2020. – № 1. – С. 22 – 24.

References

1. Sistema upravleniya e`nergosnabzheniem teplichnogo xozyajstva / S. V. Bodry`shev // ISUP. – 2019/ – № 5(83). – Pp. 25 – 27.
2. Kompleksnaya avtomatizaciya e`nergoucheta na promy`shlenny`x predpriyati-yax i xozyajstvenny`x ob``ektax. – URL : https://www.cta.ru/cms/f/366628pdf (Data obrashheniya: 3.10.2022).
3. Avtomatizaciya dlya teplichnogo biznesa / I. Siluyanov // Avtomatizaciya i proizvodstvo. – 2020. – № 1. – Pp. 22 – 24.

УДК 681.5

М. А. Ивановский, С. В. Данилкин, М. В. Чернопятов,
Эль-Эиссави Бадр Халил Махмуд
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: vvalex1961@yandex.ru)

К ВОПРОСУ ДЕКОМПОЗИЦИИ ЦЕЛЕВОГО ПРОСТРАНСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ МАССИВОВ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Аннотация. Рассмотрен подход разбиения целевого пространства информационных массивов при решении задач распознавания образов.

Ключевые слова: Информационные массивы, целевое пространство, распознавание образов.

M. A. Ivanovsky, S. V. Danilkin, M. V. Chernopyatov,
El-Eissawi Badr Khalil Mahmoud
(Department of Information Systems and Information Protection,
TSTU, Tambov, Russia)

TO THE QUESTION OF DECOMPOSITION OF THE TARGET SPACE OF INFORMATION ARRAYS IN THE PATTERN RECOGNITION PROBLEM

Abstract. The approach of partitioning the target space of information arrays when solving pattern recognition problems is considered.

Keywords: information arrays, target space, pattern recognitions.

Важным при решении задач классификации представляется вопрос организации информационных массивов [1].

Выделение исходного множества ИМ $X = \{x\}$ из множества X_Σ всех ИМ осуществляется по признакам, характеризующим рассматриваемую конкретную задачу.

Подмножество X множества X_Σ всех ИМ с заданными на нем отношениями эквивалентности $\{R\}$ и частичной упорядоченности $\{P\}$, имеющее в числе признаков ИМ общую главную цель (или цели), будем называть целевым пространством (ЦП). ЦПИМ есть (кортеж из трех элементов):

$$\text{ЦПИМ} =< \boldsymbol{X}, \boldsymbol{R}, \boldsymbol{P} >, \quad \boldsymbol{R} = \{R\}, \quad \boldsymbol{P} = \{P\} \qquad (1)$$

при условии общности главной цели (целей) (из $x \in \boldsymbol{X}$ вытекает, что A = aim$x \in \{R\}$) и замкнутости $\{R\}$, $\{P\}$: $\boldsymbol{R}'$, $\boldsymbol{P}'$, логически вытекающие из $\boldsymbol{R}$, $\boldsymbol{P}$, также входят в ЦПИМ, отметим, что ЦПИМ является моделью Тарского, т.е. множество (пространство) вместе с множеством отношений между его элементами [2].

Рассмотрим множество $\boldsymbol{R} = \{R\}$ всех эквивалентностей, определенных на ЦПИМ; оно по определению не пусто. Если R_1, $R_2 \in \boldsymbol{R}$, то это отношение логического следования будем записывать в виде $R_1 \le R_2 \overset{\Delta}{=} xR_1y \to xR_2y$. Определим отношение R_* следующим образом $xR_*y \overset{\Delta}{=} (xR_{1y} \forall R_* \in \mathbf{T})$ xR_1y. Поскольку определенное в отношение R_* есть эквивалентность, то $R_* \in \boldsymbol{R}$ и является точной нижней гранью $\boldsymbol{T}$. Отношение R^* определим как $xR^*y \overset{\Delta}{=} \{ \exists(R_1, R_2, ..., R_n) \in \mathrm{T}, \exists(x = z_1, z_2, \ldots, z_n, z_{n+1} = y) \in X, z_iR_iz_{i+1} \ (i = \overline{1, n}) \}$.

Множество $\boldsymbol{R}$ отношений эквивалентности на ЦПИМ является коммутативной полугруппой с единицей (коммутативным моноидом) относительно операции пересечения отношений $R \in \boldsymbol{R}$ $(R = R_1 \ R_2) \overset{\Delta}{=} (xRy \to xR_1y \wedge xR_2y)$, где $\wedge$ – логический символ «И». R является эквивалентностью и выполняются как ассоциативный закон: $R_1(R_2R_3) = (R_1R_2)R_3$, так и коммутативный закон: $R_1R_2 = R_2R_1$.

Пусть $\mathbf{S} = \langle \{\mathbf{R}\} \rangle$ – коммутативный моноид идемпотентов или, в терминологии теории полугрупп, коммутативная связка, причем структура $\boldsymbol{R}$ и полугруппа S сопряжены.

Полугрупповая операция в структуре $\boldsymbol{R}$ записывается как $R_1R_2 = R_2R_1 = \inf\{R_1, R_2\}$, причем относительно этой операции $\boldsymbol{R}$ является коммутативной связкой S', сопряженной с $\boldsymbol{R}$. Из единственности коммутативной связки, сопряженной с данной структурой, вытекает изоморфность S и S', $\boldsymbol{R}$ и $\boldsymbol{R}'$.

Отношения частичной упорядоченности на ЦПИМ основываются на наличии общей цели (целей) aim$x$ и обычно состоят в сравнении ИМ между собою по характеристикам P_A ее выполнения (таким, например, как качество, точность, достоверность, быстродействие и т.д.), по объему P_V использованных гиперссылок, обеспечивающему выполнение цели, объему и составу $P_И$ требуемой информации.

Рассмотрим тройку $\langle \boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y}, f \rangle$, где $\boldsymbol{X} = \{x\}$ – множество элементов ЦПИМ; $\boldsymbol{Y} = \{y\}$ – множество свойств (или их представлений), которыми можно характеризовать элементы $\boldsymbol{X}$, f – отображение $\boldsymbol{X} \xrightarrow{f} f$. Такая тройка, как известно, является морфизмом [3] с областью определения $\boldsymbol{X}$ и областью значений $\boldsymbol{Y}$. Морфизму $\langle \boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y}, f \rangle$ сопоставим образ $\operatorname{im} f$ и ядро $\ker f$, в следующем виде

$$\operatorname{im} f \overset{\Delta}{=} \bigcup_{x \in X} f(x), \ker f = \bigcup_{y \in \operatorname{im} f} f^{-1}(y).$$

Ядро $\ker f$ определяет разбиение ЦПИМ на множества $f^{-1}(y)$, являющиеся смежными классами эквивалентности $\overset{f}{\sim} : x \overset{f}{\sim} x'$ тогда и только тогда, когда $y = f(x) = y' = f(x')$.

Отображение f является сюръективным, если оно распространено на все множество характеристик Y, т.е., $\operatorname{im} f = Y$, $\ker f = \bigcup_{y \in Y} f^{-1}(y)$.

Если ЦПИМ линейно упорядочено, т.е. $X = \langle x_1, x_2, \ldots, x_\alpha, x_{\alpha+1}, \ldots \rangle$, то отображению f однозначно соответствует словесное представление $\langle f(x_1)\, f(x_2), \ldots, f(x_\alpha)\, f(x_{\alpha+1}), \ldots \rangle$. Аналогично, если линейно упорядочено множество характеристик, т.е. $Y = \langle y_1, y_2, \ldots, y_\beta, y_{\beta+1}, \ldots \rangle$, то отображению f соответствует блочное представление $\langle f^{-1}(y_1) \cup f^{-1}(y_2) \cup \ldots \cup f^{-1}(y_\beta) \cup f^{-1}(y_{\beta+1}) \ \ldots \rangle$ в виде объединения непересекающихся множеств (декомпозиции) $\cup X_\beta = X$, $X_\beta = f^{-1}(y_\beta)$, $X_\beta \cap X_\gamma = \varphi$, $(\beta \neq \gamma)$.

При построении ИМ из ЦПИМ, выполняемом с помощью морфизма $\langle \boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y}, f \rangle$, необходимо оценивать степень детализации разбиения ЦПИМ на классы, которая обеспечивается данным словесным представлением. Пусть $\langle \boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y}, f \rangle$, $\langle \boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y}, \varphi \rangle$ – два различных $(f \neq \varphi)$ морфизма. Рассматривая $\ker f$ и $\ker\varphi$ как подмножества декартова произведения $\boldsymbol{X} \times \boldsymbol{X}$ (т.е. множества пар ИМ из ЦПИМ), получим упорядочение отображений по включению: $f < \varphi$ тогда и только тогда, когда $\ker f \subset \ker\varphi$ или, иными словами, когда имеет место логическое следование $x \overset{f}{\sim} x' \to x \overset{\varphi}{\sim} x'$. Отношение $<$ рефлексивно и транзитивно; таким образом, становится возможным рассматривать упорядоченное множество $\boldsymbol{\Sigma} = \{\sigma\}$ разбиений ЦПИМ на блоки, причем $\sigma'^{*} \leq \sigma''$ $(\sigma', \sigma'' \in \Sigma)$ означает, что любая пара $\langle x_1, x_2 \rangle$, входящая в один блок разбиения σ', входит также в один блок разбиения. Иначе говоря, разбиение σ' относительно σ'' является точным, а разбиение σ'' относительно σ' – грубым. В множестве $\boldsymbol{\Sigma}$ есть самое точное разбиение («нуль» $\boldsymbol{\Sigma}$) – поэлемент-

ное, в котором каждый блок состоит из единственной системы из ЦПИМ, и самое грубое разбиение («единица» **Σ**), состоящее из одного блока, которым является все ***X***. Очевидно, $\sigma'^{*} \leq \sigma''$ тогда и только тогда, когда σ'' состоит из тех же блоков, что и σ', но найдется хотя бы одна пара разных блоков из σ', которые в σ'' объединены в один блок. Это обстоятельство позволяет определить на **Σ** операцию пересечения разбиений множества ***X***.

Список использованных источников

1. Ямпольский, В. З. Организация информационных массивов в АСУ / В. З. Ямпольский, И. Л. Чудинов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – Томск : Томский политехнический университет, 1976. – Т. 269. – С. 78 – 81.
2. Tarski, A. The Semantic Conception of Troth and the Foundations of Semantics / A. Tarski // Philosophy and Phenomenological Research. – 1944. – Vol. 4, No. 3. – Pp. 341 – 375.
3. Охотников, А. Л. Информационный морфизм в информационном поле / А. Л. Охотников // Перспективы науки и образования. – Воронеж : Экологическая помощь, 2017. – № 4(28) – С. 7 – 11.

References

1. Yampolsky, V. Z. Organization of information arrays in ACS / V. Z. Yampolsky, I. L. Chudinov // Proceedings of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of Georesources. – Tomsk : State Educational Institution of Higher Education "Tomsk Polytechnic University", 1976. – Vol. 269. – Pp. 78 – 81.
2. Tarski, A. The Semantic Conception of Troth and the Foundations of Semantics / A. Tarski // Philosophy and Phenomenological Research. – 1944. – Vol. 4, No. 3. – Pp. 341 – 375.
3. Okhotnikov, A. L. Information morphism in the information field / A. L. Okhotnikov // Prospects for Science and Education. – Voronezh : Environmental Assistance, 2017. – No. 4(28) – Pp. 7 – 11.

УДК 681.5

М. А. Ивановский, М. В. Чернопятов, Д. Л. Гриднев,
В. В. Малаканов, А. С. Мартус
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: vvalex1961@yandex.ru)

МОДЕЛЬ АНАЛИЗА ЦЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Рассмотрена модель анализа целей производственных систем для повышения целедостижимости в процессе работы производственных систем.

Ключевые слова: производственные системы, организационно-технические комплексы, анализ целей, теория графов, схема целедостижения.

M. A. Ivanovsky, M. V. Chernopyatov, D. L. Gridnev,
V. V. Malakanov, A. S. Martus
(Department of Information Systems and Information Protection,
TSTU, Tambov, Russia)

PRODUCTION SYSTEMS GOAL ANALYSIS MODEL

Abstract. The model of analysis of the objectives of production systems is considered, to increase the purpose of performance during operation of production systems.

Keywords: production systems, organizational and technical complexes, goal analysis, graph theory, goal-achievement scheme.

Лингвистическая и логическая модели целей отображают прагматический и семантический компоненты деятельности производственных комплексов, семантические модели структур целей и семиотическая система рассуждений о целях обеспечивают логико-лингвистическое моделирование целей.

При создании и реорганизации сложных объектов производственной сферы, таких как организационно-технические комплексы (далее комплексы), определяющим в данных процессах является процесс анализа целей, неразрывно связанный с целеполаганием [2]. В управлении и системном анализе данных объектов *структуры* целей как результаты анализа и полагания целей (целеполагания) выполняют

методологическую функцию и являются логическими основаниями синтеза комплексов. Поэтому к структурам целей предъявляется требование непротиворечивости, обычно совмещаемое с требованием их полноты.

Структуру целей как результат анализа и полагания целей представим в виде m-уровневого орграфа $G^a = \langle C, R\rangle$, где C – множество целей i-х уровней, $i = 0(1)(m - 1)$. R – множество дуг, соответствующих множеству отношений подчинения целями верхних уровней графа целей его нижележащих уровней, которые, выполняя роль средств, выражают условия целедостижения [1].

В процессе анализа и полагания целей выделим процедуру формирования куста графа G^a, состоящую в определении непосредственных подцелей заданной цели. Зададим получаемый посредством данной процедуры куст целей в виде двухуровневого графа $G_k^a = \langle C_k, R_k \rangle$, где C_k – кортеж целей, состоящий из подчиняющей цели куста и непосредственно подчиненных ей подцелей; R_k – множество отношений подчинения целью подцелей. Стратифицируем данную процедуру так:

1) на логической страте вырабатывается и применяется стратегия анализа текущей цели, содержательно обосновывается правильность суждений о полагаемых подцелях и непротиворечивость рассуждения о цели и подцелях, т.е. куста G_k^a;

2) на математической страте выбираются рациональные стратегии анализа целей и совокупности подцелей данной цели.

Синтез структуры целей как структурной схемы целедостижения – это многошаговый мысленный процесс перехода от простых к сложным целям [3]. Результатами данного процесса являются, как правило, сетевые СЦ, представляемые в виде графа, с обратным направлением дуг по отношению к соответствующим структурам как результатам анализа. Обозначим такой граф через G^c. В процессе синтеза структурной схемы целедостижения выделим процедуру формирования куста G_k^c графа целей G^c, состоящую в уточнении цели по ее подцелям.

Стратифицируем данную процедуру так:

1) на логической страте содержательно обосновывается правильность суждения об уточняемой цели соответствующего куста G_k^c графа целей G^c как результата анализа и непротиворечивость рассуждения о подцелях и цели куста;

2) на математической страте оцениваются ресурсы для достижения цели и степень ее достижения при недостаточном их количестве [4].

Осуществление перечисленных процедур на основе логических моделей, объективирующих субъективные методы анализа и синтеза целей, позволит обосновывать структуры идеальных целей как результаты анализа и использовать их для обоснования соответствующих синтезируемых структур реальных целей. Обоснованность синтезируемых таким образом структур целей, планов и программ целедостижения повысится, а их формирование упростится.

Список использованных источников

1. Проблемы программно-целевого планирования и управления / под ред. Г. С. Поспелова. – М. : Наука, 1981. – 464 с.
2. Поспелов, Д. А. Ситуационное управление. Новый виток развития / Д. А. Поспелов // Известия РАН. Теория и системы управления. – 1995. – № 5. – С. 152 – 159.
3. Лукьянова, Л. М. Структурно-целевой анализ и синтез организационно-технических комплексов (на примере рыбохозяйственных комплексов) / Л. М. Лукьянова. – Калининград, 2005. – 163 с.
4. Саати, Т. Метод анализа иерархий /Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 315 с.

References

1. Problems of program-targeted planning and management / ed. G. S. Pospelov. – M. : Nauka, 1981. – 464 p.
2. Pospelov, D. A. Situational management. A new round of development / D. A. Pospelov // Izvestiya RAN. Theory and Control Systems. – 1995. – No. 5. – Pp. 152 – 159.
3. Lukyanova, L. M. Structural-target analysis and synthesis of organizational and technical complexes (on the example of fishery complexes) / L. M. Lukyanov. – Kaliningrad, 2005. – 163 p.
4. Saati, T. Method of analysis of hierarchies / T. Saati. – M. : Radio and communication, 1993. – 315 p.

УДК 004.056.5

П. И. Карасев, П. Ю. Пушкин, Д. А. Головченко
(Кафедра КБ-1 «Защита информации»,
РТУ МИРЭА, г. Москва, Россия,
e-mail: karasev@mirea.ru, pushkin@mirea.ru)

МАНДАТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Рассматриваются возможности по реализации мандатного разграничения доступа, а также технические и правовые аспекты данной технологии.

Ключевые слова: мандатное разграничение доступа, функции безопасности, задание по безопасности, технические аспекты безопасности, правовые аспекты безопасности.

P. I. Karasev, P. Y. Pushkin, D. A. Golovchenko
(Department KB-1 “Information Security”,
RTU MIREA, Moscow, Russia)

MANDATORY ACCESS CONTROL AT THE ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The article discusses the possibilities for implementing mandatory access control, as well as the technical and legal aspects of this technology.

Keywords: mandatory access control, security functions, security task, technical aspects of security, legal aspects of security.

Мандатное управление доступом основано на иерархической модели. Иерархическая модель основана на уровнях безопасности. Всем пользователям назначаются уровни доступа. Всем объектам назначаются уровни безопасности. Пользователи могут обратиться только к объектам, у которых уровень безопасности ниже или равен текущему уровню доступа пользователя.

В мандатной модели управления доступом доступ осуществляется только администратором. Администратором считается тот, кто устанавливает права пользователям системы. Пользователи не могут изменять права, даже если они являются владельцами объекта. Благодаря этому системы с мандатным управлением доступом считаются более безопасными. Централизованное администрирование позволяет легче осуществлять контроль доступа к объектам защиты. Администратору не надо думать о том, что кто-то другой выставит неправильные настройки доступа. Из-за высокого уровня безопасности систем с ман-

датным управлением доступа мандатные модели управления доступом часто используются в правительственных системах.

У мандатных систем управления доступом есть свои недостатки. Мандатные системы управления доступом неудобно администрировать. Это происходит из-за того, что администратору приходится лично назначать все разрешения. Таким образом, администратор берет на себя все обязательства по обслуживанию и настройке системы. Когда система становится больше, нагрузка на администратора тоже возрастает. Поэтому приходится постоянно следить, чтобы количество администраторов было достаточно для обслуживания системы.

Основной задачей, решаемой мандатным управлением доступом в современных защищенных операционных системах, является не полное блокирование каналов утечки конфиденциальной информации, а существенное затруднение их реализации нарушителем. Любая операционная имеет уязвимости. При определенных условиях правила мандатного управления доступом могут быть нарушены благодаря этим уязвимостям. Несмотря на это мандатные правила позволяют заметно повысить защищенность операционной системы, поскольку:

– мандатные правила снижают риск случайной утечки конфиденциальных данных в результате ошибочных действий пользователя. В большинстве известных подходов к обходу правил мандатного управления доступом нарушителю приходится выполнять сложные последовательности неочевидных действий, которые нельзя выполнить случайно;

– нарушитель, который хочет преодолеть систему мандатного управления доступом, должен затратить большое количество времени на исследование системы и поиск уязвимостей. В результате большая часть вредоносного ПО, которое обычно используется для кражи конфиденциальных данных в популярных операционных системах, в условиях мандатного управления доступом работать не будет;

– последовательность действий, разработанная нарушителем, которая направлена на поиск уязвимостей для обхода мандатного управления доступом, должна выявляться развитой системой аудита или блокироваться организационными мерами защиты.

Согласно национальному стандарту Российской Федерации ГОСТ Р 54582–2011/ISO/IEC Основы доверия к безопасности информационных технологий для систем класса B1 требуются все характеристики систем класса C2 и мандатная модель управления доступом.

В частности при написании задания по безопасности в функциональных требованиях используются следующие определения для требований:

– для класса FDP_ETC.1.1 «Экспорт данных пользователя без атрибутов безопасности». Функции безопасности объекта должны осуществлять политику мандатного управления доступом при экспорте данных пользователя без меток, контролируемом политикой функций безопасности, за пределы области действия функций;

– для класса FDP_ETC.2.1 «Экспорт данных пользователя с атрибутами безопасности». Функции безопасности объекта должны осуществлять политику мандатного управления доступом при экспорте данных пользователя с метками, контролируемом политикой функций безопасности, за пределы области действия функций;

– для класса FDP_IFC.1.1 «Ограниченное управление информационными потоками». Функции безопасности объекта должны осуществлять политику мандатного управления доступом для задач, работающих от имени пользователя, объектов файловой системы, объектов межпроцессного взаимодействия, сетевых объектов и всех операций субъектов над объектами, охваченных политикой мандатного управления доступом.

Подводя итог вышеизложенному, можно сказать, что несмотря на то, что мандатное разграничение доступа не очень популярно в операционных системах, предназначенных для простых пользователей, существование данного вида управления доступом необходимо для построения систем повышенной безопасности. Несмотря на свои недостатки реализация мандатного разграничения доступа сильно повышает безопасность операционной системы как с технической, так и с организационной и правовых сторон.

Список использованных источников

1. Derrick Rountree. Security for Microsoft Windows System Administrators. – Elsevier, Inc., 2011. – 201 с.

2. Государственный стандарт Российской Федерации от 2004.01.01 ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1–2002. – URL : https://docs.cntd.ru/document/1200029952

3. Professor Steve Demurijan. Implemenation of Mandatory Access Control in Role-based Systems // Computer Science & Engineering. – 2011. – CSE367 Final Project Report. – 20 с.

4. Национальный стандарт Российской федерации от 2009.01.01 ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 19791–2008. – URL : https://docs.cntd.ru/document/1200076806

5. Vincent, C. Hu. Verification and Test Methods for Access Control Policies/Models / C. Hu. Vincent, Kuhn Rick, Yaga Dylan // National Institute of Standards and Technology. – Gaithersburg, 2017. – 68 с.

References

1. Derrick Rountree. Security for Microsoft Windows System Administrators. – Elsevier, Inc., 2011. – 201 p.

2. State Standard of the Russian Federation of 2004.01.01 GOST R ISO/IEC 15408-1–2002. – URL : https://docs.cntd.ru/document/1200029952

3. Professor Steve Demurijan. Implementation of Mandatory Access Control in Role-based Systems // Computer Science & Engineering. – 2011. – CSE367 Final Project Report. – 20 p.

4. National Standard of the Russian Federation of 2009.01.01 GOST R ISO/IEC TO 19791–2008. – URL : https://docs.cntd.ru/document/1200076806

5. Vincent, C. Hu. Verification and Test Methods for Access Control Policies/Models / C. Hu. Vincent, Kuhn Rick, Yaga Dylan // National Institute of Standards and Technology. – Gaithersburg, 2017. – 68 p.

УДК 681.5

А. А. Оксузьян, И. Г. Таршинова, М. В. Чернопятов,
М. А. Ивановский, Эль-Эиссави Бадр Халил Махмуд
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: vvalex1961@yandex.ru)

КОМПЛЕКС МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ СБОРА ИНФОРМАЦИИ ОТ ИСТОЧНИКОВ

Аннотация. Рассмотрен комплекс моделей, используемых в процессе сбора информации от разных источников.

Ключевые слова: источник информации, информационные системы, объект явлений, информационные распределенные системы, база данных, сбор информации.

A. A. Oksuz'yan, I. G. Tarshinova, M. V. Chernopyatov,
M.A. Ivanovsky, El-Eissawi Badr Khalil Mahmoud
(Department of Information Systems and Information Protection,
TSTU, Tambov, Russia)

SET OF MODELS OF INFORMATION COLLECTION PROCESSES FROM SOURCES

Abstract. A set of models used in the process of collecting information from different sources is considered.

Keywords: Information source, information systems, object of phenomena, information distributed systems, database, collection of information.

Анализ функционирования создаваемой ИС при решении некоторых задач обнаруживает, что оказывается необходим учет множества объектов и явлений, первоначальное возникновение которых в реальности имеет случайный характер [1]. Вместе с тем будем отличать полноту представляемой информации от ее достоверности: полнота относится лишь к вновь появляющимся объектам учета и явлениям, а достоверность – как к новым, так и к уже отраженным в ИС.

Предположим, что появление в реальности новых объектов или явлений, значимых для решения в системе конкретной задачи, происходит в случайные моменты времени (назовем их вызывающими),

отстоящими друг от друга на случайные интервалы, длительность которых распределена по экспоненциальному закону с параметром λ. При этом в вызывающий момент с вероятностью q_m появляется сразу m новых ОЯ. $\sum q_m z_m = 1$. Производящую функцию числа появляющихся ОЯ в вызывающий момент обозначим через $\Phi(z)$.

После приема сообщения в ИС возможна задержка (например, для визуального контроля данных), после чего осуществляется ввод информации в ИС, это занимает среднее время β_i с функцией распределения $B_3(t)$. Таким образом, данный подход позволяет воспользоваться классическими результатами для систем массового обслуживания с бесконечным числом обслуживающих приборов $M/G/\infty$.

Вероятность того, что в ИРС полностью отражены реальные объекты, совпадающая с вероятностью того, что в системе $M/G/\infty$ количество занятых обслуживанием приборов равно нулю, рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{полн}} = \exp\left\{-\lambda \int_0^\infty \left[1 - \Phi\left(B(t)\right)\right] dt\right\}, \qquad (1)$$

где $\Phi(z) = \sum_{m>0} q_m z^m$ – производящая функция; $B(t) = B_1 B_2 B_3(t)$ – функция распределения времени подготовки, передачи и ввода в ИРС информации о новых объектах учета.

Под актуальностью на момент t выходной информации, отражающей с допустимой погрешностью $\Delta(t - \tau)$ состояние объектов учета и явлений на момент $t - \tau$, понимается ее свойство отражать с заданной погрешностью реальное состояние на момент t. Так, если через $x(t)$ обозначить реальное значение какого-либо количественного параметра в момент t, а через $\tilde{x}(t)$ – его значение, отраженное в ИС, то значение $\tilde{x}(t)$ будет актуальным на момент t, если для любого $0 \le \tau < t$ и наперед заданных границ Δ^- и Δ^+

$$\Delta^- \le \tilde{x}(t) - x(t - \tau) \le \Delta^+,$$

где Δ^- и Δ^+ – соответственно нижняя и верхняя границы допустимых пределов, задаваемых пользователями информации из соображений обоснованного решения конкретной функциональной задачи, причем в общем случае $\Delta^- = \Delta(x, t, \tau)$, $\Delta^+ = \Delta^+(x, t, \tau)$. Если $\Delta^- = \Delta^+$, то это означает, что должностным лицам требуется для решения задач 100%-но точная информация о состоянии объектов и явлений.

На актуальность информации в ИС оказывают влияние не только технические характеристики используемых компьютерных средств, но и применяемые технологии сбора данных в системе [2].

Возможны следующие дисциплины сбора информации: по регламенту, когда информация собирается от источников и заносится в БД через постоянный период времени, установленный для ИС регламентом; сразу по изменению состояния объекта учета, когда информация поставляется от источников сразу после значимого изменения состояния одного или нескольких отслеживаемых объектов учета; независимо от состояния объектов учета, если информация от источников собирается не по регламенту и не сразу по изменению состояния объекта учета.

В промежутке времени между изменением состояния объекта учета и занесением этих изменений в БД соответствующая выходная информация ИС считается недостаточно актуальной, если ее отличие от реальной превышает допустимые пределы, определяемые функциональным назначением этой выходной информации (т.е., если в реальности произошли значимые изменения, и они не отражены в БД). Неактуальная БД является угрозой целостности информации в ИС [3]. Оценка степени актуальности выходной информации, сформированной на основе использования БД ИС, должна осуществляться в приложении к конкретному периоду функционирования ИС и конкретным типам форм входных документов, на основании которых формируется БД.

Вероятность сохранения актуальности информации на момент ее использования:

1) для дисциплины выдачи информации от источника сразу после значимого изменения текущего состояния объекта учета:

$$P_{\text{акт}} = \frac{1}{c}\int_0^{\infty} B(t)\left[1 - C(t)\right] dt\,;$$

2) для дисциплины обновления БД вне зависимости от наличия или отсутствия изменения текущего состояния объекта учета (например, при сборе по регламенту):

$$P_{\text{акт}} = \frac{1}{q}\int_0^{\infty}\left\{\left[1 - Q(t)\right]\left[1 - \int_0^{\infty} C(t+\tau)dB(\tau)\right]\right\} dt\,,$$

где $C(t)$ – функция распределения времени значимого изменения реальной информации относительно информации, хранимой в БД; c – ее математическое ожидание; $B(t)$ – функция распределения времени подготовки, передачи и ввода информации для обновления БД; b – ее математическое ожидание; $Q(t)$ – функция распределения длительности

интервалов между соседними обновлениями БД; q – ее математическое ожидание.

Список использованных источников

1. Карпухина, А. А. Анализ функционирования информационной системы для ведения управленческого учета / А. А. Карпухина // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаем будущее : сб. ст. XXI Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : МЦНС «Наука и просвещение», 2019. – С. 51 – 53.

2. Образование и XXI век: Информационные и коммуникационные технологии. – М. : Наука, 1999. – 191 с.

3. Штыренко, С. И. Модель угроз целостности информации / С. И. Штыренко, Н. С. Егошин // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – Томск : Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2018. – № 1-1. – С. 178 – 181.

References

1. Karpukhina, A. A. Analysis of the functioning of the information system for management accounting / A. A. Karpukhina // Science and education: keeping the past, we create the future : collection of articles of the XXI International scientific and practical conference. – Penza : ICNS Science and education, 2019. – Pp. 51 – 53.

2. Education and XXI century: Information and communication technologies. – M. : Nauka, 1999. – 191 p.

3. Shtyrenko, S. I. Model of information integrity threats / S. I. Shtyrenko, N. S. Egoshin // Collection of selected articles of the TUSUR scientific session. – Tomsk : Tomsk State University of Control Systems and Radio-Electronics, 2018. – No. 1-1. – Pp. 178 – 181.

УДК 004.056.5

П. Ю. Пушкин, П. И. Карасев, Ф. О. Федин
(Кафедра КБ-1 «Защита информации»,
РТУ МИРЭА, Москва, Россия,
e-mail: karasev@mirea.ru, pushkin@mirea.ru)

ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. В последнее время количество обрабатываемой информации увеличивается в геометрической прогрессии и в такой же прогрессии увеличивается количество угроз, связанных с нарушением информационной безопасности. По данным на начало 2022 г., утечки данных оцениваются в 4,24 млн долларов и это один из самых высоких показаний за последние 17 лет и по сравнению с 2021 г. ущерб увеличился на 10%. Данная работа содержит рекомендации по защите персональных данных в информационной системе организации.

Ключевые слова: информационная безопасность, защита информационных систем, защита персональных данных в информационных системах, защита конфиденциальных данных пользователей или сотрудников.

P. Y. Pushkin, P. I. Karasev, F. O. Fedin
(Department KB-1 “Information Security”,
RTU MIREA, Moscow, Russia)

PROTECTION OF PERSONAL DATA IN INFORMATION SYSTEMS OF AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISES

Abstract. Recently, the amount of information has been increasing exponentially, and the number of threats associated with the violation of information security has increased in the same progression. As of the beginning of 2022, data breaches are estimated at $4.24 million and this is one of the highest readings in the last 17 years and compared to 2021, the damage increased by 10%. This work contains recommendations for the protection of personal data in the information system of an organization.

Keywords: information security, protection of information systems, protection of personal data in information systems, protection of confidential data of users or employees.

По статистике на момент начала 2022 г. количество краж персональных данных составляет треть от общего количества и зачастую совершается не только на определенные крупные организации или государственные структуры, но и на частные лица с различными целя-

ми, начиная от угроз раскрытия персональной информации и заканчивая вымогательством денежных средств, поэтому с каждым годом злоумышленники находят все новые и новые способы атаки, а значит вопрос о сохранности конфиденциальности данных поднимается с каждым годом и вместе с ним выдвигаются новые, более суровые критерии по защите информации.

Угрозы безопасности персональных данных – совокупность условий и факторов, создающих опасность несанкционированного, в том числе случайного, доступа к персональным данным, результатом которого может стать уничтожение, изменение, блокирование, копирование, распространение персональных данных, а также иных несанкционированных действий при их обработке в информационной системе персональных данных. Существует три типа угрозы персональным данным:

Угрозы 1 типа. Обработка персональных данных в информационной системе по обработке персональных данных (ИСПДн). К данному типу относятся совокупность факторов и условий, которые строятся из наличия в системе не декларируемых возможностей (НДВ), т.е. при использовании аппаратных возможностей и программного обеспечения, которые могут послужить инструментом блокировки, изменения, удаления или же распространения личных данных граждан или сотрудников

Угрозы 2 типа. ИСПДн, которые выявляются в системах, которые собирают и по заданному алгоритму персонализируют информацию, содержащую персональные данные, которая из-за наличия уязвимостей может быть использована для несанкционированного доступа, с целью внесения изменений, распространению или уничтожению информации.

Угрозы 3 типа. Вид ИСПДн, проявляется тогда, когда в системе отсутствует опасность получения доступа к персональным данным со стороны сотрудников или третьих лиц вследствие наличия не декларируемых возможностей в программном обеспечении [1].

Для того, чтобы определить направления защиты и какие средства необходимо применить, чтобы обеспечить защищу персональных данных необходимо провести IT-аудит, который представляет из себя комплекс мер, позволяющий провести полный анализ компьютерной сети, серверов, отдельно взятой информационной системы или периферийного оборудования и определить комплекс мер по защите системы, который проводится в два этапа.

Собирается информация о компьютерах, системах, серверах, периферийном оборудовании, топологии сети, коммуникации и программном обеспечении. Помимо этого, проводится интервью с со-

трудниками, которые работают с IT-системой с целью выявления недочетов, связанных с ее безопасностью.

Включает в себя анализ информации и составления отчетов, которые будут содержать список мероприятий по обеспечению более высокого уровня информационной безопасности на аппаратном, программном уровне компьютерной сети.

Аппаратные менеджеры паролей, которые представляют собой специальные устройства для хранения и передачи паролей, обеспечивают доступ к информации и даже при условии подбора верного пароля без физического носителя доступа не получат.

Аппаратные модули доверенной загрузки предотвращают загрузку нежелательного или опасного ПО, с помощью которого злоумышленник может получить доступ к информации, хранящейся на данном устройстве [2].

Защита персональных данных в информационной системе агропромышленного комплекса является одним из важнейших аспектов информационной безопасности предприятия, ведь именно персональные данные чаще всего становятся объектом хищения и именно поэтому так важно их защищать, ведь от успешного выполнения и соблюдения политики защиты персональных данных зависит успех любой информационной системы. В данной работе были рассмотрены способы защиты информации данных пользователей от нарушителей. Также рассмотрено проведение полного ИТ-аудита, ведь без него невозможно создать эффективную защиту, которая будет противостоять нарушителям политики информационной безопасности.

Список использованных источников

1. Бычков, А. И. Проблемы защиты персональных данных / А. И. Бычков. – М. : Изд-во Инфотропик, 2020. – С. 116.

2. Гайнулин, Т. Р. Защита персональных данных в организации / Т. Р. Гайнулин, М. Ю. Рытов. – М. : Изд-во Флинта, 2021. – С. 124.

References

1. Bychkov, A. I. Problems of personal data protection / A. I. Bychkov. – M. : Infotropic Publishing House, 2020. – P. 116.

2. Gainulin, T. R. Protection of personal data in an organization / T. R. Gainulin, M. Yu. Rytov. – M. : Flint Publishing House, 2021. – P. 124.

УДК 621.313

В. М. Степанов, С. В. Ершов, В. Ю. Непомнящий
(ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,
г. Тула, Россия,
e-mail: eists@rambler.ru)

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

Аннотация. Рассмотрена одна из возможных структур цифрового двойника для управления режимами работы систем электроснабжения агропромышленного комплекса в электрических сетях напряжением 35 кВ, которая позволяет выполнить оптимизацию режимных параметров участка электрических сетей указанного класса напряжения с целью повышения их энергетической эффективности, надежности и снижения потерь электрической энергии и улучшения показателей ее качества.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, режимные параметры, электроснабжение, цифровой двойник, оптимизация, качество электроэнергии.

V. M. Stepanov, S. V. Ershov, V. Yu. Nepomnyashchy
(Tula State University, Tula, Russia)

THE STRUCTURE OF THE CONTROL SYSTEM FOR OPERATING PARAMETERS OF POWER SUPPLY OF AGRO-INDUSTRIAL FACILITIES BASED ON A DIGITAL TWIN

Abstract. One of the possible structures of a digital twin for controlling the modes of operation of power supply systems of the agro-industrial complex in electric networks with a voltage of 35 kV is considered, which allows optimizing the operating parameters of a section of electric networks of the specified voltage class in order to increase their energy efficiency, reliability and reduce losses of electric energy and improve its quality indicators.

Keywords: agro-industrial complex, operating parameters, power supply, digital twin, optimization, electricity quality.

В настоящее время вопрос контроля и управления параметрами систем электроснабжения объектов агропромышленного комплекса на основе применения цифровых технологий стоит очень остро. Решение задач, касающихся анализа параметров объектов агропромышленного комплекса, управление которыми необходимо организовывать, может быть найдено на базе применения цифровых двойников. К таким объ-

ектам можно отнести современные системы электроснабжения агропромышленного комплекса, которые включают в себя различные энерго- и электроприемники, участковое генерирующее оборудование на основе использования возобновляемых источников и электроэнергии.

Задачей предлагаемой структуры системы управления режимными параметрами электроснабжения агропромышленного комплекса на основе цифрового двойника является оптимизация режимных параметров электрической сети и входящих в ее структуру питающих подстанций, повышение быстродействия и качества системы автоматического управления, повышение надежности и снижение аварийности систем электроснабжения.

Сущность предлагаемого технического решения заключается в том, что в структуру автоматизированной системы управления режимными параметрами электроснабжения высоковольтной сети энергетического района вводится, так называемый, «цифровой двойник», представляющий собой виртуальную копию данного участка сети, основанную на высокоточных математических моделях, описывающих физические и электротехнические процессы, происходящие во всех, входящих с состав системы электроснабжения, элементах. Цифровой двойник обладает возможностью самообучения за счет своей внутренней структуры, в основе создания которой лежит принцип нейросети.

Эффект управления режимными параметрами системы электроснабжения энергетического района достигается за счет оптимизации технологических режимов и повышения надежности электрической сети благодаря переходу на контроль, управление и прогнозирование параметров по фактическим данным о величинах показателей системы электроснабжения.

Эти возможности цифровой двойник системы электроснабжения реализует за счет того, что в нем применяются эталонные верифицированные математические модели физических процессов, работающие на данных, поступающих от штатных средств автоматики. Цифровой двойник позволяет непрерывно получать информацию о текущем состоянии объекта, для которой ранее требовалось глубокое техническое обследование.

Кроме оценки фактического технического состояния оборудования и режимных параметров, «двойник» может спрогнозировать их изменение во времени и оценить их влияние на эффективность и надежность работы системы электроснабжения контролируемого участка.

На рисунке 1 изображена структура системы управления режимными параметрами электроснабжения агропромышленного комплекса на основе цифрового двойника.

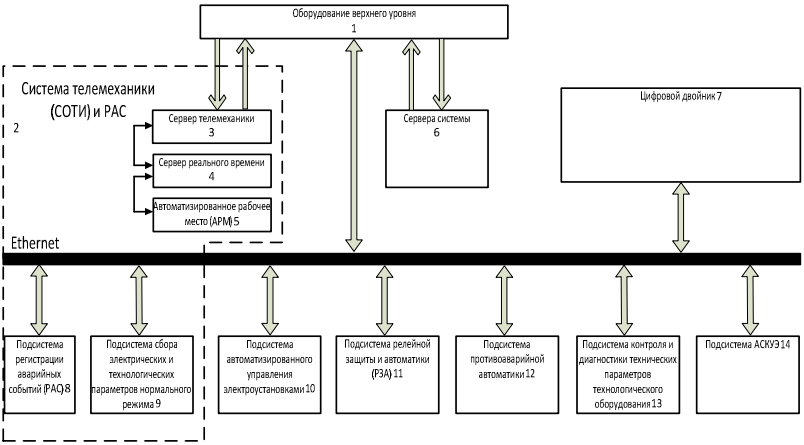


Рис. 1. Структура системы управления электроснабжением объектов энергетического комплекса на основе цифрового двойника

Для реализации предлагаемого технического решения в структуру существующей системы электроснабжения вводится блок цифрового двойника *7*. Концепция интеллектуального цифрового двойника отличается по своей структуре и функционалу как от штатной автоматизированной системы управления участком электроснабжения, так и от систем аналитики на базе статистических или балансовых моделей. Главное отличие состоит в том, что математические модели, основанные на физических, электромагнитных и электротехнических процессах в составе интеллектуального цифрового двойника дают больше данных о техническом и режимном состоянии объекта, чем штатные системы диагностики, прогнозирования и управления.

Структура системы управления режимными параметрами электроснабжения участка энергетического района содержит связанное входами и выходами оборудование верхнего уровня с сервером системы обмена технологической информацией (СОТИ) и регистрации аварийных событий (РАС), сервером системы, включающей сервер телемеханики, реального времени и автоматизированные рабочие места (АРМ), подсистемы регистрации аварийных режимов, подсистемы сбора электрических и технологических параметров нормального режима, подсистемы автоматизированного управления энергоустановками, подсистемы релейной защиты и автоматики, противоаварийной автоматики, контроля и диагностики технических параметров технологического оборудования и автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) с дополнительным блоком цифро-

вого двойника, вход и выход которого связаны посредством сети Ethernet с входами и выходами системы обмена технологической информацией и регистрации аварийных событий, автоматизированного управления энергоустановками, подсистем релейной защиты и автоматики, противоаварийной автоматики, контроля и диагностики технических параметров технологического оборудования и автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии, а также с оборудованием верхнего уровня, связанного с сервером системы.

Эти возможности цифровой двойник системы электроснабжения реализует за счет того, что в нем применяют эталонные верифицированные математические модели физических процессов, работающие на данных, поступающих от штатных средств автоматики. Цифровой двойник позволяет непрерывно получать информацию о текущем состоянии объекта, для которой ранее требовалось глубокое техническое обследование.

Кроме оценки фактического технического состояния оборудования и режимных параметров, «двойник» может спрогнозировать их изменение во времени и оценить их влияние на эффективность и надежность работы системы электроснабжения контролируемого участка.

Структура системы управления режимными параметрами электроснабжения участка энергетического района содержит связанное входами и выходами оборудование верхнего уровня *1* с сервером системы обмена технологической информацией (СОТИ) и регистрации аварийных событий (РАС) *2*, включающую сервер телемеханики *3*, реального времени *4* и автоматизированные рабочие места (АРМ) *5*, подсистемы регистрации аварийных событий *8*, подсистемы сбора электрических и технологических параметров нормального режима *9*, с сервером системы *6*, с подсистемой автоматизированного управления энергоустановками *10*, подсистем релейной защиты и автоматики 11, противоаварийной автоматики *12*, контроля и диагностики технических параметров технологического оборудования *13* и автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) *14*, дополнительно введен блок «цифрового двойника» *7*, вход и выход которого связаны посредством сети Ethernet с входами и выходами оборудования верхнего уровня *1*, серверов телемеханики *3*, реального времени *4* и автоматизированных рабочих мест (АРМ) *5* и системы *6*, подсистем регистрации аварийных событий *8*, сбора электрических и технологических параметров нормального режима *9*, автоматизированного управления энергоустановками *10*, подсистем релейной защиты и автоматики *11*, противоаварийной автоматики *12*, контроля и диагностики технических параметров технологического оборудования *13* и автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии *14*.

Структура системы управления режимными параметрами электроснабжения участка энергетического района работает следующим образом. Показания физических датчиков, установленных на оборудовании подсистемы регистрации аварийных событий *8*, подсистемы сбора электрических и технологических параметров нормального режима *9*, подсистемы автоматизированного управления энергоустановками *10*, подсистем релейной защиты и автоматики *11*, противоаварийной автоматики *12*, контроля и диагностики технических параметров технологического оборудования *13* и автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) *14* передают сигналы посредством сети Ethernet на вход цифрового двойника *7*, реализованного в виде сервера промышленного исполнения или промышленного контроллера. Математическая модель «цифрового двойника» *7* получает эти данные со своего входа и в непрерывном режиме проводит расчет остальных не измеряемых физически параметров процессов, происходящих в электрических сетях и подстанциях энергетического района. Эти данные с выхода «цифрового двойника» *7* поступают на вход оборудования верхнего уровня *1* через сеть Ethernet. Далее данные с выхода оборудования верхнего уровня *1* поступают на входы серверов *2 – 6*, где в виде виртуальных датчиков используют для вычисления технико-экономических показателей, а также для диагностики определенных дефектов и прогнозирования энергопотребления и энергетических потерь.

Математическую модель «цифрового двойника» *7* подвергают регулярной калибровке, чтобы соответствовать текущему состоянию контролируемого объекта. Также «цифровой двойник» *7* позволяет определять на ранней стадии отклонения от возмущающих воздействий благодаря тому, что может быть использован в качестве эталона для сравнения данных физических измерений. Прогноз строят на основе экстраполяции роста отклонений в соответствии с диагностическими критериями и используемыми методами оптимизации.

При работе системы электроснабжения района имеет место много взаимосвязанных сложных непрерывных физических процессов. Для отдельных сложных нелинейных процессов создаются трехмерные CAE-модели, преобразуемые затем в модели пониженного порядка (ROM-модели), и далее интегрируемые в единую системную модель, воспроизводящую реальную работу всего участка электрической сети.

Интеллектуальный «цифровой двойник» *7* состоит из двух частей. Первая – это цифровой двойник, где есть модель, система калибровки, логические блоки интерпретации показаний моделей и анализатор трендов для прогнозирования. Вторая часть – это система поддержки персонала, которая имеет человеко-машинные интерфейсы HMI для

оперативного персонала и сервисной службы, и платформа дополненной реальности AR (входят в структуру цифрового двойника).

Сформированные цифровым двойником *7* данные об оптимальных на конкретный момент времени режимных параметрах системы электроснабжения объектов агропромышленного комплекса, с его выхода поступают на вход оборудования верхнего уровня *1*, которая формирует управляющие сигналы установленной величины и отправляет их на входы серверов *2 – 6*, которые со своих выходов подают управляющие сигналы на входы подсистемы регистрации аварийных событий *8*, подсистемы сбора электрических и технологических параметров нормального режима *9*, подсистемы автоматизированного управления энергоустановками *10*, подсистемы релейной защиты и автоматики *11*, противоаварийной автоматики *12*, контроля и диагностики технических параметров технологического оборудования *13* и автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) *14* и изменяют рабочие характеристики сети и подстанций системы электроснабжения объектов агропромышленного комплекса, тем самым обеспечивают наиболее энергетически эффективный, безопасный и непрерывный режим работы потребителей.

Предложенная структура системы управления режимными параметрами электроснабжения участка объектов агропромышленного комплекса позволяет снизить потери электрической энергии, повысить надежность работы, снизить аварийность за счет непрерывной диагностики и контроля режимов работы электрической сети энергетического района путем оптимизации режимных параметров высоковольтной электрической сети и питающих участок системы электроснабжения объектов агропромышленного комплекса подстанций.

Список использованных источников

1. Kovalyov, S. P. An approach to develop a generative design technology for power systems // Proc. VI International Workshop «Critical Infrastructures: Contingency Management, Intelligent, Agent-Based, Cloud Computing and Cyber Security» (IWCI 2019). Advances in Intelligent Systems Research. – 2019. – Vol. 169. – Pp. 79 – 82. – URL : https://www.atlantis-press.com/proceedings/iwci-19/125917306

2. Ковалев, С. П. Применение онтологий при разработке распределенных автоматизированных информационно-измерительных систем // Автометрия. – 2008. – Т. 44, № 2. – С. 41 – 49.

3. Andryushkevich, S. K. Composition and application of power system digital twins based on ontological modeling / S. K. Andryushkevich, S. P. Kovalyov, E. Nefedov // Proc. 17th IEEE Intl. Conf. Industrial Informatics INDIN’19. Helsinki-Espoo, Finland : IEEE, 2019. – Pp. 1536 – 1542.

4. Erikstad, S. Design patterns for digital twin solutions in marine systems design and operations // Proc. 17th Intl. Conf. Computer and IT Applications in the Maritime Industries COMPIT'18. Hamburg, Technische Universität Hamburg, 2018. – Pp. 354 – 363.

5. Compositional models for power systems / J. S. Nolan, B. S. Pollard, S. Breiner, D. Anand, E. Subrahmanian // Proc. Applied Category Theory Conf. ACT 2019. NIST, 2019. – URL : https://www.nist.gov/publications/compositional-models-power-systems

УДК 004

Е. В. Кошелев, Д. В. Лакомов
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: lyutsian-zzz@yandex.ru, hlamispamtmb@mail.ru)

СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В СФЕРЕ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Аннотация. Представлены основополагающие принципы и концепты систем позиционирования сельскохозяйственной техники в сфере промышленного растениеводства.
Ключевые слова: системы позиционирования, ГЛОНАСС, GPS.

E. V. Koshelev, D. V. Lakomov
(Department of Information Systems and Information Protection,
TSTU, Tambov, Russia)

POSITIONING SYSTEMS FOR AGRICULTURAL MACHINERY IN THE FIELD OF CROP PRODUCTION

Abstract. The paper presents the fundamental principles and concepts of positioning systems of agricultural machinery in the field of industrial crop production.
Keywords: positioning systems, GLONASS, GPS.

Системы точного земледелия получают все большее распространение в различных странах мира. Это связано с тем, что агропромышленное производство является жизненно необходимой отраслью. Вышесказанное более чем актуально для России. Аграрная промышленность – исторически важнейшая составная часть экономики Российской Федерации. В этой сфере имеется огромный потенциал для развития страны. Даже если не брать экспорт в другие страны, развитие сельского хозяйства является одним из важнейших элементов благополучия страны. Именно развитие агропромышленного комплекса определяет состояние и уровень всего народного хозяйства, обеспечивает продовольственную безопасность государства и социально-экономическое положение населения страны.

На современном этапе развития агропромышленного производства в России одним из наиболее популярных и рентабельных направлений в области ресурсосберегающих технологий, стала навигация. Это связано с тем, что сельскохозяйственный бизнес – это бизнес с ярко выраженной сезонностью. В период основных технологических опера-

ций, которые год от года становятся все сложнее, необходимо соблюдать и обеспечивать их непрерывность и функциональность. Соответственно актуальность разработок в сфере повышения точности и повторяемости технологических операций является одной из приоритетных задач.

Системы позиционирования сельскохозяйственной техники можно разделить на две группы: системы позиционирования с помощью только орбитальной группировки спутников (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BD) и системы позиционирования роботизированных комплексов автоматического управления, интегрированных в саму сельскохозяйственную технику.

В общем случае система позиционирования на подвижном объекте состоит из следующих элементов:

а) информационная система для отображения в реальном времени;

б) приемная система, способная принять спутниковый сигнал различных спутниковых группировок, в том числе и платный сигнал;

в) исполнительные механизмы – система, которая непосредственно физически управляет техникой;

г) приемо-передающая система – необходима для организации радиоканала между базовой станцией и ровером;

д) базовая станция – это устройство, посылающее через установленный корректирующий сигнал (поправки), позволяющий повысить точность обычного GPS-позиционирования (определения координат) до 2,5 см.

Для обработки данных ГНСС и алгоритмов позиционирования используется GPST (GPS Time, GPS время). Время входных данных, выраженное в других системах времени, таких как UTC (всемирное координированное время), преобразуется в GPST перед обработкой.

Преобразование GPS в UTC или UTC в GPS можно представить как:

$$t_{\mathrm{UTC}} = t_{\mathrm{GPS}} - \Delta t_{\mathrm{LS}}; \quad (1)$$

$$t_{\mathrm{GPST}} = t_{\mathrm{UTC}} - \Delta t_{\mathrm{LS}}, \quad (2)$$

где t_{UTC} и t_{GPST} – это время, выраженное в UTC, и время в GPST; Δt_{LS} – это разница времени UTC и GPST из-за високосных секунд с 6 января 1980 г.

Точность расчетов (1) или (2) находится в пределах нескольких 10 нс. Используя параметры UTC в сообщениях GPS-навигации, можно более точно преобразовать GPS в UTC или UTC в GPS:

$$t_{\mathrm{UTC}} = t_{\mathrm{GPS}} - \left\{\Delta t_{\mathrm{LS}} + A_0 + A_1\left(t_E - t_{ot} + 604800\left(WN - WN_t\right)\right)\right\}, \quad (3)$$

где A_0, A_1, t_E, t_{ot}, WN и WN_t – это параметры UTC, указанные в сообщениях GPS-навигации.

Время ГЛОНАСС (GLONASS Time) основано на UTC и включает в себя високосную секунду. ГЛОНАСС также должен привязываться к местному времени. Таким образом, время t_{GLONASS} в ГЛОНАСС может быть преобразовано во время t_{UTC} в UTC следующим образом:

$$t_{\mathrm{UTC}} = t_{\mathrm{GLONASST}} - 10\,800\,. \qquad (4)$$

Параметры времени для ГЛОНАСС используются аналогично преобразованию GPS и UTC. Игнорируя високосные секунды и 3-часовое смещение, разница между GPS и ГЛОНАСС обычно составляет 100 нс.

При помощи описанного подхода можно приводить формат времени UTC, GLONASS Time и GPS к единой системе времени, которая будет использоваться в системах позиционирования для сельскохозяйственной техники.

Список использованных источников

1. Польшакова, Н. В. Навигационные системы для сельскохозяйственной техники / Н. В. Польшакова // Молодой ученый. – 2014. – № 4(63). – С. 432 – 434.
2. IS–GPS–200F, Navstar GPS Space Segment // Navigation User Interfaces. – September 21, 2011.
3. Bei Dou navigation satellite system signal in space interface control document open service signal B1I (version 1.0), China Satellite Navigation office. – December 2012.

References

1. Polshakova, N. V. Navigation systems for agricultural machinery / N. V. Polshakova // Young scientist. – 2014. – No. 4(63). – Pp. 432 – 434.
2. IS–GPS–200F, Navstar GPS Space Segment // Navigation User Interfaces. – September 21, 2011.
3. Bei Dou navigation satellite system signal in space interface control document open service signal B1I (version 1.0), China Satellite Navigation office. – December 2012.

УДК 681.5.015.2

К. Б. Фам, В. Н. Богатиков
(Тверской государственный технический университет,
г. Тверь, Россия,
e-mail: phambang79520897405@gmail.com)

НЕЧЕТКИЙ ПИД-КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ЗЕЛЕНОГО ЧАЯ

Аннотация. В целях повышения качества управления при неопределенности в условиях процесса сушки в этой работе были приведены проектирование и моделирование автоматизированной системы управления (АСУ), основанные на алгоритме нечеткого ПИД-контроллера. Данное моделирование АСУ проводилось с использованием Matlab и Simulink. В результате моделирования системы управления показывают, что нечеткий ПИД-контроллер стабилен и надежен при сравнении с традиционным ПИД-регулятором.

Ключевые слова: процесс сушки, нечеткий ПИД-регулятор, конвейерная ленточная сушилка.

K. B. Fam, V. N. Bogatikov
(Tver State Technical University, Tver, Russia)

FUZZY PID-CONTROLLER FOR GREEN TEA DRYING PROCESS CONTROL

Abstract. In order to improve the quality of control under uncertainty in the conditions of the drying process, this paper presented the design and simulation of an automated control system (ACS) based on the fuzzy PID-controller algorithm. This ACS simulation was carried out using Matlab and Simulink. The simulation results of the control system show that the fuzzy PID-controller is stable and reliable when compared to the traditional PID-controller.

Keywords: drying process, fuzzy PID-controller, conveyor belt.

ВВЕДЕНИЕ

Чай является вторым наиболее потребляемым напитком (кроме воды) в мире и широко культивируется в Китае, Индии и других регионах. Доказано, что зеленый чай снижает уровень хронических патологий [1] и сердечно-сосудистых заболеваний. Одной из наиболее важных операций перерабатывающего процесса производства чая является сушка, так как содержание влаги является важным фактором, влияющим на качество чая. Чрезмерное содержание влаги ускорит рост плесени чая [2], а маленькое значение содержания воды в чае приводит к значительным изменениям в транскрипции генов и концен-

трациях ароматизирующих соединений чая, что усиливает отличительный вкус различных чаев [3]. Сушка является сложной, многопараметрической, нелинейной динамической системой, степень нелинейности которой определяется рабочим диапазоном процесса сушки. Чтобы сушилка работала эффективно, она должна быть не только хорошо спроектирована, но и реализованные стратегии управления также должны быть эффективными. Система управления процессом сушки должна поддерживать необходимые значения контролируемых переменных, отклонения которых при функционировании технологий процесса объясняются как неопределенностью условий процесса сушки, характеризуемой наличием случайных возмущений, так и неопределенностью в знаниях о физико-химических процессах. Для повышения качества зеленого чая при таких условиях предложена автоматизированная система управления (АСУ), основанные на алгоритме нечеткого ПИД-контроллера.

СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ЗЕЛЕНОГО ЧАЯ

Основная задача управления процессом сушки заключается в поддержании заданной температуры сушильного материала в условиях неопределенной внутреннего и внешнего возмущений. Управление движением конвейерной ленты обеспечивает необходимое содержание влаги в чайных листьях, не допуская пересушивания процесса (что увеличивает затраты энергии и может привести к тепловому повреждению) и стабилизирует весь процесс. Критерием оптимизации процесса сушки зеленого чая является качество продукта (содержание влаги и температура слоя зеленого чая). Таким образом, постановка задачи управления заключается в управлении нагревателем и скорости движения ленты камеры для того, чтобы температура и влажность чая достигли ожидаемого значения конечного продукта.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Для проверки динамической модели сушки в условиях, обычно встречающихся на заводе промышленного масштаба, на входе и выходе промышленной сушилки были проведены измерения кратковременного содержания влаги и температуры слоя чая в камере. На рисунке 1 представлена технологическая схема данного промышленного оборудования. Оборудование состоит из конвейерной ленты длиной 14,4 м и шириной 2 м, по которой распределяется слой чая с толщиной 0,2… 0,5 мм. За исключением электродвигателя, который приводит в движение

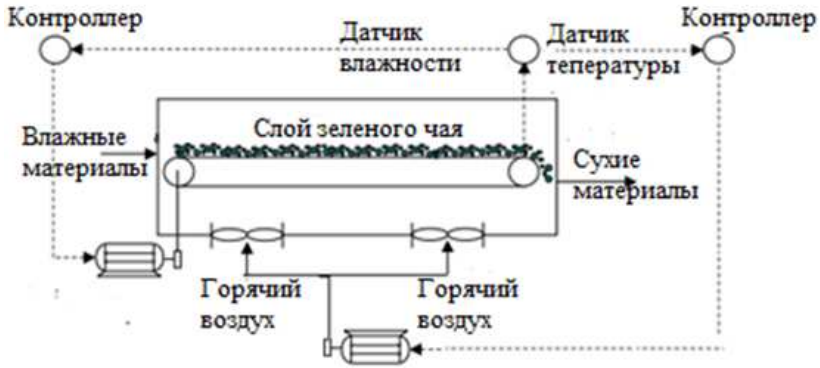


Рис. 1. Схема конвейерной сушилки зеленого чая

один из роликов, поддерживающих ленту, вся система была смонтирована внутри закрытой камеры, куда воздух подавался со скоростью примерно 0,08…0,13 м/с нагнетателями. Инфракрасный датчик использовался для измерения температуры в нижней, средней и верхней части слоя. Влажность чая была определена в автономном режиме с применением гравиметрического метода [4].

Энергетический и массовый баланс воды в стационарном элементе объема твердой фазы на конвейере приводит к двум нестационарным одномерным уравнениям в частных производных первого порядка, которые задаются формулой:

$$c\rho \frac{\partial T(x,\,\tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda \frac{\partial T(x,\,\tau)}{\partial x}\right); \qquad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial \tau} = -u_c \frac{\partial M}{\partial x} - K(M - M_e)\,. \qquad (2)$$

Начальные и граничные условия для решения приведенных выше дифференциальных уравнений:

$$T(x,\,0) = T_0;$$

$$M(x,\,0) = M_0;$$

$$\frac{\partial T(0,\,\tau)}{\partial x} = 0\,;$$

$$\lambda \frac{\partial T(r,\,\tau)}{\partial x} = k\big(T_c - T(r,\,\tau)\big),$$

где $c\rho$ – удельная теплоемкость листьев чая; u_c – скорость движения конвейерной ленты; x – осевое положение вдоль конвейерной сушилки; K – коэффициент массообмена; M_e – равновесная влажность листьев мате; k – коэффициенты теплоотдачи; ρ – плотность листьев чая.

В подходе к моделированию, представленному уравнением (4), растворенное вещество входит или выходит из системы за счет общего движения тонкого слоя чая, за счет одновременной внутренней диффузии жидкой воды из объема к поверхности материала и за счет внешней массовой конвекции.

Предлагаемая динамическая модель включает важные упрощения:

– объемным элементом баланса массы и энергии является пористая среда, включающая жидкую и твердую фазы, представленные соответственно осушающей средой и смесью жидкой воды и сухого вещества;

– перенос массы и тепла представляет собой комбинацию одновременных внутренних и внешних конечных сопротивлений;

– не учитывались градиенты влажности и изменения свойств воздуха по слою ложа, что обычно принято при тонкослойной сушке;

– влияние усадки на скорость сушки было исключено.

Термодинамические свойства зеленого чая представлены в табл. 1.

1. Термодинамические свойства зеленого чая

Параметр	Обозначение	Значение
Удельная теплоемкость	c (Дж/кг·К)	362
Теплопроводность	λ (Вт/м·К)	191,2
Плотность зеленого чая	ρ (кг/м^3)	750
Удельная пористость	ε (м^2/г)	0,97
Температура окружающей среды	T_0 (К)	298

Для получения передаточной функции процесса получают линейную модель системы путем линеаризации уравнений (1) – (5) с помощью разложения в ряд Тейлора и нахождения преобразования Лапласа полученного линейного уравнения по методу из [5]. Полученное уравнение в области s затем упрощается с использованием метода матрицы переноса, как описано в [6, 7], и термодинамические свойства зеленого чая подставляются в окончательное уравнение для получения упрощенной передаточной функции процесса:

$$W_{p1} = \frac{400}{(450s+1)\,(60s+1)};$$

$$W_{p2} = \frac{-60}{(5s+1)\,(10s+1)},$$

где W_{p1} – передаточная функция для температуры; W_{p2} – передаточная функция для влажности.

РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОГО ПИД-КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ЗЕЛЕНОГО ЧАЯ

Пропорциональный (П), Пропорционально-интегрально-дифференцирующий (ПИД) и Пропорционально-интегральный (ПИ) регуляторы до сих пор являются наиболее часто применяемыми регуляторами промышленных процессов. Это, в основном, связано с простотой эксплуатации, надежностью и отсутствием специальных знаний о процессах, необходимых для первоначального проектирования контроллера. Контроллер, обеспечивающий наилучшую производительность, можно выбрать путем тестирования альтернативных комбинаций П-, ПИ- и ПИД-регулятора. Для того чтобы система имела желаемое качество, необходимо проанализировать объект и затем на этой основе подобрать соответствующие коэффициенты ПИД-регулятора. При выборе оптимальных значений этих коэффициентов контроллер будет соответствовать всем требованиям, предъявляемым к управлению качеством процесса. Однако выбрать оптимальный набор из трех коэффициентов очень сложно. Существуют два типа настройки коэффициентов ПИД-регулятора, которые были исследованы и применены, т.е. настройка прямо во время работы системы (называемая онлайн-настройкой) и настройка при выключении системы или только в том случае, если система работает в течение определенного времени (называемая настройкой в автономном режиме), в котором применение генетического алгоритма считается эффективным методом тонкой настройки контроллера. Однако непосредственный поиск оптимальных

значений параметров регулятора в их заданной области занимает много времени, а также, возможно, требует математического моделирования объекта. В современных тенденциях промышленного развития технологическое оборудование требует эффективной автоматизации в широком рабочем диапазоне, а также простой конструкции контроллера. Онлайн-настройка ПИД-регулятора с помощью интеллектуальных алгоритмов считается одним из многих способов выполнения этого требования. В этой статье описывается метод онлайн-настройки параметров ПИД-регулятора вокруг классического значения, полученного по методу Циглера–Никольса, с использованием методов нечеткой логики.

В блоке регулятора используется алгоритм управления нечеткими ПИД-регуляторами с отрицательной обратной связью. Регуляторы температуры и скорости слоя зеленого чая в камере сушилки автоматически определяют параметры по самокорректирующемуся нечеткому закону, с достаточно большим диапазоном точной подстройки вокруг значения, полученного экспериментальным методом Циглера–Никольса. В данном случае ПИД-регулятор играет роль основного регулятора, формирующего управляющие сигналы для объекта, а нечеткий регулятор играет роль наблюдателя, выдающего подходящие параметры (пропорциональный – K_p, интегральный – K_i и производный – K_d) для ПИД-регулятора в режиме реального времени (рис. 2).

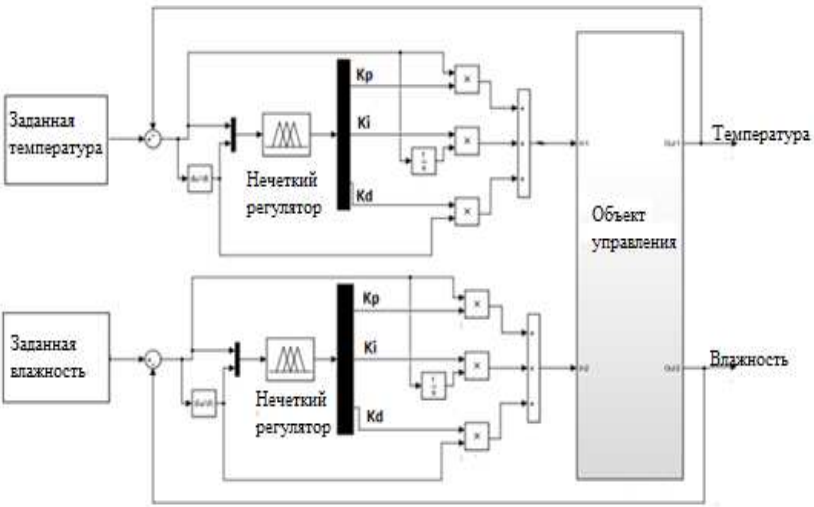


Рис. 2. Блок-схема регулятора обратной связи

Регулятор ПИД. Известно, что формула определения управляющего воздействия $U(\tau)$ для ПИД-регулятора [8] имеет следующий вид:

$$U(\tau) = K_p\varepsilon + K_d \frac{\partial\varepsilon}{\partial\tau} + K_i \int_0^{\tau} \varepsilon d(\tau) ,$$

где K_p, K_i и K_d – коэффициенты регулятора ПИД; ε – отклонение между заданным и текущим значениями продуктов.

Нечеткий регулятор. Нечеткий регулятор вводится в структуру управления (рис. 3) с целью предоставления значений коэффициентов регулятора ПИД (K_p, K_i и K_d) на основе текущего состояния $\left(\varepsilon, \frac{d(\varepsilon)}{d(\tau)}\right)$, т.е. нечеткий регулятор будет иметь два входа и три выхода, как показано на рис. 3.

В структуре на рис. 3 первый вход нечеткого регулятора – это ε, который имеет 7 термов (N3-0, N2-0, N1-0, ZE-0, P1-0, P2-0, P3-0), а второй вход – $\frac{d(\varepsilon)}{d(\tau)}$ с 7 термов (N3-1, N2-1, N1-1, ZE-1, P1-1, P2-1, P3-1) (рис. 4, *а* и *б*). Входные нечеткие наборы обозначаются следующим образом: N3 – отрицательное большое, N2 – отрицательное; N1 – отрицательное маленькое, ZE – ноль, P1 – положительное маленькое, P2 – положительное; P3 – положительное большое. Функция принадлежности используемых входных нечетких множеств является функцией Гаусса, определяемой формулой (3):

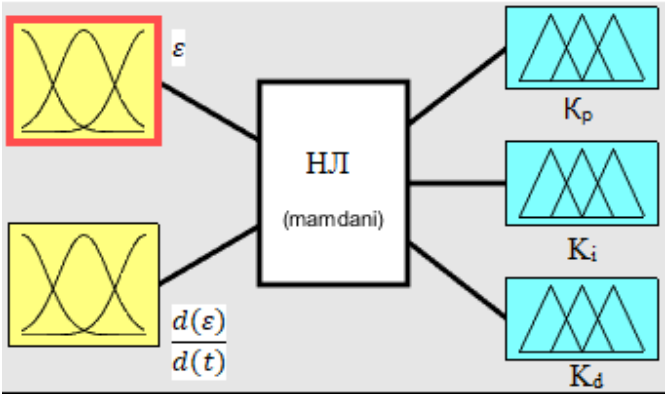
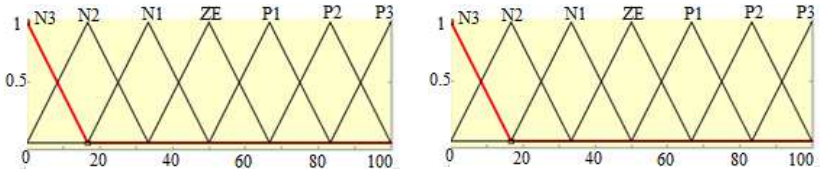


Рис. 3. Нечеткая логика для настройки коэффициентов ПИД-регулятора



а) *б*)

Рис. 4. Функция принадлежности входа нечеткого регулятора:

$$a - \varepsilon;\ б - \frac{d(\varepsilon)}{d(\tau)}$$

$$\mu_{A^i}(x) = \begin{cases} 0 & x < a; \\ \dfrac{x-a}{b-a} & x \le c; \\ \dfrac{x-c}{b-c} & b \le x \le c; \\ 0 & x > c, \end{cases} \tag{3}$$

где a, b, c – координаты трех вершин треугольного нечеткого множества A^i.

Область определения входных переменных нечеткого регулятора определяется в зависимости от каждого конкретного объекта:

$$\begin{cases} \varepsilon \in [\varepsilon_{\min},\ \varepsilon_{\max}]; \\ \dfrac{d(\varepsilon)}{d(t)} \in [0,\ 100]. \end{cases}$$

Выходы нечеткого регулятора K_p, K_i и K_d затемняются на 5 термов (S, T, B, GB, BB) (рис. 5, *а*, *б* и *в*). Выходные нечеткие множества обозначаются следующим образом: S – очень низкий, T – низкий, B – средний, GB – высокий и BB – очень высокий. Функция принадлежности выходных нечетких множеств используется в виде треугольника, определяемого формулой (3).

Область определения выходных переменных (K_p, K_i и K_d) нечеткого регулятора определяется вокруг значения (K_{p_ZN}, K_{i_ZN} и K_{d_ZN}), полученного методом Циглера–Никольса, заданного формулой:

$$\begin{cases} \alpha K_{p_ZN} \le K_p \le \beta K_{p_ZN}; \\ \alpha K_{i_ZN} \le K_i \le \beta K_{i_ZN}; \\ \alpha K_{d_ZN} \le K_d \le \beta K_{d_ZN}, \end{cases}$$

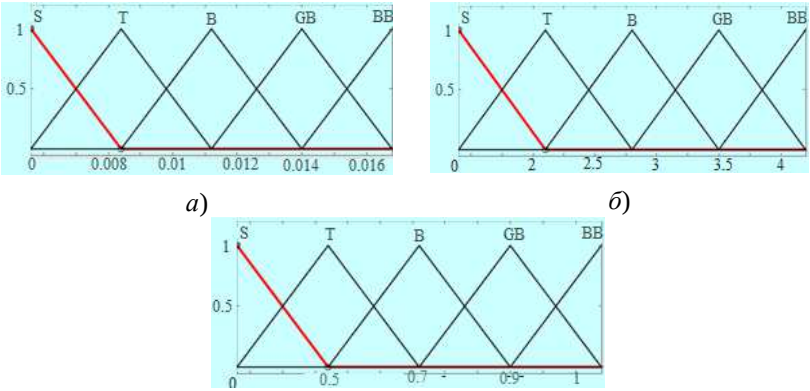


Рис. 5. Функция принадлежности выхода нечеткого регулятора:
а – K_p; *б* – K_i; *в* – K_d

где (α, β) – коэффициенты, определяемые в зависимости от каждого объекта управления и выбираемые таким образом, чтобы интервал тонкой настройки был достаточно широким для нахождения оптимального значения (K_p, K_i и K_d) в районе значения (K_{p_ZN}, K_{i_ZN} и K_{d_ZN}). В данной работе по результатам исследования можно считать, что значения α = 0,1 и β = 5 являются удовлетворительными.

База правил нечеткого регулятора рассчитана экспериментально и приведена в табл. 2 – 4.

2. База правил K_p

K_p		$\frac{d(\varepsilon)}{d(t)}$						
		NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
ε	NB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB
	NM	GB	GB	GB	GB	GB	GB	GB
	NS	B	B	B	B	B	B	B
	ZE	T	T	S	S	S	T	T
	PS	B	B	B	B	B	B	B
	PM	GB	GB	GB	GB	GB	GB	GB
	PB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB

3. База правил K_d

K_d		$\frac{d(\varepsilon)}{d(t)}$						
		NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
ε	NB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB
	NM	GB	GB	B	B	B	GB	GB
	NS	B	B	B	B	B	B	B
	ZE	T	T	S	S	S	T	T
	PS	B	B	B	B	B	B	B
	PM	GB	GB	B	B	B	GB	GB
	PB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB

4. База правил K_i

K_i		$\frac{d(\varepsilon)}{d(t)}$						
		NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
ε	NB	S	S	S	S	S	S	S
	NM	T	T	B	B	B	T	T
	NS	B	B	GB	GB	GB	B	B
	ZE	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB
	PS	B	B	GB	GB	GB	B	B
	PM	T	T	B	B	B	T	T
	PB	S	S	S	S	S	S	S

Конкретное правило нечеткого регулятора сформулировано как (3), правило применяется для генерации управляющего сигнала в каждый момент дискретизации, здесь используется время дискретизации T_s = 0,5 с:

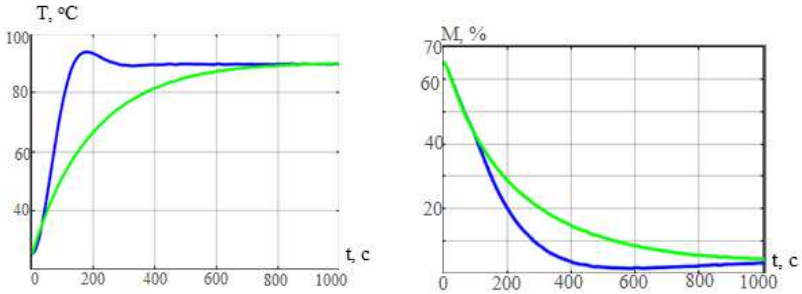
$$\text{если} \quad \varepsilon = \text{NB и } \frac{d(\varepsilon)}{d(t)} = \text{NM}, \quad \text{то } K_p = \text{BB}, K_i = \text{BB и } K_d = \text{S}. \qquad (4)$$

Механизм нечеткого вывода выбирается как MAX-MIN и дефаззируется в соответствии со средним принципом метода максимума, определяемым по (4):

$$\{K_p, K_i, K_d\} = \frac{\sum_{i=1}^{R} b_i \mu_1}{\sum_{i=1}^{R} \mu_1}, \qquad (5)$$

где b_i и μ_i – координаты точки и значение выходной функции принадлежности соответственно, определяемые i-м правила R, действующим в текущий момент.

Результаты внедрения нечеткого регулятора для автоматической онлайн-настройки параметров ПИД-регулятора (рис. 6) показывают, что нечеткий регулятор работает более стабильно и эффективно при сравнении с традиционным ПИД-регулятором, реакция устройств имеет подходящее время нарастания и установления, перерегулирование незначительно, а установившаяся ошибка подавлена.



а) *б*)

Рис. 6. Результаты моделирования различных регуляторов:
а – температура слоя чая; *б* – влажность слоя чая;
– нечеткий ПИД-регулятор; – ПИД-регулятор

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой статье описывается метод автоматической онлайн-настройки параметров ПИД-регулятора с помощью нечеткой логики. Преимущество такого подхода в том, что конструкция и реализация нечеткого наблюдателя очень проста без учета внутренней структуры объекта управления. Диапазон параметров ПИД-регулятора устанавливается достаточно широким вокруг значения, полученного методом Циглера–Никольса. Результаты испытаний конвейерных сушилок для зеленого чая показывают, что контроллер, предложенный в этом исследовании, эффективен, реакция устройств имеет подходящее время нарастания и установления, перерегулирование незначительно, а установившаяся ошибка подавлена. Кроме того, контроллер также обеспечи-

вает требования к реальному времени, а также устойчивость к воздействию шума на систему.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-07-00914

Список использованных источников

1. Хасанова, С. Р. Экспериментально-теоретическое обоснование создания и стандартизации лекарственных растительных препаратов с антиоксидантной активностью : дис. … д-ра фарм. наук: 15.00.02 / С. Р. Хасанова. – М., 2016.
2. Анализ пищевых продуктов : учебное пособие. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015.
3. Никерова, К. М. Активность ферментов антиоксидантной системы при изменении сценариев ксилогенеза : дис. … д-ра биолог. наук: 03.01.05 / К. М. Никерова. – Петрозаводск, 2020.
4. Zanoelo, E. F. Dynamic modeling and feedback control for conveyors-belt dryers of mate leaves / E. F. Zanoelo, A. Abitante, L. A. Meleiro // Journal of Food Engineering. – 2008. – No. 84(3). – Pp. 458 – 468. – DOI: 10.1016/j.jfoodeng. 2007.06.008
5. Vajta, M. A New Model Reduction Technique for a Class of Parabolic Partial Differential Equations / M. Vajta // in IEEE Int. Conference on Systems and Engineering. – Dayton, Ohio, USA, 1991.
6. Vajta, M. Nyquist stability test for a parabolic partial differential equation / M. Vajta // in IASTED Conf. on Modeling, Identification and Contro. – Innsbuck, Austria, 2000.
7. Differential Evolution-Based PID Control of Nonlinear Full-Car Electro-hydraulic Suspensions / D. Olurotimi, A. M. Montaz, O. P. Jimoh, D. Muhammed // Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering. – 2013. – Vol. 261582. – Pp. 13.
8. Mohd, S. S. Implementation of PID controller tuning using differential evolution and genetic algorithms / S. S. Mohd, J. Hishamuddin, Z. M. D. Intan // Intenation journal of innovative computing, information and control. – 2012. – Vol. 8, No. 11. – Pp. 7761 – 7769, november.

Ali Abdulkarem Habib Alrammahi[1], Farah Abbas Obaid Sari[1], Fahad Ghalib Abdulkadhim[1], Haidar Abdulwahab Habeeb Shamsuldeen[2]

([1]Department of Computer Sciences, Faculty of Computer Science and Mathematics, University of Kufa, Najaf, Iraq,
e-mail: alia.alramahi@uokufa.edu.iq, faraha.altaee@uokufa.edu.iq, fahadg.abdulkadhim@uokufa.edu.iq;
[2]Department of Information Research and Training Center in training, Kufa University,
e-mail: haidar.habeeb@uokufa.edu.iq)

CLUSTERING AND CLASSIFICATION OF TEXT DOCUMENTS USING OPTIMIZATION METHOD

Abstract. In this paper, we propose a new method of representing text documents based on clustering of term frequency vectors. Term frequency vectors of each cluster are used to form a symbolic representation (interval valued representation) by the use of mean and standard deviation. In order to cluster the term frequency vectors, we make use one of optimization clustering method based on fuzzy membership . Further, to corroborate the efficacy of the proposed model we conducted extensive experimentation on standard datasets like 20 Newsgroup Large, 20 Mini Newsgroup, Vehicles Wikipedia and our own created datasets like Google Newsgroup and Research Article Abstracts. We have compared our classification accuracy achieved by the Symbolic classifier with the other existing Naïve Bayes classifier, KNN classifier, Centroid based classifier and SVM classifiers. The experimental results reveal that the achieved classification accuracy is better than that of the existing methods.

Keywords: Adaptive Fuzzy C-Means, Optimization Clustering Algorithms, Classification, Dataset of Text Documents.

1. INTRODUCTION

Text classification is one of the important research issues in the field of text mining, where the documents are classified with a supervised knowledge. Based on a likelihood of the training set, a new document is classified. The task of text classification is to assign a Boolean value to each pair is called a classifier. A classifier can be built by training it systematically using a set of training documents D, where all of the documents belonging to D are labeled according to K. The major challenges and difficulties that arise in the problem of text classification are: High dimensionality (thousands of features), variable length, content and quality of the documents, sparse distribution of terms in documents, loss of correlation between adjacent words and understanding complex semantics of terms in a document.

Clustering has been used in the literature of text classification as an alternative representation scheme for text documents. Several approaches of clustering have been proposed. Given a classification problem, the training and testing documents are both clustered before the classification step. Further, these clusters are used to exploit the association between index terms and documents in information bottleneck is used to generate a document representation in a word cluster space instead of word space, where words are viewed as distributions over document categories. Proposed an information theoretic divisive algorithm for word clustering and applied it to text classification. Classification is done using word clusters instead of simple words for document representation. Two-dimensional clustering algorithms are used to classify text documents in. In this method, words/terms are clustered in order to avoid the data sparseness problem. In clustering algorithm is applied on labeled and unlabeled data, and introduces new features extracted from those clusters to the patterns in the labeled and unlabeled data. The clustering-based text classification approach in first clusters the labeled and unlabeled data. Some of the unlabeled data are then labeled based on the clusters obtained.

Conventionally the feature vectors of term document matrix (very sparse and very high dimensional feature vector describing a document) are used to represent the class. Later, this matrix is used to train the system using different classifiers for classification. Generally, in this paper we are using mean and standard deviations to give the interval valued representation for documents. Thus, the variations of term frequencies of document within the class are assimilated in the form of interval representation. Moreover, conventional data analysis may not be able to preserve intraclass variations but unconventional data analysis such as symbolic data analysis will provide methods for effective representations by preserving intraclass variations. The recent developments in the area of symbolic data analysis have proven that the real-life objects can be better described by the use of symbolic data, which are extensions of classical crisp data. The aim of the symbolic data analysis is to provide suitable methods for managing aggregated data described by multi valued variables, where the cells of the data contain sets of categories, intervals, or weight distributions. Symbolic data analysis provides a number of clustering methods for symbolic data. These methods differ in the type of considered symbolic data, in their cluster structures and/or in the considered clustering criterion. The previous issues motivated us to use symbolic data rather than using a conventional classical crisp data to represent a document. To preserve the intraclass variations we create multiple clusters for each class. Term frequency vectors of documents of each cluster are used to form an interval valued feature vector. With this backdrop, the work presented in is extended towards creating multiple representatives per class using clustering after symbolic representation.

2. PROPOSED METHOD

The proposed method has two stages: (i) Cluster symbolic feature vectors and (ii) Classification stage.

2.1. Cluster symbolic feature vectors

Initially documents are represented by term document matrix. We employ regularized locality preserving indexing (RLPI) dimensionality reduction technique, to reduce to a lower dimension. Unfortunately, the RLPI features of documents of a class have considerable intraclass variations. Thus, we propose to have an effective representation by capturing these variations through clustering and representing each cluster by an interval valued feature vector called symbolic feature vector as follows. The training documents of each class are first clustered on RLPI features. Let [D_1, D_2, D_3, …, D_n] be a set of n documents of a document cluster say C_j; j = 1, 2, 3, ..., N (N – denotes the number of clusters) and let M be the number of classes and let F_i = [f_{i1}, f_{i2}, f_{i3}, …, f_{im}] be the set of m features characterizing the document D_i of a cluster C_j. Let μ_{jk}; k =1, 2, ..., m be the mean of the kth feature values obtained from all n documents of a cluster C_j, i.e.,

$$\mu_{jk} = \frac{1}{n}\sum_{i=j}^{n} f_{jk} \ . \tag{1}$$

Similarly, let σ_{jk}; k = 1, 2, …, m be the standard deviation of the kth feature

values obtained from all the n documents of the cluster C_j:

$$\sigma_{jk} = \left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(f_{jk} - \mu_{jk}\right)^2\right]^{1/2} . \tag{2}$$

Now, we recommend capturing intraclass variations in each kth feature values of the jth cluster in the form of an interval valued features $\left\lfloor f_{jk}^{-},\ f_{jk}^{+}\right\rfloor$, where, $f_{jk}^{-} = \mu_{jk} - \sigma_{jk}$; $f_{jk}^{+} = \mu_{jk} + \sigma_{jk}$. Thus, each interval $\left\lfloor f_{jk}^{-},\ f_{jk}^{+}\right\rfloor$ representation depends upon mean and its standard deviation of respective individual features of a cluster. The interval $\left\lfloor f_{jk}^{-},\ f_{jk}^{+}\right\rfloor$ represents the upper and lower limits of feature value of a document cluster in the knowledge-base. Now, the reference document for a cluster C_j , is formed by representing each feature k =1, 2, ..., m in the form of an interval and it is given by

$$RF = \left\{\left[f_{j1}^{-},\ f_{j1}^{+}\right], \left[f_{j2}^{-},\ f_{j2}^{+}\right], ..., \left[f_{jm}^{-},\ f_{jm}^{+}\right]\right\}. \quad (3)$$

Where, j = 1, 2, ..., N represents the number of clusters of documents samples of a class. It shall be noted that unlike conventional feature vector, this is a interval valued features and this symbolic feature vector is stored in the knowledgebase as a representative of the jth cluster. Thus the knowledgebase has N number of symbolic vectors representing clusters corresponding to a class.

Here, to cluster symbolic feature vectors we used daptive fuzzy C Means clustering algorithm for initial clustering then used **Raspini algorithm**. As noted by I. I. Eliseeva and V. O. Rukavishnikov regarding E. G. Raspini, "the search for the extreme value of the quality criterion should be carried out using gradient methods that ensure the rapid convergence of algorithms. Further presentation of the algorithm, minimizing its functional, based on the procedure presented in the work:

$$V\left(r(x_i),\ r(x_j)\right) = \sum_{i=j}^{d} (\mu_{ji} - \mu_{ij})^2\ ; \quad (4)$$

$$F = \left(d(x_i,\ x_j)\right) = \begin{cases} V_m\left(\dfrac{d(x_i,\ x_j)}{\hat{d}}\right)^2, & d(x_i,\ x_j) \le \hat{d}; \\ V_m, & d(x_i,\ x_j) \ge \hat{d}. \end{cases}$$

2.2. Classification

The document classification proposed in this work considers a test document, which is described by a set of $m$feature values of type crisp and compares it with the corresponding interval type feature values of the respective cluster stored in the knowledge base. Let F_i = [f_{i1}, f_{i2}, f_{i3}, …, f_{im}] be a m dimensional feature vector describing a test document. Let j RF be the interval valued symbolic feature vector of jth cluster of lth class. Now, each mth feature value of the test document is compared with the corresponding interval in RF_j to examine whether the feature value of the test document lies within the corresponding interval. The number of features of a test document, which fall inside the corresponding interval, is defined to be the degree of belongingness. We make use of Belongingness Count B_c as a measure of degree of belongingness for the test document to decide its class label.

$$C\left(f_{i1}, \left\lfloor f_{jk}^{-},\ f_{jk}^{+} \right\rfloor\right);$$

$$B_C = \sum_{k=1}^{m} C\left(f_{ik}, \left[f_{jk}^{-},\ f_{jk}^{+}\right]\right) = \begin{cases} 1; & if\left(f_{ik} \geq f_{jk}^{-} \text{ and } f_{ik} \leq f_{jk}^{+}\right); \\ 0; & \text{Otherwise.} \end{cases}$$

The crisp value of a test document falling into its respective feature interval of the reference class contributes a value 1 towards c B and there will be no contribution

from other features which fall outside the interval. Similarly, we compute the c B value for all clusters of remaining classes and the class label of the cluster which has highest c B value will be assigned to the test document as its label.

3. EXPERIMENTATION

To demonstrate the effectiveness of the proposed method we tested the proposed method on all five datasets, 20 large newsgroups, 20 mini newsgroups, vehicle Wikipedia, Google Newsgroup and abstracts of research articles. During the experiment, we used 60% of the documentation from each category of the data set to create a training set and the remaining 40% of the documents for the purpose of testing.

The minimum, maximum and the average value of the classification accuracy of all the 5 trials are obtained. For experiments, we have randomly selected the training documents to create the symbolic feature vectors for each class and table 1 show the results.

It can be observed from the Table 1, Raspini algorithm based fuzzy C Means (FCM) clustering achieved a better results for varying number of clusters .

CONCLUSIONS

A simple and effective symbolic text categorization is presented. The text document is represented using symbolic features. The term frequency vectors for each group are used to form a symbolic representation by using the interval value attributes. The main contribution of this paper is the introduction of the Raspini algorithm based (FCM) clustering for term clustering of frequency vectors. To verify the effectiveness and robustness of the proposed method, extensive experiments are carried out on different data sets. The experimental results showed that the proposed method is superior to the other existing methods.

Method		Datasets				
		20 Newsgroup Large	20 Mini-Newsgroup	Vehicles Wikipedia	Google Newsgroup	Research Article Abstracts
Probability Based Representation	Naïve Bayes Classifier	70.45	68.50	69.60	70.15	71.50
	KNN Classifier	72.55	69.05	70.25	70.40	72.40
	Centroid Based Classifier	73.90	70.10	71.50	71.95	73.55
	SVM Classifier	75.85	72.10	72.50	71.80	75.60
BOW Representation	Naïve Bayes Classifier	73.60	69.55	71.50	70.65	70.35
	KNN Classifier	75.45	70.10	71.85	72.50	72.90
	Centroid Based Classifier	78.10	72.50	72.80	72.95	74.60
	SVM Classifier	80.60	73.45	75.40	74.60	76.85
Proposed Method (Symbolic Representation + Symbolic Classifier)		86.45 (5 Clusters)	79.30 (6 Clusters)	80.45 (2 Clusters)	84.55 (4 Clusters)	88.90 (3 Clusters)

References

1. Seabastiani, F. Machine Learning in Automated Text Categorization / F. Seabastiani // ACM Computing Surveys. – 2002. – Vol. 34. – Pp. 1 – 47.
2. An improved K-nearest-neighbor algorithm for text categorization / S. Jiang, G. Pang, M. Wu, L. Kuang // Journal of Expert Systems with Applications. – 2012. – Vol. 39. – Pp. 1503 – 1509.
3. Guru, D. S. Symbolic representation of text documents / D. S. Guru, B. S. Harish, S. Manjunath // In: Proceedings of Third Annual ACM Compute. – Bangalore, 2010.
4. Dhillon, I. Enhanced word clustering for hierarchical text classification / I. Dhillon, S. Mallela, R. Kumar // In: Proceedings of the 8th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. – Canada, 2002. – Pp. 191 – 200.

5. Takamura, H. Two-dimensional clustering for text categorization / H. Takamura, Y. Matsumoto // In: Proceedings of the Sixth Conference on Natural Language Learning (CoNLL–2002). – Taiwan, 2002. – Pp. 29 – 35.

6. Raskutti, B. Using unlabeled data for text classification through addition of cluster parameters / B. Raskutti, H. Ferr, A. Kowalczyk // In: Proceedings of the 19th International Conference on Machine Learning ICML. – Australia, 2002. – Pp. 514 – 521.

7. CBC: Clustering based text classification requiring minimal labeled data / H. J. Zeng, X. H. Wang, Z. Chen, H. Lu, W. Y. Ma // In: Proceedings of the 3rd IEEE Intenational Conference on Data Mining. – USA, 2003. – Pp. 443 – 450.

8. Bock, H. H. Analysis of symbolic Data / H. H. Bock, E. Diday. – Springer, 1999.

9. Locality Preserving Indexing for document representation / X. He, D. Cai, H. Liu, W. Y. Ma // In: Proceedings of International Conference on Research and Development I Information Retrieval (SIGIR 2004). – UK, 2004. – Pp. 96 – 103.

10. Regularized Locality Preserving Indexing via Spectral Regression / D. Cai, X. He, W. V. Zhang, J. Han // In: Proceedings of Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2007). – 2007. – Pp. 741 – 750.

УДК 681.2

В. Н. Назаров[1], А. А. Третьяков[1], Р. В. Воронков[1], Ан. А. Третьяков[2]
([1]ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия;
[2]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия,
e-mail: nazvic@yandex.ru)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УЧЕТА МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ НА САХАРНОМ ЗАВОДЕ

Аннотация. Предложен подход к построению системы контроля и учета движения сахара на сахарном заводе на базе RFID-технологии. Рассмотрена структура системы контроля.

Ключевые слова: RFID, сахарный завод, автоматизированная система учета.

V. N. Nazarov[1], A. A. Tret'yakov[1], R. V. Voronkov[1], An. A. Tret'yakov[2]
([1]Tambov State Technical University, Tambov, Russia;
[2]National University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russia)

AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING AND RECORDING MATERIAL FLOWS AT A SUGAR FACTORY

Abstract. An approach to building a system for monitoring and accounting for the movement of sugar at a sugar factory based on RFID technology is proposed. The structure of the control system is considered.

Keywords: RFID, sugar factory, automated accounting system.

Учет материальных потоков является достаточно важной задачей. Для обеспечения оперативного сбора информации, структуризации, накопления и отображения сведений о состоянии и изменении запасов сырья, основных технологических материалов, полуфабрикатов и готовой продукции по контрольным точкам использование RFID-считывателей и RFID-меток является эффективным подходом. С помощью RFID-технологии в реальном времени отслеживается перемещение товаров, ускоряются процессы приема и отгрузки, повышается надежность и прозрачность операций и снижается влияние человеческого фактора. RFID-решения на складе обеспечивают защиту от воровства и хищений продукции [1].

Необходимость внедрять системы автоматического контроля и учета на базе RFID возникает тогда, когда для управления производством, складскими и товарными запасами нужна такая информация, которую дорого, тяжело или невозможно получить при использовании полуавтоматических или ручных систем идентификации. Одной из главных причин внедрения автоматизированных систем также является необходимость в оперативной информации.

На рисунке 1 представлена структура «Системы учета сахара на сахарном заводе».

Управление производственными процессами с помощью системы автоматического учета дает следующие неоспоримые преимущества:

– оперативная передача информации на автоматизированное рабочее место оператора;

– генерирование сводных отчетов о том, кто персонально из сотрудников участвовал на разных этапах производства;

– сигнализация руководству о любых нарушениях производственного процесса;

– в случае бракованного изделия можно быстро уточнить номер партии, и в случае необходимости, – изъять всю бракованную партию.

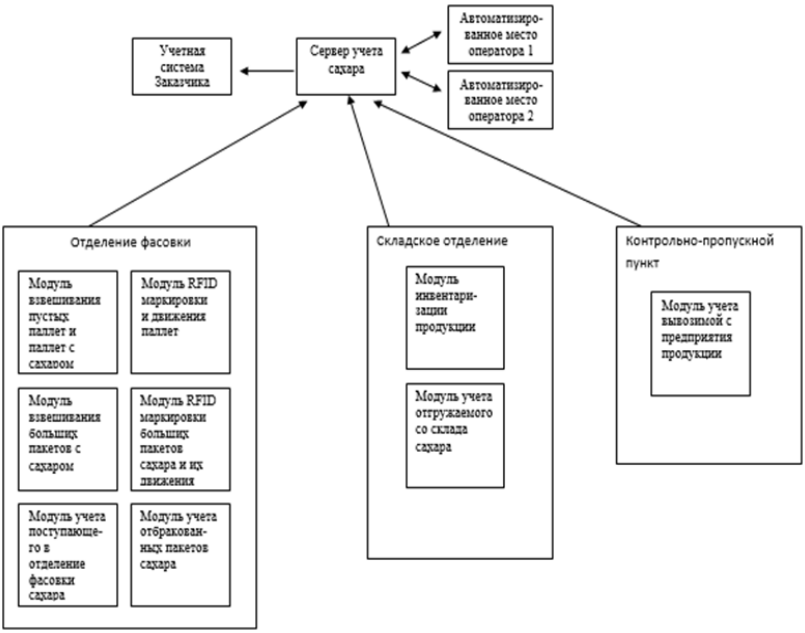


Рис. 1. Структура «Системы учета сахара на сахарном заводе»

RFID-технологии имеют множество преимуществ, среди которых можно отметить следующие:

– для RFID-считывателей не нужен контакт с радиометкой или прямая видимость;

– радиометки читаются через пластмассы, грязь, дерево, краски, воду и так далее;

– пассивные RFID-радиометки практически безотказны;

– метки могут быть интеллектуальными и хранить внутри себя большое количество информации;

– радиометки практически невозможно дублировать;

– RFID-метки могут как считываться, так и записываться [2].

Разработанная автоматизированная система контроля и учета выполняет следующие функции:

– отслеживание количества сахара, поступающего в отделение фасовки (контроль количества осуществляется с существующих датчиков);

– учет и контроль расфасованных и отбракованных пакетов с сахаром;

– учет и контроль пакетов с сахаром, поступающих на политайзер;

– маркировка и учет количества палет, отправленных на склад;

– интеграция автоматизированной системы контроля и учета с системой 1С;

– визуализация полученных данных в реальном времени с доступом через локальную сеть предприятия (с разграничением доступа к информации).

Процесс маркировки палет и учета сахара в отделении фасовки состоит из двух этапов. На первом этапе взвешивается пустая палета и маркируется RFID-меткой. На втором этапе (на выходе из отделения фасовки) взвешивается загруженная палета и рассчитывается вес сахара на палете.

Вся информация с весов и датчиков поступает на контроллер и передается в сеть предприятия.

На рисунке 2 представлена структура подсистемы учета сахара в отделении фасовки.

Список использованных источников

1. RFID-технология. Все о радиочастотной идентификации. – URL : https://www.rst-invent.ru/about/technology/ (Дата обращения: 04.10.2022).

2. Преимущества и недостатки внедрения RFID. – URL : https://ids.by/index.php?catid=4:rfid-info&id=15:preimushhestva-i-nedostatki-vnedreniya-rfid&option=com_content&view=article (Дата обращения: 04.10.2022).

Рис. 2. Структура подсистемы учета сахара в отделении фасовки

References

1. RFID-tekhnologiya. Vse o radiochastotnoj identifikacii. – URL : https://www.rst-invent.ru/about/technology/ (Data obrashheniya: 04.10.2022).

2. Preimushchestva i nedostatki vnedreniya RFID. – URL : https://ids.by/index.php?catid=4:rfid-info&id=15:preimushhestva-i-nedostatki-vnedreniya-rfid&option=com_content&view=article (Data obrashheniya: 04.10.2022).

УДК 62-135.1

Ю. Н. Новиков, А. С. Костюков, Г. И. Мурачев,
А. Е. Черников, В. А. Санталов
(Кафедра «Конструирование и производство радиоаппаратуры»
ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: yorafenix@mail.ru, stalkerklon@mail.ru, grigoriy.m99@mail.ru,
aleksej.chernikov01@mail.ru, Psd.ladislav@gmail.com)

ЦИФРОВОЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ ИНКУБАТОРА

Аннотация. Приведен цифровой регулятор для инкубатора, предназначенный для выводка одной или нескольких кладок яиц в короткие сроки с минимизацией участия человека. Приведены технические характеристики, принципиальная схема, описание технических особенностей и конструкции.

Ключевые слова: инкубатор, температурный регулятор, сополимер АВС.

A. S. Kostyukov, Yu. N. Novikov, G. I. Murachev,
A. E. Chernikov, V. A. Santalov
(Department of Design and production of radio equipment,
VGTU, Voronezh, Russia)

INCUBATOR DIGITAL CONTROLLER

Abstract. The paper presents a digital regulator for an incubator designed to hatch one or more clutches of eggs in a short time with minimizing human intervention. Specifications, schematic diagram, description of technical features and design are given.

Keywords: incubator, temperature controller, ABC copolymer.

Соблюдение режима температуры – один из главнейших критериев высиживания и выращивания цыплят искусственно. Регулировку можно осуществлять вручную, что трудозатратно и есть риск испортить выводок, или приобрести автоматизированную систему.

В приведенной модели регулятора для инкубатора предусмотрена автоматическая защита устройства, а также плавкие вставки в узлах, представляющих наибольшую опасность.

Ниже на рисунке 1 представлена принципиальная схема устройства.

Корпус устройства было решено делать из сополимера АБС-2020-30 черный, рец, 901, 1с ТУ2214-019-00203521–96. Этот материал отличается высокой износостойкостью, что необходимо для устройств, которые предполагается использовать в помещениях, особенностью является невысокая температура плавления и достаточно большая

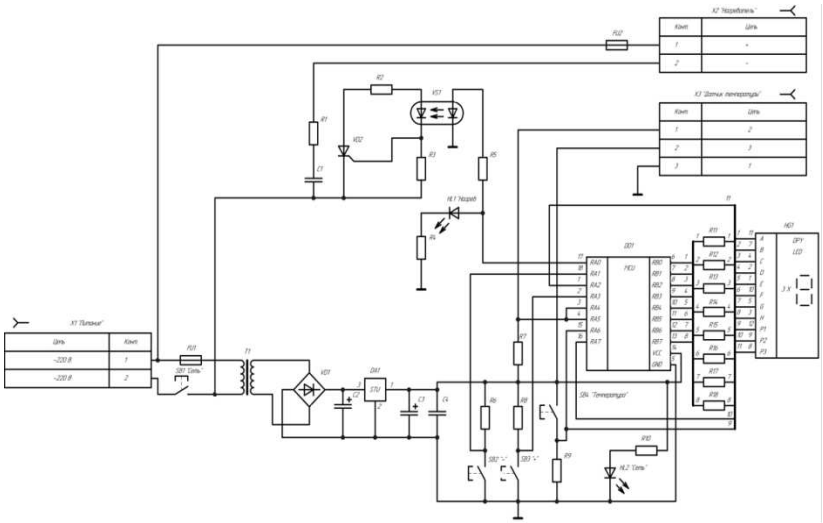


Рис. 1. Принципиальная схема представленного устройства

прочность, по механическим свойствам и по литейным технологическим свойствам. Также он обладает удовлетворительной обрабатываемостью.

Шероховатость всех видимых поверхностей установлена Ra = 1,25. Для закрытых поверхностей Ra = 6,3.

Основание представляет из себя невысокий параллелепипед, внутри которого имеются бобышки М2. Они предназначены для крепления платы устройства.

По углам корпуса имеются пазы для крепежных винтов М2. Они предназначены для крепления крышки устройства.

По краям стенок есть выемка под стыковочное соединение с крышкой, также присутствует отверстие под коммутационные разъемы. В основании имеются:

1) четыре крепежных отверстия для платы по 2 мм, глубиной 5 мм;

2) четыре крепежных отверстия для крышки по 2 мм, глубиной 18 мм;

3) одно прямоугольное отверстие для клеммных соединителей.

На стенке основания имеются надписи, выполненные шрифтом 2,5 Пр-3 стандарта ГОСТ 26008–85.

Таким стандартом принято отрисовывать предупреждающие или информационные знаки на заводских предприятиях, такие как: шкалы, опознавательные знаки, подписи.

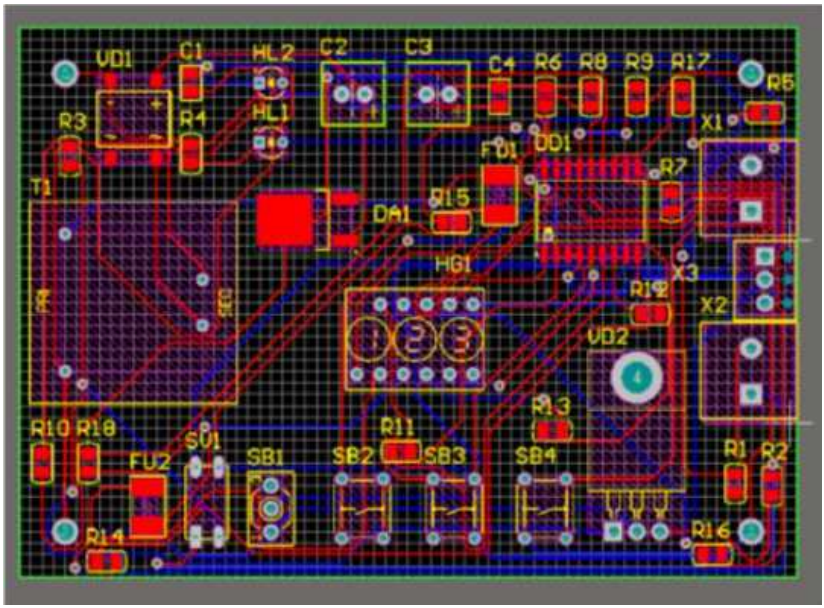


Рис. 2. Трассировка платы регулятора

В приведенном устройстве имеется достаточно большое количество радиоэлементов как поверхностного, так и сквозного монтажа. По этой причине было принято решение использовать двухслойную плату и изготовить ее субтрактивным методом.

Для переходных отверстий будет использован способ металлизации, который предусматривает химическое нанесение медного покрытия, гальваническое его усиление, защиту свинцовым сплавом.

В устройстве присутствуют элементы, создающие электромагнитные помехи. Это входная часть схемы, содержащая понижающий силовой трансформатор. Элементы, наиболее подверженные влиянию помех, размещены на достаточном удалении. Тепловой режим в пределах нормы.

Преимущество предлагаемого регулятора для инкубатора состоит в том, что он изготовлен на недорогостоящей элементной базе, а также не содержит дефицитных деталей. Блок управления лучше всего устанавливать прямо на корпус любого инкубатора, тем самым исключив физические нагрузки и упростив управление устройством.

Список использованных источников

1. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств : учебное пособие / Г. Ф. Баканов. – М. : Академия, 2007. – 368 с.
2. Петров, К. С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника : учебное пособие / К. С. Петров. – СПб. : Питер, 2003. – 521 с.
3. Домашние инкубаторы. – М. : Проф-пресс, 2003. – 192 с.
4. Ненашев, А. П. Конструирование радиоэлектронных средств : учебник / А. П. Ненашев. – М. : Высшая школа, 1990. – 432 с.

References

1. Bakanov, G. F. Fundamentals of design and technology of radio electronic means : textbook / G. F. Bakanov. – M. : Academy, 2007. – 368 p.
2. Petrov, K. S. Radio materials, radio components and electronics : textbook / K. S. Petrov. – St. Petersburg : Peter, 2003. – 521 p.
3. Home incubators. – M. : Prof-press, 2003. – 192 p.
4. Nenashev, A. P. Design of radio-electronic means : textbook / A. P. Nenashev. – M. : Vyssh. school, 1990. – 432 p.

УДК 62-52:664

О. В. Чистяков, М. М. Благовещенская, И. Г. Благовещенский, М. В. Веселов, В. Г. Благовещенский
(Кафедра «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами»;
кафедра «Информатика и вычислительная техника пищевых производств»;
Научный центр международного уровня «Передовые цифровые технологии в АПК», ФГБОУ ВО «МГУПП», Москва, Россия,
e-mail: cholegse@gmail.com)

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ В ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ НА БАЗЕ САПР EPLAN

Аннотация. Системы управления автоматизацией и энергообеспечения становятся все более комплексными и сложными. С целью обеспечить совместимость компонентов системы, универсальность использования и отслеживание режимов их работы предлагается применять концепцию цифрового двойника для промышленных приложений, который можно конкретизировать как Asset Administration Shell (AAS) – оболочка управления активами.

Ключевые слова: цифровой двойник, система промышленной автоматизации, AML, AAS.

O. V. Chistyakov, M. M. Blagoveshchenskaya, I. G. Blagoveshchensky, M. V. Veselov, V. G. Blagoveshchensky
(Department “Automated control systems for biotechnological processes”;
Department of Informatics and Computer Science of Food productions;
Scientific center of international level
“Advanced digital technologies in the agro-industrial complex”,
MGUPP, Moscow, Russia)

CREATION OF DIGITAL TWINS OF FOOD AUTOMATION SYSTEMS PRODUCTIONS BASED ON CAD EPLAN

Abstract. Automation control and power supply systems are becoming more complex and complex. In order to ensure the compatibility of system components, universality of use and tracking of their operating modes, it is proposed to apply the concept of a digital twin for industrial applications, which can be specified as Asset Administration Shell (AAS) asset management shell.

Keywords: digital twin, industrial automation system, AML, AAS.

Развитие цифровых технологий в контексте Индустрии 4.0, такие как большие данные, автономные роботы, моделирование, Интернет вещей, аддитивное производство и другие, – способны сильно поме-

нять наше мнение к организации производства и управлению технологическими процессами пищевых производств [1].

Более сложные системы требуют детальной проработки их поведения и модели. Для существенного сокращения издержек в создании систем автоматизации и их апробации без создания физической модели, используются цифровые модели – цифровые двойники – виртуальные копии реальных объектов или систем, которые повторяют и описывают их функционирование, состав, все необходимые связи и данные [1].

В настоящее время создать цифровой двойник можно практически любого физического объекта, так как это виртуальное представление этого объекта. Цифровой двойник описывается структурой и функциональными связями компонентов и данных, которые эти компоненты генерируют [1]. Цифровые модели получают свое развитие и применение в различных отраслях и сферах деятельности. Создание цифровых моделей стало возможно за счет «цифровизации» технологий, т.е. за счет использования современных вычислительных машин, датчиков, исполнительных механизмов, устройств машинного зрения, телекоммуникационных и беспроводных сетей, возможностей распределенных вычислений и других технологий, развитие которых идет бешенными темпами.

Задача цифровой модели системы автоматизации – создать единую информационную среду управления инженерными данными и обеспечить их интеграцию с другими информационными системами и программным обеспечением. Решается задача связи с Системой нормативно-справочной информации, Системой технического обслуживания и ремонта оборудования, Системой управления проектно-сметной документации, Средой программирования ПЛК и SCADA системами, а также возможно решение других задач при обработке и интерпретации данных.

Создание цифровой модели ведется последовательно, начинается со стадии проработки технического задания, проектирования, закупки и продолжается на этапе внедрения и эксплуатации систем АСУ ТП. Необходимая информация и данные заносятся в цифровую модель на всех этапах жизненного цикла объекта управления. К данным, в зависимости от стадии готовности цифровой модели, получают доступ специалисты различных областей деятельности – специалисты КИПиА, технологи, инженеры-электрики, специалисты по снабжению, специалисты сервисных служб и т.д. В цифровую модель загружается информация, которая тем самым формируем образ и функциональные связи между компонентами системы, т.е. создается цифровой двойник.

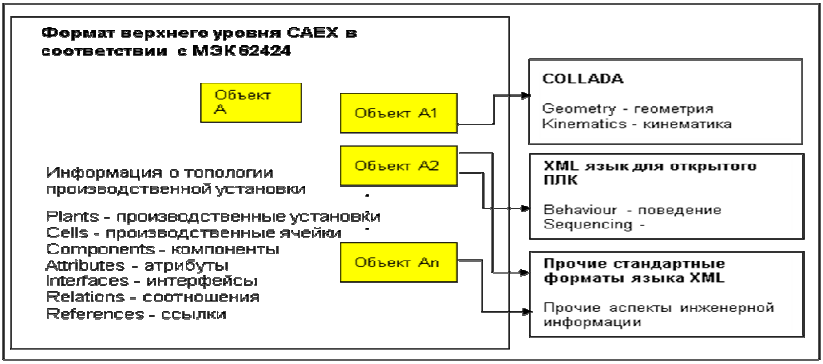


Рис. 1. Базовая архитектура языка AutomationML

Одним из основных принципов идеологии цифровых двойников является стандартизация, в том числе стандартизация модели данных. Такую стандартизацию, например, описывает стандарт данных AML (Automation Markup Language). Такой тип стандартизации позволяет создать бесшовную интеграцию с технологиями IIoT (Industrial Internet of Things).

Стандарт AutomationML (AML) обеспечивает взаимосвязь инженерного программного обеспечения в разработке и проектировании механики и конструктивов, электротехники и систем автоматизации, полевых устройств, датчиков и исполнительных механизмов, человека-машинного интерфейса (HMI), среды программирования логического контроллера (PLC) и других подобных систем. Формат обмена данными определен в МЭК 62714 [1]. Базовая архитектура языка AutomationML представлена на рис. 1.

Язык стандарта AML позволяет структурировать и хранить инженерные данные согласно основным аспектам объектно-ориентированной идеологии – функциональному, географическому и продуктовому.

Список использованных источников

1. Овчарова, Дж. Промышленный Интернет вещей – Цифровой двойник. За пределами Двойника – оживление аналитики / Дж. Овчарова, М. Гретлер. – Фраунгофер IOSB, IMI, Карлсруэ. – Германия, 2018.

References

1. Ovcharova, J. Industrial Internet of Things – Digital Twin. Beyond the Twin – Revitalizing Analytics / J. Ovcharova, M. Gretler. – Fraunhofer IOSB, IMI, Karlsruhe. – Germany, 2018.

УДК 65.011.56

Г. А. Власов
(Кафедра «Уголовное право и прикладная информатика
в юриспруденции», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: gleb.vlasov.00@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Рассмотрен подход к построению управления и внедрения технологий беспилотных летательных аппаратов в агропромышленный комплекс. Использована классификация используемых в сельскохозяйственной сфере беспилотных летательных аппаратов, дана их краткая характеристика.

Ключевые слова: цифровизация, агропромышленный комплекс, беспилотные летательные аппараты, экономика, сельскохозяйственная деятельность.

G. A. Vlasov
(Department of Criminal Law and Applied Informatics in Jurisprudence,
TSTU, Tambov, Russia)

THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The approach to the construction of management and implementation of unmanned aerial vehicles technologies in the agro-industrial complex is considered. The classification of unmanned aerial vehicles used in the agricultural sector is used, their brief description is given.

Keywords: digitalization, agro-industrial complex, unmanned aerial vehicles, economy, agricultural activity.

На сегодняшний день агропромышленный комплекс (далее – АПК) представляет собой многоуровневую систему управления сельским хозяйством, направленную на производство и переработку сельскохозяйственного сырья. Данная отрасль с относительно недавнего времени стала в себя включать концепцию цифровизации и, соответственно, активное развитие в данной области продолжается по сей день.

АПК, как и многие другие отрасли экономики, подхватили волну цифровизации ввиду удобства ее использования, автономности совершения многих операций и облегчения жизни человека. Термин «цифровизация» впервые появился в 1995 г. в виде «цифровой экономики», которая под собой подразумевает анализ и обработку большого количества данных, их использование для решения как линейных,

так и многоуровневых задач. Главной особенностью ведения хозяйственной экономической деятельности с помощью цифровизации является перевод данных, либо изначальное использование только цифровых компьютерных значений. На первый взгляд цифровизация может выглядеть как сложное понятие, но если сделать акцент на современном восприятии, то цифровизации поддается практически любая сфера общества: интернет-банкинг, e-commerce и другие сектора. В АПК цифровизация расширяет горизонт возможностей, создавая наиболее благоприятные установки для переработки сельскохозяйственной продукции. Ключевыми элементами цифровизации в АПК можно назвать переработку и анализ данных; сохранение данных с возможностью дальнейшего использования; использование «smart» технологий и устройство продаж на рынке сельскохозяйственной продукции [1].

В России цифровизация в АПК стоит на повестке дня у организации «Ростех». В число технологий «Ростеха», которые могут быть внедрены в российском АПК, входят программные комплексы для управления фермами, роботизированные системы, но хотелось бы заострить внимание на беспилотниках для мониторинга объектов сельского хозяйства.

Дроны в сельском хозяйстве России – одно из самых перспективных направлений, на которое активно растет спрос. Для более активного развития беспилотников на рынке России были снижены регуляторные барьеры и появились специальные программы для подготовки профессиональных операторов небольших беспилотных летательных аппаратов. Беспилотные комплексы производства компании «Zala Aero» концерна «Калашников» активно используются для аэрофотосъемки сельскохозяйственных угодий. Их применение позволяет оценить состояние почвы и растений, повысить урожайность земель, оптимизировать затраты на удобрения и средства защиты растений, определить территории, нуждающиеся в дополнительном орошении [2].

Для наблюдения за полями используют два вида беспилотных летательных аппаратов, отличающиеся своей конструкцией и летными характеристиками:

– самолетного типа или «Летающее крыло» – наиболее удобный вариант для облета больших территорий, характеризующийся высокими аэродинамическими показателями. Беспилотные летательные аппараты этого типа лучше всего подходит для мониторинга протяженных объектов или съемки в условиях значительного удаления;

– коптерные беспилотники или дроны – могут оснащаться различным количеством винтов, что позволяет отлично справляться с то-

чечной съемкой в одном месте для обследования небольшого земельного участка, трехмерного моделирования, опрыскивания. Квадрокоптеры отличаются простой конструкцией, стабильностью полета и надежностью. К недостаткам БЛПА этого вида можно отнести небольшую скорость и ограниченное время полета, из-за чего радиус действия меньше, чем у самолетных дронов [3].

Технологично оснащенные беспилотники в сельском хозяйстве способны выполнять разнообразные операции: аэрофотосъемку, видеосъемку, 3D-моделирование, тепловизионную съемку, лазерное сканирование, опрыскивание.

В заключение стоит упомянуть о том, что цифровизация в АПК является неотъемлемой частью развития АПК в целом. Применение инновационных технологий, таких как беспилотные летательные аппараты является существенным прорывом в классическом понимании АПК. Благодаря использованию беспилотных аппаратов можно достигнуть высоких результатов за короткие сроки с использованием наименьшей вовлеченности человека – точность результата, качество выполнения работ и детальный контроль обработанных участков.

Список использованных источников

1. Есполов, Т. И. Цифровизация – ключевой фактор развития АПК [Электронный ресурс] / Т. И. Есполов. – URL : http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/actions/Documents/4Есполов.pdf (Дата обращения: 08.10.2022).

2. Ростех. Поле возможностей: цифровые решения для сельского хозяйства [Электронный ресурс]. – 2020. – URL : https://rostec.ru/news/pole-vozmozhnostey-tsifrovye-resheniya-dlya-selskogo-khozyaystva/ (Дата обращения: 08.10.2022).

3. Геомир: Беспилотники в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – 2019. – URL : https://www.geomir.ru/publikatsii/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve/ (Дата обращения: 08.10.2022).

References

1. Espolov, T. I. Digitalization is a key factor in the development of the agro-industrial complex [Electronic resource] / T. I. Espolov. – URL : http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/actions/Documents/4Espolov.pdf. (Date of access: 08.10.2022).

2. Rostec. Field of Opportunities: Digital Solutions for Agriculture [Electronic resource]. 2020. – URL : https://rostec.ru/news/pole-vozmozhnostey-tsifrovye-resheniya-dlya-selskogo-khozyaystva/. (Date of access: 08.10.2022).

3. Geomir: UAVs in agriculture [Electronic resource]. 2019. – URL : https://www.geomir.ru/publikatsii/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve/. (Date of access: 08.10.2022).

УДК 681.5

Д. Г. Дмитриев, К. И. Тулупов, Е. А. Елизаров
(Кафедра «Информационные процессы и управление»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: 7ddg7@mail.ru)

ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ТЕПЛИЦЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Аннотация. Рассмотрен подход к использованию программно-аппаратного метода для реализации регулирования основных показателей в теплице с использованием цифровых двойников.

Ключевые слова: цифровой двойник, автоматическое управление, промышленные контроллеры, автоматическая система регулирования (АСР), сельское хозяйство, четвертая промышленная революция, математическая модель, программно-аппаратный комплекс.

D. G. Dmitriev, K. I. Tulupov, I. A. Elizarov
(Department of Information Processes and Control,
TSTU, Tambov, Russia)

HARDWARE-SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE REGULATION OF THE MAIN GOODS IN THE GREENHOUSE USING DIGITAL TWINS

Abstract. An approach to the use of a software-hardware method for the implementation of the regulation of the main indicators in a greenhouse using digital twins is considered.

Keywords: digital twin, automatic control, industrial controllers, automatic control system (ACS), agriculture, fourth industrial revolution, mathematical model, software and hardware complex.

Цифровой двойник (от англ. Digital Twin) – цифровая копия физического объекта или процесса, помогающая оптимизировать эффективность бизнеса [1]. Концепция «цифрового двойника» является частью четвертой промышленной революции. С помощью Цифрового двойника можно обеспечить в режиме реального времени полную связь между физическим и цифровым мирами [2].

Использование цифровых двойников в различных отраслях позволяет сократить финансовые затраты на оборудование, сырье, электроэнергию и другие ресурсы, необходимые для разработки и отладки систем автоматического регулирования (АСР).

В настоящее время одной из бурно развивающихся отраслей является сельское хозяйство, в которое с каждым годом внедряется все

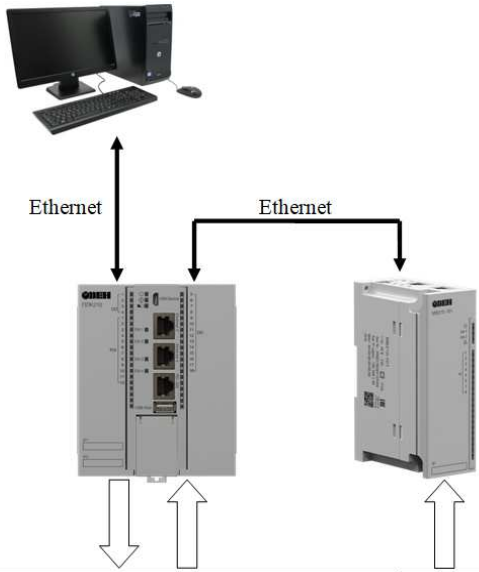
большее количество современных цифровых технологий. В 2018 году компания Gartner в своем ежегодном исследовании технологических циклов впервые назвала цифровые двойники в числе лидеров. С тех пор технология только набирает обороты [3]. Цифровые двойники позволяют провести тестовый запуск процесса или производственной цепочки быстро и без существенных вложений; обнаружить проблему или уязвимость до того, как будет запущено производство или объект поступит в эксплуатацию; повысить эффективность процессов или систем, отследив все сбои еще до старта.

Таким образом, можно корректно настроить и отладить автоматическую систему регулирования основных показателей в теплице, не расходуя больших материальных ресурсов, а главное, не подвергая угрозе урожай.

Достаточно будет создать цифровой двойник теплицы, на котором с помощью реального оборудования, например, промышленного программируемого логического контроллера, можно будет протестировать и затем подобрать оптимальные настройки автоматической системы регулирования основных показателей, например, температуры.

На базе кафедры «Информационные процессы и управление» Тамбовского государственного технического университета собран учебно-исследовательский стенд (рис. 1, 2), предназначенный для тестирования и отладки алгоритмического и прикладного программного обеспечения автоматизированных систем управления технологическими процессами, и отвечающий современным техническим, программным и методическим требованиям.

Рис. 1. Стенд «ОВЕН ПЛК-210»



Дискретные входы-выходы ПЛК210		Аналоговые входы МВ210-101
Дискретные входы (DI X)	Дискретные выходы (DO X)	Аналоговые входы 0…1 В (AI X)
Тумлеры (8 шт.)	Элементы индикации (светодиоды 8 шт.)	Потенциометры с индикацией (2 шт.)

Рис. 2. Структурная схема стенда «ОВЕН ПЛК-210»

Учебно-исследовательский стенд состоит из стойки, программируемого логического контроллера для средних и распределенных систем автоматизации ПЛК210, модуля аналогового ввода с универсальными входами МВ210-101, блока питания 24В, выключателя автоматического, восьми тумблеров (для имитации датчиков с дискретным выходным сигналом), восьми светодиодов (для имитации дискретных исполнительных устройств), двух потенциометров, двух мини-вольтметров (для имитации аналоговых датчиков) и клеммников. Через клеммник возможно подключение внешних технических средств автоматизации (аналоговых и дискретных датчиков, исполнительных механизмов), а также цифровых приборов по интерфейсу RS-485.

Контроллер ПЛК210 программируется в среде CODESYS V3.5. В прикладном программном обеспечении контроллера реализуются алгоритмы управления теплицы, которые настраиваются и отлаживаются с помощью цифрового двойника.

Реализация цифрового двойника (технологического объекта управления) производится в среде динамического программирования Matlab в пакете Simulink или в отечественном аналоге – пакете SimInTech. В динамической среде моделирования Simulink присутствует возможность обмена данными с использованием технологии OPC. Для этого необходимо установить дополнительный пакет расширения для Matlab под названием OPC Toolbox.

Обмен данными между математической моделью в среде Simulink и программой в CODESYS осуществляется посредствам технологии OPC. Для этого необходимо произвести настройки как программы, так и самой математической модели.

С использованием математической модели объекта производится отладка алгоритмического и программного обеспечения реальной системы управления. Производится настройка самого контроллера, контуров регулирования, отработка различных режимов (например, таких как блокировка, защита), отработка алгоритмов управления и настройка регуляторов.

В ходе работы математическая модель объекта управления может уточняться по результатам реальных данных функционирования системы управления, тем самым развивая и уточняя цифровой двойник объекта.

Таким образом, можно выделить две решаемые задачи:

1. Предварительная настройка системы управления по исходной математической модели (цифровому двойнику).

2. В режиме эксплуатации уточняется сам цифровой двойник, что позволит улучшить систему управления объектом.

Список использованных источников

1. Гончаров, А. С. Цифровой двойник: обзор существующих решений и перспективы развития технологии / А. С. Гончаров, В. М. Саклаков // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. – 2018. – С. 24 – 26.

2. Кокорев, Д. С. Применение «Цифровых двойников» в производственных процессах / Д. С. Кокорев, Н. П. Посмаков // Colloquium-journal. – 2019. – С. 38 – 45.

3. Что такое цифровые двойники и где их используют [Электронный ресурс] // Сайт РБК: Тренды. – URL : https://trends.rbc.ru/trends/industry/6107e5339a79478125166eeb

References

1. Goncharov, A. S. Digital twin: review of existing solutions and technology development prospects / A. S. Goncharov, V. M. Saklakov // Information and telecommunication systems and technologies. – 2018. – P. 24 – 26.

2. Kokorev, D. S. The use of “Digital twins” in production processes / D. S. Kokorev, N. P. Posmakov // Colloquium-journal. – 2019. – P. 38 – 45.

3. What are digital twins and where they were used [Electronic resource] // RBC website: Trends. – URL : https://trends.rbc.ru/trends/industry/6107e5339a79478125166eeb

УДК 62.50

С. Н. А. Аль Кнфер
(Кафедра «Информационные процессы и управление»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: ipu_tstu@mail.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В САХАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. Рассмотрен способ моделирования процессов управления учетом и контролем поставок сахарной свеклы в сахарном производстве.

Ключевые слова: технологический процесс, производство сахара, объект управления, цель управления, задача управления, управляющее воздействие.

S. N. A. Al Knfer
(Department of Information Processes and Control,
TSTU, Tambov, Russia)

MODELING OF MANAGEMENT PROCESSES IN SUGAR PRODUCTION

Abstract. A method for modeling the processes of managing the accounting and control of sugar beet supplies in sugar production is considered.

Keywords: technological process, sugar production, control object, control goal, control task, control action.

На всех сахарных заводах России действует типовая схема получения сахара-песка из сахарной свеклы с непрерывным обессахариванием свекловичной стружки, прессованием жома и возвратом жомопрессовой воды в диффузионную установку, известково-углекислотной очисткой диффузионного сока, тремя кристаллизациями и аффинацией желтого сахара. Сахарозу извлекают из свеклы диффузионным способом. Чтобы избавиться от несахаров проводят очистку диффузионного сока известью (дефекация) с последующим удалением ее избытка диоксидом углерода (сатурация).

Свеклосахарное производство условно делят на 4 основных отделения: свеклоочистительное, свеклоперерабатывающее, продуктовое и сушильное.

К вспомогательным отделениям относят известковое. Технологическое оборудование сахарного завода, как правило, размещено в одном корпусе. В средней части корпуса размещено оборудование по переработке свеклы, в левой части размещена тепловая электроцентраль (ТЭЦ), вспомогательная котельная, водоподготовительное отделение. В корпусе также располагается административно-бытовой корпус, лаборатория и служебные помещения.

За пределами промышленной площадки располагается гидромеханизированный склад свеклы, эстакадная бурачная, водоочистные сооружения, склады топлива, цех механизации и цех ж/д транспорта.

Из всех отделов, входящих в структуру предприятия (производственный, материально-технического снабжения, маркетинга, труда и заработной платы, планово-экономический и др.), выделим отделы, связанные с учетом и контролем поставок сахарной свеклы.

Сырьевой отдел (призаводской свеклопункт) является самостоятельным структурным подразделением предприятия и подчиняется непосредственно заместителю генерального директора по сырью.

В соответствии с основными задачами сырьевой отдел обеспечивает:

– сбор, обработку и формирование информации о поставках сырья;

– совместно с плановым отделом осуществляет разработку текущих и перспективных планов потребления сырья;

– контроль за выполнением договорных условий поставки сырья;

– контроль и оперативный учет суточных лимитов потребления сырья;

– контроль за рациональным использованием сырья;

– определение потребности в сырье, необходимых для нормального функционирования предприятия;

– сбор, систематизацию и анализ информации о потребностях сельхозтоваропроизводителей, входящих в сырьевую зону сахарного завода, в оборотных средствах (минеральных удобрениях, СЗР, ГСМ, семенном материале, денежных средствах);

– оценку состояния посевов и качества сырья, с целью определения общего уровня сельскохозяйственного производства в каждом из хозяйств для планирования дальнейшего сотрудничества с этими хозяйствами;

– правильное распределение свеклосырья по срокам уборки, хранения и переработки;

– бесперебойную приемку сахарной свеклы в период заготовки;

– хранение сахарной свеклы, обеспечивающее минимальные потери свекломассы и сахара;

– ведение договорной документации по поставкам сырья, контроль за договорной компанией и осуществление контроля за соблюдением договорных обязательств в части, касающейся режимов поставок сырья;

– осуществление диспетчерской связи с филиалами, поставщиками сырья, вышестоящими организациями.

Схема взаимодействия структурных подразделений предприятия по производству сахара представлена на рис. 1.

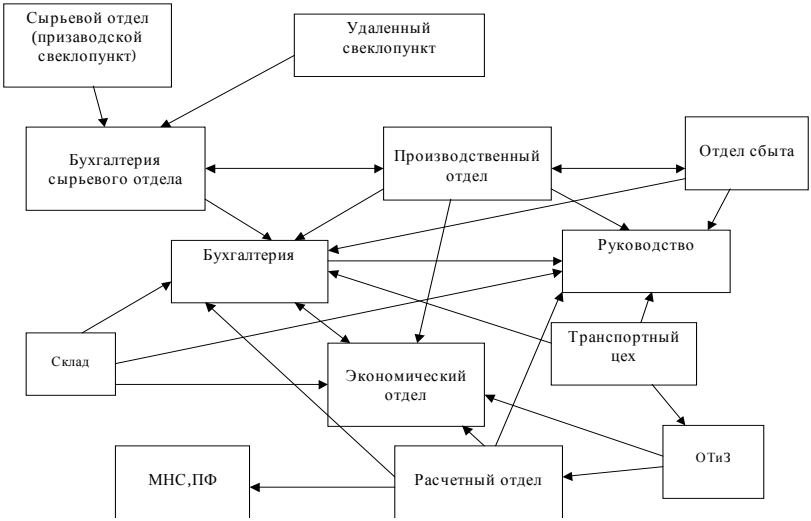


Рис. 1. Схема взаимодействия подразделений при учете поставок сырья

Анализ современного состояния разработок и внедрения информационных систем в сахарной отрасли показывает, что в мировой сахаротехнике в этом направлении не так уж много достижений ввиду отсутствия развернутого математического описания объектов и главнейших процессов сахарного производства. Несомненно, разработка такого описания позволила бы не только оперативно решать целый комплекс проблем, связанных с обоснованием новых способов, режимов, технологий их реализации, но и осуществлять их оптимизацию.

Список использованных источников

1. Разработка программного комплекса системы управления сложными производственными процессами / В. Г. Матвейкин, Б. С. Дмитриевский, А. А. Терехова, С. Н. А. Аль Кнфер, М. А. Д. Аль Амиди // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2021. – Т. 27, № 2. – С. 168 – 184. – DOI: 10.17277/vestnik.2021.02.pp.168-184

References

1. Development of a software complex for the management of complex production processes / V. G. Matveikin, B. S. Dmitrievsky, A. A. Terekhova, S. N. A. Al Knfer, M. A. D. Al Amidi // Bulletin of the Tambov State Technical University. – 2021. – Vol. 27, No. 2. – P. 168 – 184. DOI: 10.17277/vestnik.2021.02.pp.168-184

УДК 656.052/631.3-1/-9

А. В. Иванов, С. П. Москвитин, Н. А. Лежнева,
А. А. Иванов
(Кафедра «Радиотехника»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: Aleksandr-Ivanov68@yandex.ru, sergey.msk@mail.ru)

ПЕРСПЕКТИВНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НАВИГАЦИИ ДЛЯ ПОДВИЖНОГО ТРАНСПОРТА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Рассмотрен подход к построению систем навигации, входящих в состав систем управления подвижным транспортом агропромышленного комплекса. Представлена структурная схема автоматизированной системы навигации, позволяющая повысить точность управления подвижным транспортом агропромышленного комплекса при сбоях, когда возникают аномальные измерения в аппаратуре приема сигналов спутниковых радионавигационных систем.

Ключевые слова: подвижный наземный транспорт, автоматизированная система навигации, контроль аномальных измерений координат местоположения.

A. V. Ivanov, S. P. Moskvitin, N. A. Lezhnyova,
A. A. Ivanov
(Department of Radio engineering,
TSTU, Tambov, Russia)

A PROMISING AUTOMATED NAVIGATION SYSTEM FOR MOBILE TRANSPORT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. An approach to the construction of navigation systems that are part of the control systems for mobile transport of the agro-industrial complex is considered. A block diagram of an automated navigation system is presented, which makes it possible to improve the accuracy of managing mobile transport of the agro-industrial complex in case of failures, when abnormal measurements occur in the equipment for receiving signals from satellite radio navigation systems.

K*eywords*: mobile ground transport, automated navigation system, control of anomalous measurements of location coordinates.

Введение. Для стабильного роста и поддержания уровня конкуренции агропромышленному комплексу постоянно требуется внедрение новых технологий и разработок. Одной из таких областей перспективного развития является внедрение автоматизированных систем

управления подвижным транспортом [1]. В данных системах для определения координат подвижных наземных объектов применяются системы навигации [2, 3], в состав которых, как правило, входят: датчик определения скорости движения; инерциальная система навигации; аппаратура приема сигналов спутниковых радионавигационных систем; цифровой вычислитель и так далее. Высокая точность и оперативность определения текущих координат местоположения и параметров движения подвижного наземного транспорта (ПНТ) обеспечивается в них за счет применения аппаратуры приема сигналов спутниковых радионавигационных систем (СРНС).

Особенностью работы подвижного наземного транспорта агропромышленного комплекса является то, что основной маршрут его передвижения осуществляется по грунтовым дорогам, где отсутствуют знаки и дорожная разметка, или по полям, где нет возможности ориентироваться по ярко выраженным объектам местности. В таких условиях затруднительно осуществлять движение по заданному маршруту и выводить ПНТ в заданную точку. Это связано с тем, что трудно производить сравнение заблаговременно отснятых фотографий с результатами визуализации окружающего ландшафта, сканируемого системами автомобиля. Поэтому решение задачи движения по маршруту и выводу ПНТ агропромышленного комплекса в заданную точку маршрута полностью возлагается на системы навигации. В связи с этим к навигационным системам должны предъявляться повышенные требования по точности определения координат местоположения и достоверности навигационной информации. Необходимость контроля достоверности навигационной информации связана с наличием в составе навигационной системы спутниковой радионавигационной системы. При использовании спутниковых радионавигационных систем возникает существенная проблема, связанная как с каналом распространения радиосигналов (прохождение радиосигнала через ионосферу и тропосферу Земли), так и с влиянием объектов, окружающих подвижный наземный объект (затенение объекта зданиями и рельефом поверхности Земли). Суть проблемы заключается в том, что радиосигналы, приходящие на вход аппаратуры приема спутниковых радионавигационных систем имеют малое отношение сигнал –шум. При малом отношении сигнал – шум в корреляционном приемнике аппаратуры приема сигналов СРНС возможен захват вместо полезного сигнала выбросов шума, значения которых превышают значение полезного сигнала. В этом случае в канале измерения псевдодальности до искусственного спутника земли может возникнуть значительная ошибка измерения псевдодальности или происходит аномальное изме-

рение псевдодальности, что приводит к существенным ошибкам определения координат местоположения ПНТ [4]. Поэтому для безопасного применения аппаратуры приема сигналов СРНС в навигационных системах требуется дополнительно решать задачу выявления аномальных измерений координат местоположения.

Обоснование структурной схемы обработки информации в навигационной системе. Основной особенностью разработанной структурной схемы выявления недостоверных данных о координатах местоположения ПНТ из-за аномальных измерений в аппаратуре приема сигналов спутниковой радионавигационной системы, является введение в состав навигационной системы схемы разрешения использования информации спутниковой навигационной аппаратуры (СНА), которая позволяет выявлять факт недостоверного определения координат местоположения спутниковой навигационной аппаратурой и не допускать выдачу этих данных для совместной обработки с информацией других датчиков, таким образом, повышая точность системы.

На рисунке 1 приведена структурная схема автоматизированной системы навигации с контролем недостоверных данных о координатах местоположения объекта, поступающих от спутниковой навигационной аппаратуры.

Автоматизированная система навигации работает следующим образом: для выявления недостоверных навигационных данных от спутниковой навигационной аппаратуры происходит сравнение информации о координатах местоположения объекта X, Y, H на выходе бортовой ЭВМ с координатами местоположения $X_{CHA}, Y_{CHA}, H_{CHA}$ на выходе спутниковой навигационной аппаратуры. Результат сравнения навигационных данных можно представить в виде

$$\Delta X = X_{CHA} - X ,$$

$$\Delta Y = Y_{CHA} - Y$$

и

$$\Delta H = H_{CHA} - H .$$

Ошибки ΔX, ΔY и ΔH представляют собой разности между значениями координат местоположения объекта, определенными спутниковой навигационной аппаратурой, и значениями координат местоположения, полученными в результате совместной обработки информации от всех датчиков на выходе бортовой ЭВМ. Ошибки ΔX, ΔY, и ΔH носят случайный характер и распределены по гауссовскому (нормальному) закону. Значения среднеквадратических отклонений

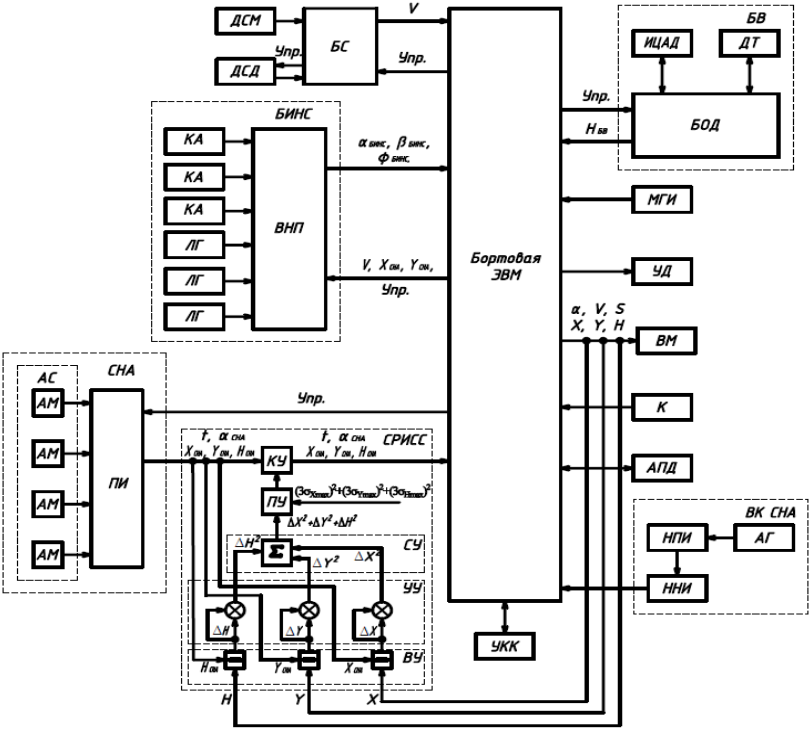


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы навигации

ошибок зависят от характеристик ионосферы, тропосферы, точности часов, установленных в спутниковой навигационной аппаратуре и на спутнике, и имеют значения, не превышающие определенных заранее рассчитанных значений $\sigma_{X\max}$, $\sigma_{Y\max}$, $\sigma_{H\max}$.

Ошибки ΔX, ΔY, и ΔH являются взимонезависимыми ортогональными случайными величинами, поэтому с вероятностью P = 0,997 для них выполняется неравенство

$$\sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta H^2} \le \sqrt{(3\sigma_{x\max})^2 + (3\sigma_{y\max})^2 + (3\sigma_{h\max})^2}\ .$$

В нормальном режиме работы (при отсутствии аномальных измерений в аппаратуре приема сигналов СРНС) ошибка $\sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta H^2}$ не будет превышать значения величины $\sqrt{(3\sigma_{x\max})^2 + (3\sigma_{y\max})^2 + (3\sigma_{h\max})^2}$.

В случае сбоев, когда возникают аномальные измерения в аппаратуре приема сигналов СРНС, спутниковая навигационная аппаратура будет выдавать информацию о координатах местоположения с большими ошибками, и значения координат местоположения будут резко отличаться от тех, которые получаются с выхода бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС). В этом случае ошибка $\sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta H^2}$ будет превышать значения величины $\sqrt{(3\sigma_{x\max})^2 + (3\sigma_{y\max})^2 + (3\sigma_{h\max})^2}$. Поэтому можно говорить о недостоверных данных координат местоположения на выходе спутниковой навигационной аппаратуры.

Для получения ошибок ΔX, ΔY, и ΔH сигналы с выходов спутниковой навигационной аппаратуры и бортовой ЭВМ поступают в схему разрешения использования информации спутниковой навигационной аппаратуры (СРИИСНА). В состав схемы входят ключевое устройство (КУ), пороговое устройство (ПУ), суммирующее устройство (СУ), умножающее устройство (УУ) и вычитающее устройство (ВУ). В вычитающем устройстве определяются ошибки ΔX, ΔY, и ΔH между значениями координат местоположения, измеренными спутниковой навигационной аппаратурой объекта $X_{CHA}, Y_{CHA}, H_{CHA}$, и значениями координат местоположения X, Y, H, полученными в результате совместной обработки информации от всех датчиков на выходе бортовой ЭВМ.

Полученные на выходах вычитающих устройств сигналы поступают на умножающие устройства, где значения соответствующих координат возводятся в квадрат, затем складываются в суммирующем устройстве. Полученный сигнал вида $\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta H^2$ на выходе суммирующего устройства поступает на пороговое устройство, имеющее порог $(3\sigma_{x\max})^2 + (3\sigma_{y\max})^2 + (3\sigma_{h\max})^2$. Данное устройство управляет работой ключевого устройства. Если

$$\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta H^2 \le (3\sigma_{x\max})^2 + (3\sigma_{y\max})^2 + (3\sigma_{h\max})^2,$$

то сигналы, поступающие с выхода спутниковой навигационной аппаратуры, проходят через ключевое устройство на вход бортовой ЭВМ. Если

$$\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta H^2 > (3\sigma_{x\max})^2 + (3\sigma_{y\max})^2 + (3\sigma_{h\max})^2,$$

то сигналы с выхода спутниковой навигационной аппаратуры не проходят через ключевое устройство на вход бортовой ЭВМ.

Таким образом, предложена структурная схема автоматизированной системы навигации, в которой за счет введения схемы разрешения использования информации спутниковой навигационной аппаратуры повышается точность определения координат местоположения в случае сбоев, обусловленных возникновением аномальных измерений в аппаратуре приема сигналов СРНС. Связано это с тем, что схема позволяет выявить факт недостоверных значений координат местоположения на выходе спутниковой навигационной аппаратуры и не допустить выдачу этих значений для совместной обработки с информацией других датчиков.

Список использованных источников

1. Козорез, Д. А. Состав и структура автономных систем навигации и управления роботизированного прототипа автомобиля / Д. А. Козорез, Д. М. Кружков // Спецтехника и связь. – 2012. – № 3.

2. Иванов, А. В. Адаптивное оценивание и идентификация сигналов спутниковых радионавигационных систем в навигационных системах / А. В. Иванов, О. В. Сурков, С. П. Москвитин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2018. – Т. 24, № 1. – С. 44 – 57.

3. Ivanov, A. V. Quasi-Optimal Algorithms for Detection, Identification, and Adaptive Estimation for Information Processing in Navigation Systems of Mobile Ground Objects Based on Satellite Radio Navigation Systems / A. V. Ivanov, V. O. Surkov, D. V. Komrakov // Journal of Communications Technology and Electronics – 2020. – No. 6(65). – Pp. 609 – 618.

4. Adaptive Algorithms for Information Processing in Navigation Complexes of Mobile Ground Objects / A. V. Ivanov, V. Yu. Shishkin, D. V. Boikov, A. A. Ivanov, N. A Lezhneva // Journal of Communications Technology and Electronics – 2021. – No. 8(66). – Pp. 926 – 937.

References

1. Kozorez, D. A. Composition and structure of autonomous navigation and control systems of a robotic prototype of a car / D. A. Kozorez, D. M. Kruzhkov // Special equipment and communication. – 2012. – No. 3.

2. Ivanov, A.V. Adaptive estimation and identification of signals from satellite radio navigation systems in navigation systems / A.V. Ivanov, O. V. Surkov, S.P. Moskvitin // Bulletin of the Tambov State Technical University. – 2018. – T. 24, No. 1. – Pp. 44 – 57.

3. Ivanov, A. V. Quasi-Optimal Algorithms for Detection, Identification, and Adaptive Estimation for Information Processing in Navigation Systems of Mobile Ground Objects Based on Satellite Radio Navigation Systems / A. V. Ivanov, V. O. Surkov, D. V. Komrakov // Journal of Communications Technology and Electronics – 2020. – No. 6(65). – Pp. 609 – 618.

4. Adaptive Algorithms for Information Processing in Navigation Complexes of Mobile Ground Objects / A. V. Ivanov, V. Yu. Shishkin, D. V. Boikov, A. A. Ivanov, N. A. Lezhneva // Journal of Communications Technology and Electronics – 2021. – No. 8(66). – Pp. 926 – 937.

УДК 62.50

Б. С. Дмитриевский, А. А. Терехова, М. Л. Гогорян,
Д. Г. Дмитриев
(Кафедра «Информационные процессы и управление»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: Ipu_tstu@mail.ru, terehova.aa@tstu.ru)

ХАРАКТЕРИСТИКА САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрен способ усовершенствования управления взаимосвязанными технологическими процессами в пищевых производствах на примере экстракции сахара в диффузионных установках.

Ключевые слова: технологический процесс, производство сахара, диффузионная установка, объект управления, цель управления, задача управления, управляющее воздействие.

B. S. Dmitrievsky, A. A. Terekhova, M. L. Gogoryan,
D. G. Dmitriev
(Department of Information Processes and Control,
TSTU, Tambov, Russia)

CHARACTERISTICS OF SUGAR PRODUCTION IN TERMS OF MANAGEMENT

Abstract. A method for improving the management of interrelated technological processes in food production is considered, using the example of sugar extraction in diffusion plants.

Keywords: technological process, sugar production, diffusion plant, control object, control goal, control task, control action

Технологические процессы пищевых производств состоят в переработке сырья в продукты питания. Так же как и химические процессы они основаны на фундаментальных положениях закона сохранения массы и закона сохранения энергии. Однако эти процессы, последовательно превращающие сырье в продукты питания, обладают своей спецификой из-за сложного комплекса происходящих физико-химических, биохимических и микробиологических процессов.

В пищевых производствах многие технологические процессы сопровождаются образованием неоднородных смесей, которые в дальнейшем необходимо разделять.

В пищевой промышленности широко применяются процессы массообмена. Наиболее часто встречаются экстракция, абсорбция и адсорбция, ректификация, растворение и кристаллизация и, наконец, сушка.

Различные фазы могут вступать во взаимодействие друг с другом. При этом взаимодействии происходит обмен веществами, растворенными в фазах.

Когда мелко изрезанную сахарную свеклу (стружку) промывают, сахар, содержащийся в клеточной жидкости, переходит в воду. Этот переход обусловлен разностью концентрации сахара в клеточной жидкости и воде. Скорость перехода сахара из стружки в воду будет уменьшаться по мере увеличения концентрация сахара в воде и снижения его концентрации в стружке. Наконец, эти концентрации станут равными и процесс прекратится.

Движущей силой массообменных процессов является разность концентраций. При растворении сахара в воде вещество (сахар) переходит из твердой фазы в жидкую.

Растительное сырье перед экстрагированием дробят или разрезают на мелкие кусочки или стружку. При этом часть клеток на вновь образованной поверхности повреждается, и внутриклеточное вещество сразу переходит в экстрагент. Подавляющая часть клеток в куске остается целой, а извлекаемое вещество диффундирует через клеточные мембраны в экстрагент. Пренебрегая количеством вещества, перешедшего из разрушенных клеток, можно считать, что вещество из растительного сырья в экстрагент переносится за счет диффузии.

В процессах третьего типа сырье и экстрагент непрерывно перемещаются в противотоке. При этом в каждом сечении аппарата устанавливается постоянная разность концентрации, что соответствует стационарному режиму. Таким образом, в аппаратах непрерывного действия осуществляются процессы третьего типа.

В общем виде процесс экстрагирования растительною сырья можно разбить на четыре стадии:

– проникновение экстрагента в поры растительного сырья;

– растворение извлекаемого вещества экстрагентом;

– диффузионный перенос извлекаемого вещества к поверхности куска или частицы сырья;

– перенос извлекаемого вещества с поверхности сырья в жидкую фазу – экстрагент.

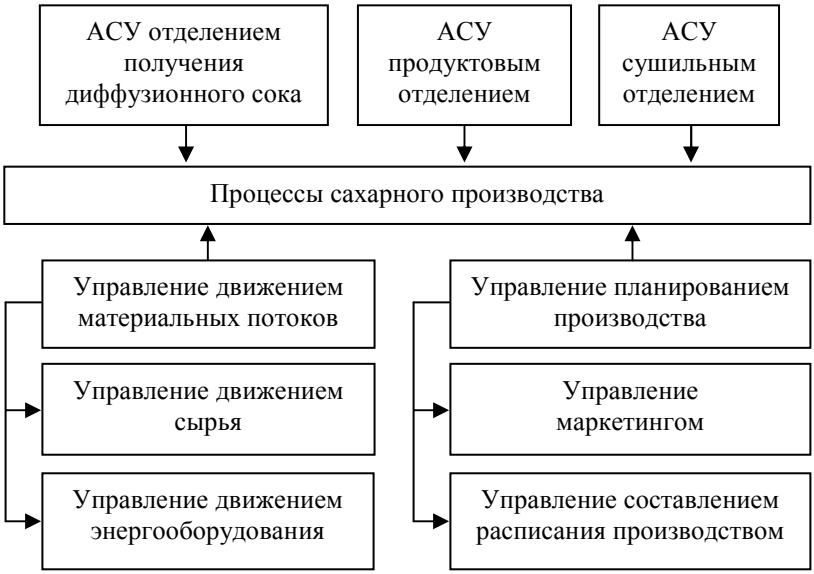


Рис. 1. Функциональная структура информационно-управляющей системы сахарным производством

В зависимости от вида перерабатываемого сырья отдельные стадии процесса могут отсутствовать вовсе, но чаще от скорости переноса на одной из стадий зависит скорость процесса в целом.

Целый ряд массообменных, химических и биохимических процессов для обеспечения их скорости протекания требуют поддержания определенной температуры, т.е. сопровождаются подогревом или охлаждением. В пищевой промышленности наиболее распространены сушка, сорбция и десорбция газов жидкостями (процессы сатурации), растворение твердых веществ и кристаллизация.

Развитие современных технологий производства идет путем объединения систем автоматизации и компьютерного механизма управления процессами, позволяющим принимать решения на всем пути получения готового продукта в линиях и цехах без участия человека. Компьютерные программы, созданные на основе математических моделей, отображающих производственные процессы, позволяют избежать дополнительных затрат и установить новые виды связей между явлениями, получить новый результат. Сахарное производство, как и крахмалопаточное, отличается от других пищевых производств наукоемкостью вследствие множества процессов, протекающих при получении готового продукта. Это сильно затрудняет совершенствование технологического процесса.

Для контроля обеспеченности предприятия производственными ресурсами и эффективного выполнения производственной программы предприятия необходима информационно-управляющая система. Функциональную структуру информационно-управляющей системы определяют задачи, стоящие перед сахарным производством. Наиболее важные функциональные подсистемы представлены на рис. 1.

Список использованных источников

1. Иванец, В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / В. Н. Иванец, И. А. Бакин, С. А. Ратников. – Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 180 с.

References

1. Ivanets, V. N. Processes and apparatuses of food production : textbook / V. N. Ivanets, I. A. Bakin, S. A. Ratnikov. – Kemerovo Technological Institute of Food Industry. – Kemerovo, 2004. – 180 p.

УДК 664.769

Д. И. Фролов[1, 2], **А. А. Курочкин**[1], **М. А. Потапов**[1]
([1]ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», кафедра «Пищевые производства», г. Пенза, Россия, e-mail: surr@bk.ru;
[2]ПКИТ «МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ)», г. Пенза, Россия, e-mail: surr@bk.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕКИ OPENCV PYTHON ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ КОНТУРОВ ПОР ЭКСТРУДАТОВ

Аннотация. Рассмотрен подход к методике определения контуров и размеров воздушных пор с помощью библиотеки OpenCV для Python. Способ получения и выделения контуров на изображениях микрофотографий и дальнейшего определения размеров элементов позволяет ускорить методику определения качества полученных растительных экструдатов.

Ключевые слова: OpenCV, Python, коэффициент расширения, экструзия, компьютерное зрение, контур.

D. I. Frolov[1, 2], **A. A. Kurochkin**[1], **M. A. Potapov**[1]
([1]Penza State Technological University, Department of Food Production, Penza, Russia;
[2]“MSUTU named after K.G. Razumovsky (PKU)”, Penza, Russia)

USING THE OPENCV PYTHON LIBRARY TO FIND THE CONTOURS OF THE PORES OF EXTRUDATES

Abstract. An approach to the method for determining the contours and sizes of air pores using the OpenCV library for Python is considered. The method for obtaining and highlighting contours in microphotograph images and further determining the size of elements allows us to speed up the method for determining the quality of the resulting plant extrudates.

Keywords: OpenCV, Python, expansion factor, extrusion, computer vision, contour.

Экструзионная кулинария широко используется при переработке пшеничной, кукурузной и рисовой муки для разработки готовых к употреблению закусочных продуктов. Экструзия является очень перспективной технологией для разработки качественных функциональных продуктов. Улучшенная функциональность экструдированной

муки может быть эффективно использована при разработке новых безглютеновых продуктов с высоким содержанием клетчатки, с низким содержанием жира [1, 2].

Одним из значимых показателей качества экструдированных продуктов является коэффициент расширения экструдата. Данный коэффициент косвенно указывает на размер образовавшихся пор после прохождения матрицы экструдера и произошедшего взрыва с разрушением структуры растительного сырья.

Для определения пористости и размера пор существуют различные методы измерений, которые можно разделить по трем категориям: методы измерения общей (гидростатическое взвешивание, по фотографии с электронного микроскопа), открытой (оценка степени водопоглощения) и закрытой пористости (расчетный метод).

Метод расчетного определения пористости с помощью программного обеспечения заключается в следующем: исследуемый образец распиливался пополам, затем образец разогревается и на него наносится клей, который заполняет поры. После остывания образца излишки клея удаляют механическим способом. После шлифовки образца клей оставался только в порах. С помощью растрового электронного микроскопа получают электронное изображение со световым контрастом для выделения темных областей пор, заполненных клеем, и отдельно – светлого каркаса. Для повышения точности результата среднее значение пористости получают, используя не менее 5 фотографий разных участков сечения образца при одинаковом увеличении [3].

Рассмотренный метод достаточно трудоемок, поэтому предлагается производить определение размера пор с помощью библиотеки компьютерного зрения OpenCV для Python.

Для подготовки исходного изображения нужно предварительно применить ряд процедур: преобразование цветового пространства из RGB в GREY, бинаризацию изображения, нахождение контуров пор, отсеивание незначимых контуров пор.

На рисунке 1 показана микрофотография среза экструдата смеси ржи и расторопши. С помощью функции библиотеки OpenCV – findContours были найдены контуры воздушных пор экструдата. Перед выделением контуров была использована фильтрация. Полученный контур – это отрезки, аппроксимируя которые, можно получить более грубый контур, а затем избавиться от мелких деталей.

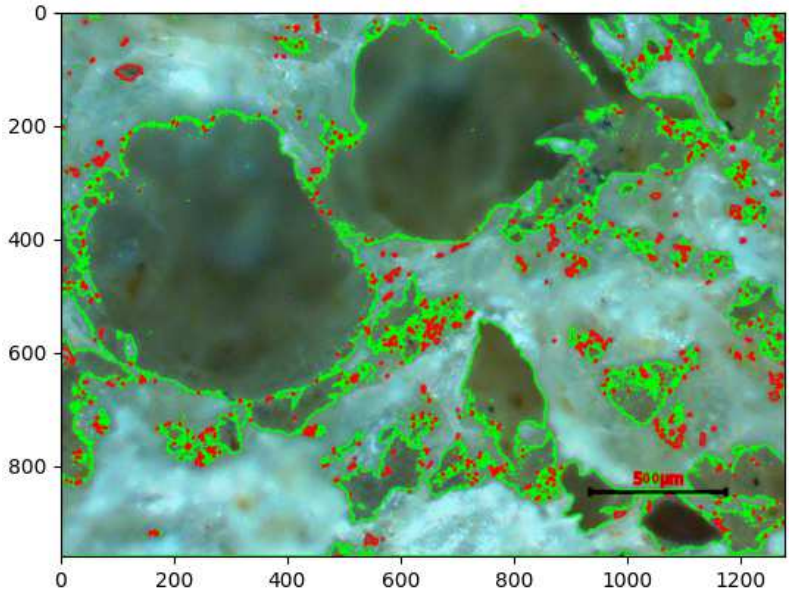


Рис. 1. Микрофотография среза экструдата смеси ржи и расторопши (зеленые контуры – значимые поры, красные точки – отсеянные контуры)

Дальнейшее определение размеров пор предполагает использование другого алгоритма действий. Способ получения и выделения контуров на изображениях микрофотографий и дальнейшего определения размеров элементов позволяет ускорить методику определения качества полученных растительных экструдатов.

Список использованных источников

1. Effect of extruded wheat flour as a fat replacer on batter characteristics and cake quality / L. Roman, S. Santos, M. M. Martinez, M. Gomez // J. Food Sci. Technol. – 2015. – No. 52. – Pp. 8188 – 8195.

2. Significance of coarse cereals in health and nutrition : a review / K. D. Kaur, A. Jha, L. Sabikhi, A. K. Singh // J. Food Sci. Technol. – 2014. – No. 51. – Pp. 1429 – 1441.

3. Давыдов, Д. М. Сравнительный анализ методик оценки пористости СВС каркасов / Д. М. Давыдов, Э. Р. Умеров, Е. И. Латухин // Современные материалы, техника и технологии. – 2021. – № 6(39). – С. 24 – 31. – DOI: 10.47581/2021/SMTT/.6.38.04. – EDN AAPXXO

References

1. Effect of extruded wheat flour as a fat replacer on batter characteristics and cake quality / L. Roman, S. Santos, M. M. Martinez, M. Gomez // J. Food Sci. Technol. – 2015. – No. 52. – Pp. 8188 – 8195.

2. Significance of coarse cereals in health and nutrition : a review / K. D. Kaur, A. Jha, L. Sabikhi, A. K. Singh // J. Food Sci. Technol. – 2014. – No. 51. – Pp. 1429 – 1441.

3. Davydov, D. M. Comparative analysis of methods for assessing the porosity of SHS frameworks / D. M. Davydov, E. R. Umerov E. I. Latukhin // Modern materials, equipment and technologies. – 2021. – No. 6(39). – Pp. 24 – 31. – DOI: 10.47581/2021/SMTT/.6.38.04. – EDN AAPXXO

УДК 004

Р. Ю. Хабаров, В. А. Немтинов
(Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

СТРУКТУРА МАТЕРИАЛЬНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ КОМБИНАТА ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ АГРОХОЛДИНГА

Аннотация. Рассматриваются вопросы разработки структуры материальных и информационных потоков в системе управления бизнес-процессами комбината общественного питания агрохолдинга.

Ключевые слова: бизнес-процессы комбината питания, бизнес-процессы, структуры материальных и информационных потоков, комбинат питания агрохолдинга.

R. Yu. Habarov, V. A. Nemtinov
(Department “Computer-integrated systems in mechanical engineering”,
TSTU, Tambov, Russia)

THE STRUCTURE OF MATERIAL AND INFORMATION FLOWS IN THE BUSINESS PROCESS MANAGEMENT SYSTEM OF A PUBLIC CATERING PLANT OF AN AGRICULTURAL HOLDING

Abstract. The article deals with the issues of identifying business processes of a food plant within an agricultural holding.

Keywords: business processes of a food plant, business processes, structures of material and information flows, food plant of the agricultural holding.

Для оптимального управления предприятием необходимо определить основные бизнес-процессы, которые в нем протекают. Стадия моделирования бизнес-процессов играет важную роль в последующих работах. В настоящее время широко применяются интегрированные системы компьютерного проектирования технологических агрокомплексов. Применение их значительно повышает эффективность функционирования крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ), автоматизируя рутинные операции и оформление документации для типовых задач.

На примере КФХ «Победа» построена модель бизнес-процессов комбината питания, включающая в себя отличия заведения АПК.

На первом этапе построения модели осуществляется выделение основных бизнес-процессов.

Основные бизнес-процессы в комбинате питания АПК типичны, так как основная задача комбината такая же, как и у остальных заведений общепита: производить товар: еду; предоставлять услугу: обслуживание посетителей.

На втором этапе осуществляется выделение особенных бизнес-процессов, характерных только для предприятий внутри АПК.

Особенностью заведения общественного питания на территории АПК является то, что часть продукции, которую выращивают, не реализуют, а запасают для приготовления блюд [1 – 3].

Для описания бизнес-процессов разработаны структуры информационных и материальных потоков КФХ «Победа», представленных на рис. 1, 2.

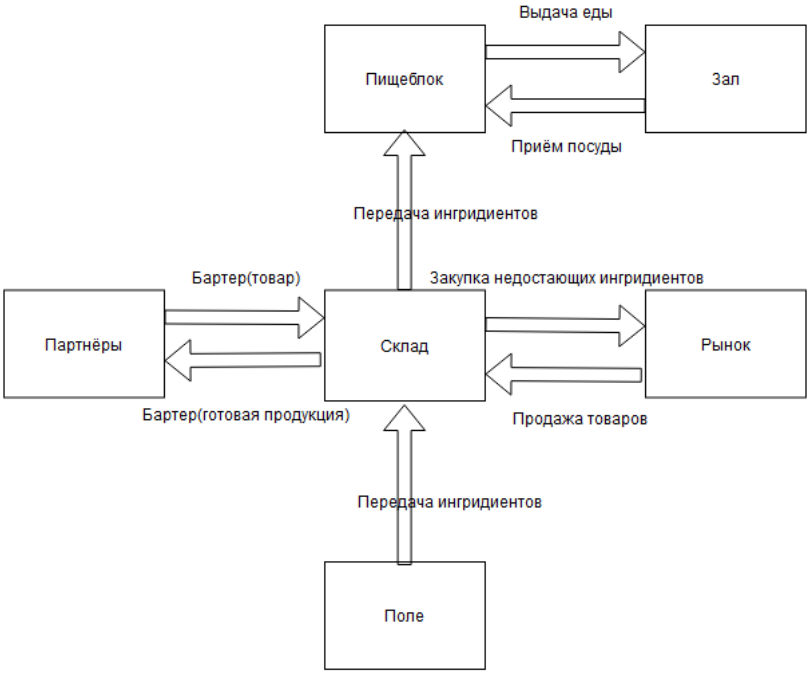


Рис. 1. Схема материальных потоков

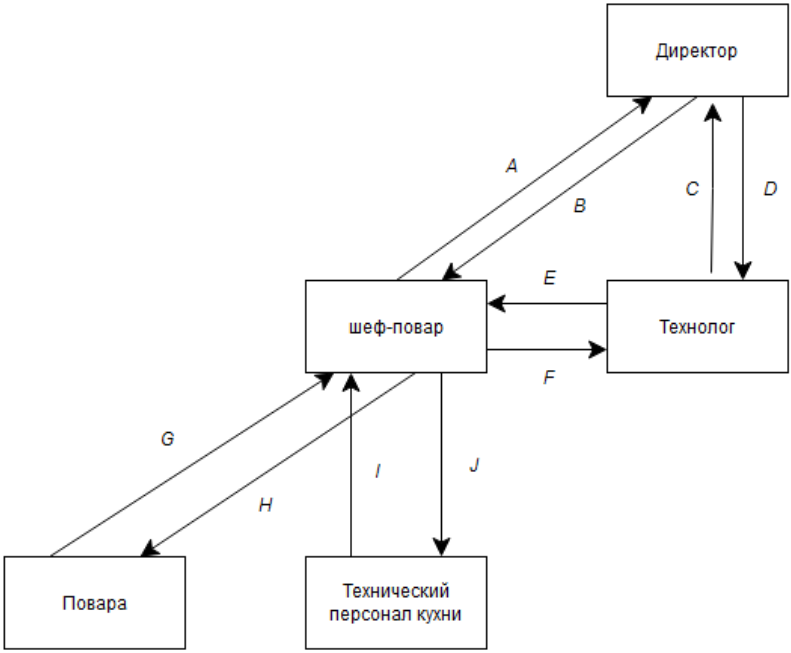


Рис. 2. Информационные потоки комбината питания

Множество *A* включает в себя отчеты о состоянии оборудования, количестве ингредиентов в запасе, списки ингредиентов для закупки.

Множество *B* включает в себя предложения по улучшению качества обслуживания, предложения по изменению меню, сведения по расписанию и графику работы комбината питания.

Множество *C* включает в себя планы внедрения прогрессивных технологических процессов, видов оборудования и оснастки, разработку планов предприятия, нормативы материальных затрат, планы организации рабочих мест и размещения оборудования, планы по модернизации производства.

Множество *D* включает в себя распоряжения, приказы и нормативные документы, которые относятся к технологической подготовке производства, должностные инструкции, технические условия и стандарты, технологию производства продукции, нормы расхода энергии, материалов, сырья, правила охраны труда в компании.

Множество *E* объединяет технологические карты рецептов, нормы качества рецептуры и ингредиентов, указание норм товарного соседства.

Множество *F* включает в себя стоимостные и количественные показатели ревизии, сведения о персонале и оборудовании.

Множество *G* – это сведения о состоянии персонала и исправности оборудования.

Множество *H* включает в себя технические карты, меню, количество обслуживаемого персонала.

Множество *I* – отчет о выполнении диагностик и устранений неисправностей оборудования, отчет о техническом состоянии рабочих мест.

Множество *J* – сведения о неисправностях, выявленных в процессе работы комбината питания.

В итоге была разработана структура материальных и информационных потоков комбината питания агропромышленного комплекса. Данная модель будет использована при разработке системы управления бизнес-процессов комбината общественного питания агрохолдинга.

Список использованных источников

1. Громов, А. И. Управление бизнес-процессами: современные методы : монография / А. И. Громов, А. Фляйшман, В. Шмидт. – Люберцы : Юрайт, 2016. – 367 с.

2. Шенталер, Ф. Бизнес-процессы. Языки моделирования, методы, инструменты / Ф. Шенталер. – М. : Альпина Паблишер, 2019. – 264 с.

3. Крышкин, О. Настольная книга по внутреннему аудиту. Риски и бизнес-процессы / О. Крышкин. – М. : Альпина Паблишер, 2018. – 478 с.

References

1. Gromov, A. I. Business process management: modern methods : monograph / A. I. Gromov, A. Fleishman, V. Schmidt. – Lyubertsy : Yurait, 2016. – 367 p.

2. Schöntaler, F. Business processes. Modeling languages, methods, tools / F. Schöntaler. – M. : Alpina Publisher, 2019. – 264 p.

3. Kryshkin, O. Handbook for internal audit. Risks and business processes / O. Kryshkin. – M. : Alpina Publisher, 2018. – 478 p.

УДК 629.3.051

А. И. Сукачев, А. А. Долгополов, Е. А. Сукачева, А. В. Володько
(Кафедра «Радиоэлектронные устройства и системы»,
ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Россия,
e-mail: mag.dip@yandex.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ НА РАБОТУ ОДНОСТУПЕНЧАТОГО ДЕТЕКТОРА

Аннотация. Проведено исследование принципов составления обучающей выборки для одноступенчатого детектора на основе глубоких сверточных нейронных сетей. Приведены используемые технические средства, дана их краткая характеристика.

Ключевые слова: нейронные сети, обучение нейронных сетей, сверточные нейронные сети, дорожные знаки, распознавание изображений, YOLO.

A. I. Sukachev, A. A. Dolgopolov, E. A. Sukacheva, A. V. Volod'ko
(Department of Radio Electronic Devices and Systems,
VGTU, Voronezh, Russia)

RESEARCH OF TRAINING PARAMETERS INFLUENCE IN ONE STAGE DETECTOR PERFORMANCE

Abstract. Conduct a study of the principles of compiling a training data for a single-stage detector based on deep convolutional neural network. The used technical means are given, their brief characteristic is given.

Keywords: neural networks, neural networks training, convolution neural networks, road signs, image recognition, YOLO.

В качестве систем помощи водителю при управлении транспортными средствами все чаще используются технологии на основе глубоких сверточных нейронных сетей. Однако, как и при использовании других видов нейронных сетей, качество работы нейронной сети во многом зависит от используемой обучающей выборки данных. В данной работе проведено исследование зависимости основных параметров эффективности работы модели одноступенчатого детектора от абстрактных параметров составленной обучающей выборки. В качестве используемого детектора был выбран широко распространенный на данный момент детектор – YOLOv5 [1]. Для разметки изображений обучающей выборки был использован программный продукт Roboflow. Для обучения модели – система предоставления аппаратных ресурсов Google Collab.

Одним из дорожных элементов, которые должна определять система помощи водителю, являются специализированные дорожные знаки. Таким образом, стояла задача подготовки обучающей выборки для обучения детектора. В качестве исходных данных была составлена выборка из 3500 фотографий городских дорог, полученных из сети Интернет. После этого была проведена двухступенчатая аугментация изображений. Во-первых, большинство изображений изначальной выборки являются широкоформатными, так что было принято решение разделить их по вертикали на две части. Затем проводились стандартные алгоритмы аугментации, встроенные в используемый для разметки изображений программный продукт, такие как: отражение изображений по вертикали, увеличение части изображения, поворот, насыщение цветов и изменение яркости. После аугментации данных количество изображений стало равным 13 885. На каждом изображении выделялись дорожные знаки и распределялись по группам. Всего таких групп – 6. В качестве групп дорожных знаков были определены запрещающие, специальные, предупреждающие, предписывающие, информационные дорожные знаки и знаки приоритета. Таким образом, на выходе обучения модели был получен процент успешных определений той или иной группы, процент ложного определения фона, процент ложного определения знака. На основании этих данных можно сделать вывод о качестве подготовленной обучающей выборки и об ошибках при ее составлении. Каждый период обучения был проведен при одном и том же наборе гиперпараметров модели, таких как: архитектура, размер мини-батча, количество эпох, размер изображения. Параметры модели приведены в табл. 1.

Было проведено четыре периода обучения модели, в каждом следующем, в зависимости от результатов, были внесены изменения в обучающую выборку. Для наглядного представления результатов обучения выделили следующие выходные параметры, для каждой группы дорожных знаков: процент успешного определения, процент определения фона как знака, процент определения знака как фона. Данные параметры были получены из матрицы ошибок после каждого периода обучения. Также выделяется параметр F1 как общий параметр эффективности обученной модели, при определенном пороге уверенности. Данные параметры приведены в табл. 2. Процент правильного

Таблица 1

Архитектура модели	Размер мини-батча	Количество эпох	Размер изображения
Yolov5s	20	20	720×720

Таблица 2

№	F1	Запрещающие			Предписывающие			Информационные			Приоритета			Специальные			Предупреждающие		
		T	FP	FN	T	FP	FN	T	FP	FN	T	FP	FN	T	FP	FN	T	FP	FN
1	74/0,436	0,84	0,14	0,16	0,8	0,16	0,08	0,66	0,33	0,34	0,72	0,24	0,05	0,86	0,14	0,35	0,7	0,21	0,02
2	78/0,557	0,83	0,15	0,26	0,72	0,24	0,11	-	-	-	0,71	0,26	0,07	0,84	0,16	0,51	0,66	0,23	0,05
3	77/0,414	0,83	0,16	0,15	0,72	0,2	0,06	0,71	0,28	0,39	0,75	0,22	0,03	0,85	0,14	0,35	0,7	0,22	0,02
4	80/0,454	0,87	0,13	0,19	0,77	0,19	0,1	0,77	0,22	0,23	0,74	0,25	0,04	0,88	0,12	0,41	0,77	0,17	0,02

определения обозначен T, определения знака как фона FN, определения фона как знака FP.

В первый период обучения полученные параметры показали проблему с информационными знаками, качество их определения было неудовлетворительным. Для проверки их комплексного влияния во второй период обучения информационные знаки были удалены из выборки. Однако, результаты показали сильное падение процента успешного определения остальных знаков. Этот фактор, а также то, что информационные знаки все же являются частью дорожных знаков и их определение определяются требованиями к системе, было принято решение их вернуть. После анализа обучающей выборки было выявлено, что, возможно, проблема была в тех информационных знаках, которые являются указателями направления, например, улиц. Из выборки были удалены эти типы знаков, что подняло общий процент эффективности модели, а также общий процент определения остальных групп. Эти знаки содержат комплексную информацию, сложную для обобщения. Таким образом, параметр F1 удалось поднять до значения в 0,77 и, наконец, в 4-м периоде обучения, обобщение информационных дорожных знаков было приведено к виду небольшой прямоугольной белой таблички, вертикально или горизонтально ориентированной, с черным текстом/изображением на ней. Как видно из табл. 2, параметр F1 достиг 0,8 и значительно улучшился процент определения информационных дорожных знаков.

Список использованных источников

1. Конструктивные особенности систем распознавания пассажиров в транспортном средстве с высокой степенью автоматизации / Е. А. Курьянов, Г. В. Фролов, Е. А. Сукачева, А. И. Сукачев // Сб. трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. – Воронеж, 2021. – С. 92 – 98.
2. Система распознавания личности в беспилотном автомобиле / А. И. Сукачев, Р. В. Кузьменко, Е. В. Шаталов, Е. А. Сукачева // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2021. – № 1. – С. 103 – 108.
3. Анализ технических решений в области видеофиксации подвижных технических объектов / А. И. Сукачев, Е. А. Сукачева, А. В. Володько, Д. С. Лысов // Актуальные проблемы деятельности подразделений УИС : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф.: в 2-х т. ; ответственный за выпуск Д. Г. Зыбин. – 2020. – С. 309 – 312.
4. Сукачев, А. И. Разработка аппаратно-программной платформы интернета вещей / А. И. Сукачев, И. В. Миллер, Е. А. Сукачева // Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития : Четвертая Всерос. молодежная науч. конф., посвященная дню радио. – 2019. – С. 210 – 212.
5. Веденеев, А. В. Разработка алгоритмов управления программным и аппаратным обеспечением мобильного клиента комплекса «Smart car» / А. В. Веденеев, А. И. Сукачев, В. А. Щедрин // Modern informatization problems in the technological and telecommunication systems analysis and synthesis : Proceedings of the XXII-th International Open Science Conference. Editor in Chief O. Ja. Kravets. – 2017. – С. 300 – 304.

References

1. Design Features of Passenger Recognition Systems in a Vehicle with a High Degree of Automation / E. A. Kur’yanov, G. V. Frolov, E. A. Sukacheva, A. I. Sukachev // Collection of works of the winners of the competition of research works of students and postgraduates of VSTU in priority areas of science and technology development. – Voronezh, 2021. – Pp. 92 – 98.
2. Person recognition system in self-driving / A. I. Sukachev, R. V. Kuz’menko, E. V. Shatalov, E. A. Sukacheva // Bulletin of the Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia. – 2021. – No. 1. – Pp. 103 – 108.
3. Analysis of technical solutions in the field of video recording of mobile technical objects / A. I. Sukachev, E. A. Sukacheva, A. V. Volod’ko, D. S. Lysov // Actual problems of the activity of the UIS units. Collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference : in 2 volumes. Responsible for the release of D. G. Zybin. – 2020. – Pp. 309 – 312.
4. Sukachev, A. I. Development of the Internet of Things hardware and software platform / A. I. Sukachev, I. V. Miller, E. A. Sukacheva // Radio electronics. Problems and prospects of development. The fourth All-Russian Youth Scientific Conference dedicated to the Radio Day. – 2019. – Pp. 210 – 212.

5. Vedenev, A. V. Development of algorithms for managing software and hardware of the mobile client of the Smart car complex / A. V. Vedenev, A. I. Sukachev, V. A. Shedrin // Modern informatization problems in the technological and telecommunication systems analysis and synthesis. Proceedings of the XXII-th International Open Science Conference. Editor in Chief O. Ja. Kravets. – 2017. – Pp. 300 – 304.

УДК 681.5

В. Е. Петров
(ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: petrovve2002@yandex.ru)

СРАВНЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БПЛА И СПУТНИКОВ ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА УЧАСТКОВ ЗЕМЕЛЬ

Аннотация. Проведен сравнительный анализ использования БПЛА и спутниковой системы для спектрального анализа участков земель.

Ключевые слова: БПЛА, спектральный анализ, спутниковый мониторинг.

V. E. Petrov
(Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia)

COMPARISON OF THE USE OF UAVS AND SATELLITES FOR SPECTRAL ANALYSIS OF LAND PLOTS

Annotation. A comparative analysis of the use of UAVs and satellite systems for spectral analysis of land plots was carried out.

Keywords: UAV, spectral analysis, satellite monitoring.

В последнее время в различных сферах все более широко используются беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Это связано с их удешевлением и техническим усовершенствованием. В последние годы обсуждается возможность компьютерного анализа получаемых изображений, в том числе в сельском хозяйстве.

Важным направлением использования данных БПЛА является мониторинг состояния посевов. Высокое пространственное разрешение данных и возможность съемки в заданное время позволяют оценивать состояние посевов.

В настоящий момент на основе данных БПЛА можно решать отдельные задачи мониторинга почв и оценки изменения их функций. При этом преимуществом подходов, основанных на БПЛА, по сравнению со спутниковыми технологиями для работы на уровне отдельных полей является возможность получения изображений в любой день, когда поверхность почв открыта для непосредственного наблюдения.

При этом для автоматизированного анализа изображения используются те же приемы и подходы, как и при обработке спутниковых данных. Как и в случае с мониторингом посевов, качество получаемых

результатов сильно зависит от точности географической привязки и устранения геометрических искажений изображения.

Благодаря развитию технологий, с помощью БПЛА можно проводить спектральный анализ изображений участка земли.

Поверхность Земли изучается сотнями исследовательских спутников. Особую ценность для сельскохозяйственного использования представляют спектральные изображения отражений с земной поверхности, занятой землями сельскохозяйственного назначения.

При изучении сельскохозяйственных земель источником информации служит исходящее от них излучение, фиксируемое установленными на спутниках спектрометрами высокой разрешительной способности.

Спектральная отражательная способность сельскохозяйственных культур индивидуальна и различается спецификой отражения разных длин волн. Зная отражательную способность растения, можно идентифицировать его на спектральных снимках и оценить его состояние.

Спектральный анализ представляет собой качественное и количественное определение свойств объекта, основанных на изучении спектров электромагнитного излучения при обработке снимков, полученных с помощью мультиспектральной и гиперспектральной съемки.

При мультиспектральной съемке захватываются данные изображения в определенных диапазонах длин волн в различных зонах спектра электромагнитного излучения. Различные комбинации этих данных позволяют выявить процессы и явления, которые сложно или невозможно определить на снимке в видимом спектре.

Гиперспектральная съемка – это особый случай спектральной съемки, который помещает в каждый пиксель от 200 до 100 спектральных каналов. Гиперспектральная съемка позволяет идентифицировать объекты по их физико-химическому составу. Гиперспектральная камера разделяет отраженный от объекта свет на узкие спектральные полосы, записывает и обрабатывает их по отдельности, фиксируя спектральную характеристику каждого пикселя получаемого изображения.

Рассмотрим преимущества использования спутниковой системы:

– данные, получаемые спутниковой системой, точно являются достоверными, так как предоставляются с откалиброванных сенсоров;

– современные спутниковые системы позволяют вести съемку одновременно на огромных площадях, что позволяет вести наблюдение за участками, расположенными на значительном расстоянии друг от друга.

Выделим недостатки использования спутниковой системы для мультиспектральной и гиперспектральной съемки:

– зависимость получения данных от облачности;

– разрешающая способность снимка со спутника ниже, чем при съемке с БПЛА;

– информация, полученная таким образом, подвержена климатическим и природным условиям, что требует сравнения с полевыми исследованиями.

БПЛА не обладает этими недостатками. Однако, при использовании БПЛА может потребоваться больше времени как для изучения достаточно масштабных участков земель, так и на настройку сенсоров.

Таким образом, использование БПЛА для проведения гиперспектральной и мультиспектральной съемки позволяет избавиться от некоторых недостатков спутникового мониторинга.

Список использованных источников

1. Спутниковый мониторинг [Электронный ресурс]. – АО «Марийский машиностроительный завод». – URL : https://agro.marimmz.ru/sputnikovyy-monitoring-v-selskom-hozyaystve-2018 (Дата обращения: 09.10.2022).

2. Гиперспектральные снимки: обзор сенсоров для БПЛА, систем обработки данных и приложений для сельского и лесного хозяйства [Электронный ресурс]. – Компания «Совзонд». – URL : https://sovzond.ru/press-center/articles/bpla/5601/ (Дата обращения: 09.10.2022).

3. Савин, И. Ю. Возможности использования беспилотных летательных аппаратов для оперативного мониторинга продуктивности почв / И. Ю. Савин, Ю. И. Вернюк, И. Фараслис. – Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 2015. – Вып. 80. – С. 95 – 105.

References

1. Satellite monitoring [Electronic resource]. – JSC “Mari Machine-building Plant”. – URL : https://agro.marimmz.ru/sputnikovyy-monitoring-v-selskom-hozyaystve-2018 (Accessed: 09.10.2022).

2. Hyperspectral images: an overview of sensors for UAVs, data processing systems and applications for agriculture and forestry [Electronic resource]. – Sovzond Company. – URL : https://sovzond.ru/press-center/articles/bpla/5601/ (Accessed: 09.10.2022).

3. Savin, I. Yu. Possibilities of using unmanned aerial vehicles for operational monitoring of soil productivity / I. Yu. Savin, Yu. I. Vernyuk, I. Faraslis. – Bulletin of the V. V. Dokuchaev Soil Institute. – 2015. – Is. 80. – Pp. 95 – 105.

УДК 681.5

П. К. Правин
(Кафедра «Информационные процессы и управление»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: Ipu_tstu@mail.ru)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ АПК

Аннотация. Рассмотрена централизованная система управления, применяемая на предприятиях АПК, включающая информационную систему управления потоками экономической информацией, производственными процессами, документооборотом, системой безопасности.

Ключевые слова: информационные потоки, календарное планирование, проект; управление, функционально-информационная модель, цифровые технологии.

P. K. Praveen
(Department of Information Processes and Control,
TSTU, Tambov, Russia)

DETERMINATION OF FUNCTIONAL AND INFORMATIONAL LINKS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ENTERPRISE

Abstract. The centralized control system used at the enterprises of the agro-industrial complex, including the information system for managing the flow of economic information, production processes, document management, and the security system, is considered.

Keywords: information flows, scheduling, project, control, functional information model, digital technologies.

На предприятиях агропромышленного комплекса, как правило, организована централизованная система управления, где все начальники отделов и подразделений непосредственно подчиняются директору или его заместителям. Система состоит из трех управленческих уровней, где первый уровень – директор, второй – заместители директора, третий – начальники отделов и подразделений.

В структуре предприятия выделяются следующие службы: техническая, производственная, экономическая, снабженческо-сбытовая (маркетинга), кадров и пр. Техническая служба состоит из следующих отделов: конструкторско-технологического, главного механика, главного энергетика, охраны труда и техники безопасности, стандартизации и технического контроля, эксплуатационно-ремонтного.

Целью функционирования агропромышленного предприятия является объединение экономических интересов, материальных, тру-

довых и финансовых ресурсов для удовлетворения потребностей в продукции, услугах предприятия и извлечения прибыли.

Непременным условием эффективного функционирования предприятия является его техническая оснащенность: наличие достаточного количества зданий, сооружений, т.е. помещений, необходимых для осуществления производственной и управленческой деятельности; оборудование, с помощью которого будут проводиться исследования и непосредственно оборудование для производства разработанных продуктов; необходимо использовать новые технологии проектирования производственной деятельности, управления информационными потоками на предприятии. Для реализации данных задач требуются определенные ресурсы.

Для внедрения новых технологий, производства более совершенной продукции необходимы инвестиции. Перед предприятием стоит задача управления всей этой деятельностью: управление экономической информацией, производственными процессами, документооборотом, системой безопасности. Назначение корпоративной системы – управление проектами на уровне корпорации.

С внешними организациями система связана посредством отдела маркетинга, из которого поступают заказы на определенные виды продукции, производимой предприятием. Отдел маркетинга поставляет в систему информацию о количестве заказов и их ассортименте, количестве каждого вида продукции, сроках выполнения и предъявляемых требований по качеству. Эта информация является наиболее критической, так как в конечном итоге формирует конечный портфель заказов. Все остальные связи строятся между подразделениями во внутренней среде и не имеют прямых выходов во внешнюю.

Со склада сырья и материалов поступает информация о наличии необходимого сырья на планируемый период, а уходят распоряжения о транспортировке этого сырья в цеха. Со склада готовой продукции поступает информация о наличии резерва готовой продукции. Взаимодействие со складом готовой продукции позволяет организовать своевременный ее отток из цехов на склад.

Состав производственных мощностей – количество станков, нормы их производительности, порядок обеспечения работ. При детализации календарного плана составляются подневные (посменные) загрузки единиц оборудования.

Техническая служба разрабатывает технологию производства продукции, количество отдельных этапов, т.е. производственную программу и технические процессы, которые в дальнейшем в системе станут этапами производственного цикла.

Еще один вид взаимосвязи между подразделениями обуславливается движением продукции в течение всего производственного цикла

от одного цеха к другому. Такие взаимосвязи регламентируются отчетами о фактических остатках деталей в заделах.

Необходимо сформировать календарные планы потребностей продаж и производства для обеспечения заказов. Таким образом, планируется изменение остатков на складе готовой продукции на планируемый период. Составляется готовый к исполнению календарный план производства и обеспечения продаж. Со складов в систему поступают данные о номенклатуре оставшихся товаров, а обратно отправляются планируемые остатки в новом периоде. План производства координируется незаконченными в прошлом плановом периоде работами и проектами, которые возникают из-за попадания одного и того же производственного процесса в разные временные этапы.

Отдел маркетинга поставляет в систему следующие данные о новом заказе на производство продукции: номер заказа, ассортимент, количество продукции каждого вида, сроки поставки, требования по качеству.

В технической службе разрабатывается технология производства и поступают следующие данные: количество операций при производстве продукта и их последовательность, продолжительность каждой операции, оборудование, необходимое для проведения и выполнения операции, и время его подготовки; информация о составе производственных мощностей: расположение оборудования по цехам, количество групп однородного оборудования, количество оборудования в каждой группе, отчет о выполнении плана за прошлый период.

Со склада сырья поступает информация о наличии отдельных видов сырья и материалов, а также их количестве. Со склада готовой продукции – ассортимент резервов готовой продукции, количество резервов готовой продукции.

Одновременно в самой системе хранится информация о незавершенном в прошлом плановом периоде производстве, которая будет входной для создания нового календарного плана на текущий период.

Список использованных источников

1. Управление ресурсным планированием проектов на примере составления производственного расписания / В. Г. Матвейкин, В. А. Немтинов, Б. С. Дмитриевский и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2020. – Т. 26, № 1. – С. 33 – 42.

References

1. Management of resource planning of projects on the example of drawing up a production schedule / V. G. Matveykin, V. A. Nemtinov, B. S. Dmitrievsky et al. // Bulletin of the Tambov State Technical University. – 2020. – Vol. 26, No. 1. – Pp. 33 – 42.

УДК 681.2

Д. Е. Скрипкина[1], А. А. Третьяков[1], Ан. А. Третьяков[2]
([1]ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов, Россия;
[2]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
технологический университет "МИСиС"»,
Москва, Россия,
e-mail: tsasha74@mail.ru)

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ СУШКИ ТЕНТОВОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ КАРКАСНО-ТЕНТОВЫХ ОВОЩЕХРАНИЛИЩ

Аннотация. Формализованы технологические условия и ограничения для задачи оптимизации. Сформулирована задача оптимизации процесса сушки тентового материала в агрегате хлорвинилового покрытия.

Ключевые слова: каркасно-тентовые овощехранилища, тентовый материал, задача оптимизации.

D. E. Skripkina[1], A. A. Tret'yakov[1], An. A. Tret'yakov[2]
([1]Tambov State Technical University, Tambov, Russia;
[2]National University of Science and Technology MISIS,
Moscow, Russia),

THE TASK OF OPTIMIZING THE DRYING OF AWNING MATERIAL FOR FRAME-AWNING VEGETABLE STORAGES

Abstract. Technological conditions and constraints for the optimization problem are formalized. The problem of optimizing the drying process of awning material in a PVC coating unit is formulated.

Keywords: frame-awning vegetable storages, awning material, optimization problem.

Обеспечение отечественной овощной продукцией населения нашей страны является одним из основных аспектов продовольственной безопасности Российской Федерации. Для качественного хранения овощей используются овощехранилища, где необходимо обеспечить необходимые микроклимат и вентиляцию.

В настоящее время все чаще в качестве овощехранилищ используются каркасно-тентовые овощехранилища. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными:

– скорость и стоимость возведения;

– устойчивость к микроорганизмам, грибковым заболеваниям, насекомым-вредителям.

– оптимальный микроклимат (отсутствие влияния внешних неблагоприятных факторов).

– простота изменения площади овощехранилища.

Каркасно-тентовое овощехранилище представляет собой легкую металлоконструкцию, поверх которой крепится тентовая ПВХ-ткань, защищающая урожай от внешних факторов [1].

Тентовый материал с поливинилхлоридным (ПВХ) покрытием для овощехранилищ (тентовый материал) представляет собой материал, состоящий из поливинилхлоридного покрытия, нанесенного на полиэфирную ткань. Получается путем нанесения на тканевую основу одностороннего или двухстороннего поливинилхлоридного покрытия с последующей сушкой, тиснением или без тиснения и охлаждением продукции на агрегате хлорвиниловых покрытий (АХП) [2].

В современных экономических условиях на предприятиях, производящих тентовый материал, остро стоит задача снижения себестоимости продукции при обеспечении заданных качественных показателей и объема выпуска. Решение данной задачи невозможно без использования методов математического моделирования и оптимального управления. Вследствие того, что процесс сушки тентового материала на АХП является непрерывным, задача оптимального управления данным процессом сводится к задаче оптимизации.

Для постановки задачи оптимизации необходимо формализовать технологические условия и ограничения на проведение процесса сушки.

Основным условием успешного ведения процесса сушки является условие достижения заданного влагосодержания материала:

$$D(L) \le \overline{D(L)}, \qquad (1)$$

где $D(L)$, $\overline{D(L)}$ – текущее и максимально допустимое влагосодержание тентового материала на выходе из зоны сушки АХП, %.

Таким образомь, для качественного ведения процесса необходимо, чтобы влагосодержание материала на выходе из зоны сушки АХП не превышало 5%. Необходимость достижения заданного влагосодержания материала объясняется требованиями дальнейшей обработки на последующих стадиях технологического процесса.

Превышение температуры тентового материала максимального допустимого значения сказывается на качестве получаемого продукта,

так как высокие температуры приводят к потере декоративных свойств тентового материала. Это выглядит следующим образом:

$$t_{\text{п}}(l) \le \overline{t_{\text{п}}(l)}\,, \qquad (2)$$

где $t_{\text{п}}(l)$, $\overline{t_{\text{п}}(l)}$ – текущая и максимально допустимая температура тентового материала по длине l зоны сушки АХП, °С.

Одним из управляющих воздействий в процессе сушки материала в АХП является мощность тока W, подаваемая на ТЭНы калорифера, которая меняется от 0 до своего максимального значения $\overline{W}$, т.е.:

$$0 \le W \le \overline{W}\,. \qquad (3)$$

Другим управляющим воздействием является скорость движения материала, которая может меняться от своего нижнего значения до верхнего:

$$\underline{\omega_{\text{м}}} \le \omega_{\text{м}} \le \overline{\omega_{\text{м}}}\,, \qquad (4)$$

где $\omega_{\text{м}}$, $\underline{\omega_{\text{м}}}$, $\overline{\omega_{\text{м}}}$ – текущая, нижняя и верхняя допустимые скорости движения материала, м/с.

Верхнее максимальное значение скорости подачи тентового материала в сушилку $\overline{\omega_{\text{м}}}$ определяется возможностью транспортера. Нижнее минимальное значение скорости подачи тентового материала в сушилку $\underline{\omega_{\text{м}}}$ определяется технологическим регламентом (производительностью) производства.

Следующим управляющим воздействием является расход воздуха в сушилку $G_{\text{в}}$, который может меняться от 0 до верхнего значения $\overline{G_{\text{в}}}$:

$$0 \le G_{\text{в}} \le \overline{G_{\text{в}}}\,. \qquad (5)$$

Верхнее максимальное значение расхода воздуха в сушилку $\overline{G_{\text{в}}}$ определяется возможностью используемого оборудования.

При постановке практических задач оптимизации необходимо выбрать и обосновать критерий оптимизации.

Применительно к процессу сушки тентового материала в АХП наиболее актуальным в настоящее время является критерий, связанный с достижением минимальной себестоимости производства продукта.

Себестоимость выпускаемого продукта является одним из важнейших показателей экономической эффективности процесса. Эта величина характеризует затраты, которые необходимы для выпуска единицы продукции. Минимум этих затрат характеризует наиболее эффективные режимы работы [3].

Себестоимость продукции складывается из затрат на сырье, энергозатрат, зарплаты производственных рабочих, расходов на содержание и эксплуатацию оборудования и др. При этом изменяемыми остаются затраты на сырье, энергию, остальные статьи расходов остаются практически неизменными.

Вследствие того, что процесс сушки тентового материала является непрерывным, то в качестве критерия оптимизации целесообразно использовать функцию, определяющую количество энергии, затрачиваемой на сушку 1 м длины тентового материала.

Критерий оптимизации в этом случае будет выглядеть следующим образом:

$$\Phi = \frac{W}{\omega_{\text{м}}}. \qquad (6)$$

Критерий в данном случае будет иметь размерность Дж/м.

Задача оптимизации процесса сушки тентового материала формулируется следующим образом.

Необходимо определить вектор управляющих воздействий $\mathbf{u}^*$, при котором целевая функция $\Phi(\mathbf{u})$, характеризующая процесс, достигает минимального значения ($\Phi(\mathbf{u}^*) = \min$) и при этом выполняются технологические условия и ограничения (1) – (5).

Сформулируем эту задачу математически. Обозначим математическую модель сушки тентового материала в общем виде:

$$\mathbf{y} = \mathrm{M}(\mathbf{x},\mathbf{u}(\cdot)),$$

где $\mathbf{x}$ – вектор условий функционирования технологического процесса; $\mathbf{u}(\cdot)$ – вектор-функция управлений, принадлежащая области $\mathbf{U}$ допустимых управлений; $\mathbf{y}$ – вектор-функция выходных величин, необходимых для расчета качественных показателей процесса, $\mathrm{M}(\cdot)$ – оператор математической модели.

Составляющими вектор-функции $\mathbf{u}(\cdot)$ являются: мощность тока W, подаваемая на ТЭНы калорифера; $\omega_{\text{м}}$ – скорость движения материала; $G_{\text{в}}$ – расход воздуха в сушилку:

$$\mathbf{u} = \{u_i\} = \{W, \omega_{\text{м}}, G_{\text{в}}\}.$$

Составляющими вектора **y** являются: температура воздуха по длине аппарата $t_{\text{в}}(l)$; температура материала по длине аппарата $t_{\text{п}}(l)$; влагосодержание по длине аппарата $D(l)$.

$$\mathbf{y} = \{y_i\} = \{t_{\text{в}}(l), t_{\text{п}}(l), D(l)\}.$$

Составляющими вектора **x** являются: влагосодержание материала на входе в сушилку $D^{\text{вх}}$; температура воздуха на входе в калорифер $t_{\text{в}}^{\text{вх}}$; температура окружающей среды $t_{\text{о.с.}}$; температура материала на входе в сушилку $t_{\text{п}}^{\text{вх}}$, т.е.

$$\mathbf{x} = \{x_i\} = \{D^{\text{вх}}, t_{\text{в}}^{\text{вх}}, t_{\text{п}}^{\text{вх}}\}.$$

Условия (3) – (5) определяют область допустимых управлений $\mathbf{U}$.

Формулировка задачи: необходимо определить вектор-функцию управлений $\mathbf{u}^*$, при которых целевая функция $\Phi(\mathbf{u})$ достигает минимального значения

$$\Phi(\mathbf{u}^*) = \min_{u \in \mathrm{U}} \Phi(\mathbf{u}), \tag{7}$$

и при этом выполняются связи, накладываемые математической моделью процесса

$$\mathbf{y} = \mathrm{M}(\mathbf{x}, \mathbf{u}(\cdot))$$

и ограничения

$$D(L) \le \overline{D(L)}, \; t_{\text{п}}(l) \le \overline{t_{\text{п}}(l)}, \; 0 \le W \le \overline{W}, \; \underline{\omega_{\text{м}}} \le \omega_{\text{м}} \le \overline{\omega_{\text{м}}}, \; 0 \le G_{\text{в}} \le \overline{G_{\text{в}}}.$$

Сформулированная выше задача относится к классу задач условной оптимизации. Однако, используя аппарат штрафных функций, она может быть сформулирована как задача безусловной оптимизации [23, 24]. Для решения задачи оптимизации можно воспользоваться одним из методов безусловной оптимизации, например, методом наискорейшего спуска (с оптимальным выбором шага), методом Хука–Дживса и др.

Для реализации найденных оптимальных режимов планируется использовать систему управления, построенную на базе современных программных и технических средств автоматизации. В качестве устройства управления необходимо использовать промышленный программируемый логический контроллер. Верхний уровень управления может быть построен с использованием SCADA-системы.

Список использованных источников

4. Строительство быстровозводимых тентовых овощехранилищ. – URL : https://tehno-lok.ru/stati/tentovye-ovoschehranilischa/ (Дата обращения: 10.10.2022).

5. Химия и технология полимерных пленочных материалов и искусственных кож / Г. П. Андрианова, К. А. Полякова, А. С. Фильчиков, Ю. С. Матвеев. – 2-е изд. – М. : Легпромбытиздат, 1990. – Т. 1. – 304 с. ; Т. 2. – 384 с.

6. Экономический анализ хозяйственной деятельности : учебник / под ред. Э. А. Маркарьян. – 2-е изд., исправл. и дополн. – Ростов н/Д. : Феникс, 2012. – 560 с.

7. Островский, Г. М. Оптимизация в химической технологии / Г. М. Островский, Ю. М. Волин, Н. Н. Зиятдинов. – Казань : Фен, 2005. – 394 с.

References

1. Stroitel`stvo by`strovozvodimy`x tentovy`x ovoshhexranilishh. – URL : https://tehno-lok.ru/stati/tentovye-ovoschehranilischa/ (Data obrashheniya: 10.10.2022).

2. Ximiya i texnologiya polimerny`x plenochny`x materialov i iskusstven-ny`x kozh. / G. P. Andrianova, K. A. Polyakova, A. S. Fil`chikov, Yu. S. Matveev. – 2-e izd. – M. : Legpromby`tizdat, 1990. – T. 1. – 304 s. ; T. 2. – 384 s.

3. E`konomicheskij analiz xozyajstvennoj deyatel`nosti: uchebnik / Pod red. E`. A. Markar`yan. – 2-e izd., ispravl. i dopoln. – Rostov n/D. : Feniks, 2012. – 560 s.

4. Ostrovskij, G. M. Optimizaciya v ximicheskoj texnologii / G. M. Ostrovskij, Yu. M. Volin, N. N. Ziyatdinov. – Kazan` : Fen, 2005. – 394 s.

УДК 664.769

Д. И. Фролов[1, 2], **А. А. Курочкин**[1], **Е. Г. Соболев**[1]
([1]Кафедра «Пищевые производства»,
ФГБОУ ВО «ПГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: surr@bk.ru;
[2]ПКИТ «МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ)»,
г. Пенза, Россия,
e-mail: surr@bk.ru)

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЛАЖНОСТИ ПЛОДОВ ПРИ СУШКЕ СЫРЬЯ

Аннотация. Рассмотрен опыт применения разработанного мобильного приложения для расчета влажности плодов при сушке, в зависимости от времени сушки. На основе математических зависимостей, полученных на основе экспериментальных данных, разработана математическая модель кинетики сушки плодов. Для оперативного расчета оставшейся влажности сырья при сушке с течением времени было разработано мобильное приложение.

Ключевые слова: мобильное приложение, Android, кинетика, сушка, плодовое сырье, малина, яблоко, вишня, математическая модель.

D. I. Frolov[1, 2], **A. A. Kurochkin**[1], **E. G. Sobolev**[1]
([1]Department of Food Production,
Penza State Technological University, Penza, Russia,
e-mail: surr@bk.ru;
[2]“MSUTU named after K.G. Razumovsky (PKU)”,
Penza, Russia)

MOBILE APPLICATION FOR CALCULATION OF FRUIT HUMIDITY DURING RAW DRYING

Abstract. The article considers the experience of using the developed mobile application for calculating the moisture content of fruits during drying, depending on the drying time. On the basis of mathematical dependences obtained on the basis of experimental data, a mathematical model of the kinetics of fruit drying has been developed. For the operational calculation of the remaining moisture content of raw materials during drying over time, a mobile application was developed.

Keywords: mobile application, Android, kinetics, drying, fruit raw materials, raspberry, apple, cherry, mathematical model.

Знание кинетики сушки важно для проектирования, моделирования и оптимизации процессов сушки. Кривые сушки обычно выражаются эмпирическими моделями, определяющими константы скорости сушки на основе уравнений регрессии первого порядка, построенной по экспериментальным данным, и зависят от формы продукта [1].

Эмпирические модели широко используются для различных пищевых материалов из-за их более простого подхода. Однако проблемы с точностью ограничивают применение эмпирических моделей. Некоторые ограничения эмпирических моделей могут быть уменьшены путем использования полуэмпирических моделей, основанных на тепло- и массообмене в процессе сушки [2].

Цель работы – разработка мобильного приложения для расчета оставшейся влажности сырья при сушке плодов. Предметом исследования является мобильное приложение для расчета оставшейся влажности сырья при сушке плодов на основе математической модели.

Кривые процесса сушки получены на основе экспериментальных данных. Получение требуемой влажности сырья при сушке возможно на основе математических зависимостей, которые были получены на основе экспериментальных данных [3, 4]. С помощью программы Statsoft Statistica были получены математические модели сушки сырья (яблоко, малина, вишня) в зависимости о времени.

На основе полученных кривых сушки разработаны математические модели сушки плодового сырья:

Яблочное сырье:

$$y = 2E - 05x^3 + 0{,}013x^2 - 3{,}3362x + 187{,}07.$$

Вишневое сырье:

$$y = 1E - 06x^4 - 0{,}0004x^3 + 0{,}0494x^2 - 3{,}292x + 169{,}73.$$

Малиновое сырье:

$$y = 6E - 08x^4 - 2E - 05x^3 + 0{,}0039x^2 - 0{,}3353x + 20{,}964.$$

Для быстрого расчета времени оставшейся влажности при известном времени сушки было разработано мобильное приложение. Разработанное мобильное приложение «Расчет влажности сырья при сушке плодов» позволяет рассчитать оставшуюся влажность на основе начальных данных (времени от начала сушки) (рис. 1).

В качестве средства разработки была взята Android Studio Dolphin | 2021.3.1 – интегрированная среда разработки (IDE) для работы с платформой Android. Приложение было написано на языке Java для уровней API Android 5.0 – 11.0. Отладка производилась на эмуляторе со следующими параметрами: Name: Pixel_3a_API_33_x86.

Разработанное мобильное приложение для расчета оставшейся влажности сырья при сушке плодов на основе математической модели позволяет оперативно получить результат на основе введенных начальных данных с достаточно высокой степенью достоверности полученных значений.

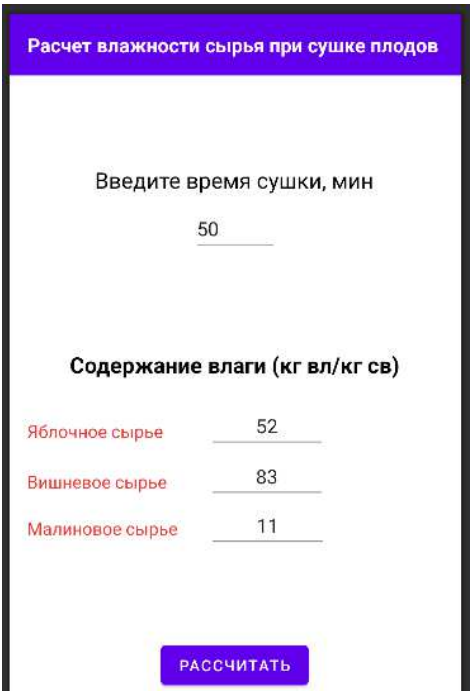


Рис. 1. Интерфейс мобильного приложения «Расчет влажности сырья при сушке плодов»

Список использованных источников

1. Короткова, Т. Г. Исследование кинетики сушки пивной дробины / Т. Г. Короткова, А. С. Данильченко, Н. Ю. Истошина // Изв. высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – № 4(376). – С. 80 – 83.

2. Ольшанский, А. И. Кинетика теплообмена и экспериментальные методы расчета температуры материала в процессе сушки / А. И. Ольшанский // Инженерно-физический журнал. – 2013. – Т. 86, № 3. – С. 584 – 594.

3. Фролов, Д. И. Изучение кинетики сушки плодовых выжимок / Д. И. Фролов, Ю. А. Павлова // Инновационная техника и технология. – 2022. – Т. 9, № 2. – С. 42 – 45.

4. Фролов, Д. И. Изучение кинетики конвективной сушки репчатого лука / Д. И. Фролов, К. П. Фудин // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3(04). – С. 28 – 32.

References

1. Korotkova, T. G. Study of the kinetics of drying brewer’s grains / T. G. Korotkova, A. S. Danilchenko, N. Yu. Istoshina // Izvestia of higher educational institutions. Food technology. – 2020. – No. 4(376). – Pp. 80 – 83.

2. Olshansky A. I. Kinetics of heat transfer and experimental methods for calculating the temperature of a material during drying / A. I. Olshansky // Inzhenerno-fizicheskij zhurnal. – 2013. – V. 86, No. 3. – Pp. 584 – 594.

3. Frolov, D. I. Study of the kinetics of drying fruit pomace / D. I. Frolov, Yu. A. Pavlova // Innovative Machinery And Technology. – 2022. – V. 9, No. 2. – Pp. 42 – 45.

4. Frolov, D. I. Studying the kinetics of convective drying of onions / D. I. Frolov, K. P. Fudin // Innovative Machinery And Technology. – 2015. – No. 3(04). – Pp. 28 – 32.

УДК 004

А. М. Карнишев, В. А. Немтинов
(Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

АНАЛИЗ ПОДХОДА К СОЗДАНИЮ УМНОГО ДОМА КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ЕГО БЫТУ С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация. Рассмотрены виды солнечных панелей, их актуальность и анализ оптимального выбора панели. Для применения метода на практике было сделано комплексное оценивание конструктивных решений.

Ключевые слова: Умный дом, сельское хозяйство, солнечные панели, Smart grid.

A. M. Karnishev, V. A. Nemtinov
(Department of Computer-integration systems in mechanical engineering,
TSTU, Tambov, Russia)

ANALYSIS OF THE APPROACH TO CREATING A SMART HOME PEASANT FARMING AND HIS LIFE WITH THE HELP OF SOLAR ENERGY

Abstract. The article considered the types of solar panels, their relevance and the analysis of the optimal choice of the panel. To apply the method in practice, a comprehensive assessment of constructive solutions was made.

Keywords: Smart home, agriculture, solar panels, Smart grid.

Стремительное удорожание ресурсов при жестком регулировании рынка сегодня просто съедают рентабельность аграриев. Значительно сэкономить на электроэнергии помогают частные солнечные электростанции, и их уже начинают массово устанавливать предприятия в различных отраслях. Однако, именно в области сельского хозяйства альтернативная генерация может дать самый ощутимый экономический эффект.

В настоящее время наиболее проработанным вариантом применения технологий IoT являются Умные сети (Smart Grids) в энергетике. Работа такой сети основана на том, что поставщик и потребитель получают объективную картину по использованию энергоресурсов за счет мониторинга на всех участках сети и, как следствие, получают

возможность оперативного управления. В случае аварий такие сети способны автоматически идентифицировать проблемные участки и в течение короткого времени направлять электроэнергию по резервным схемам, восстанавливая электроснабжение.

Управление энергосетью производится с помощью следующих систем (рис. 1): Умной маршрутизации энергопотоков (Smart Routing) – системы контроля нагрузки и качества, самовосстановления сетей в результате аварийных событий, хранения энергии и др.; Умных измерений (Smart Metering) – современные интеллектуальные приборы учета (Smart Meter), системы интеллектуального здания (Smart Home), Умные бытовые приборы.

Сегодня в фермерских хозяйствах практикуется три основных варианта размещения гелио-модулей:

– в качестве навеса;
– на кровельных покрытиях;
– на сельскохозяйственных участках.

Исходя из типа применяемых для изготовления кремниевых полупроводников, гелиопанели-модули делят на два типа:

1) поликристаллические;
2) монокристаллические.

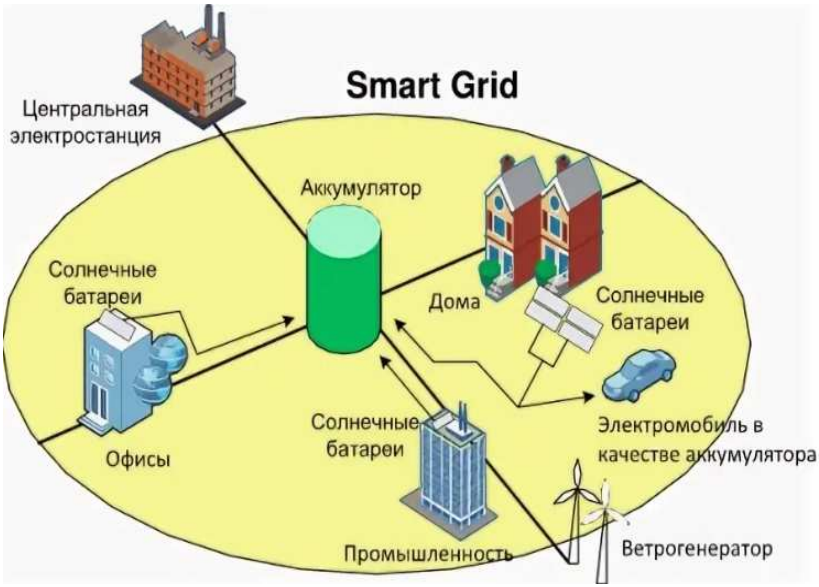


Рис. 1. Схема Умной сети Smart Grid

Поликристаллические имеют форму плоского квадрата с разнохарактерной поверхностью, обусловленной присутствием разнородных кристаллов. Для их изготовления применяют кремниевый расплав. Сначала сырье заливают в специальные формы, затем полученные путем плавления блоки режут на квадратные пластины. В процессе производства расплавленную кремниевую массу подвергают постепенному охлаждению.

Монокристаллические панели являются более эффективными и производят больше энергии при тех же размерах, но поликристаллические панели дешевле. Модуль состоит из 36 или 72 поликристаллических пластин. Из набора таких узлов состоит панель. Технология отличается относительной простотой, не предусматривает использования дорогого оборудования и не требует больших финансовых вложений. Минус у этих модулей один – КПД, не превышающий 18%.

Мощность солнечной батареи вычисляют с использованием следующей формулы:

$$P_{см} = (1000 \cdot E_{сут}) / (K\, C_{ин}),$$

где $P_{см}$ – мощность батареи в Вт, которая равна сумме мощностей солнечных панелей; 1000 – светочувствительность фотоэлементов в кВт/м²; $E_{сут}$ – суточное потребление электричества в кВт·ч (для выбранного региона – 18). Коэффициент K учитывает все потери посезонно: для лета – 0,7, для зимы – 0,5; $C_{ин}$ – лавина солнечной радиации в кВт·ч/м² (табличное значение) при наиболее выгодном наклоне панелей. Узнать этот параметр можно в метеослужбе региона.

Летом следует вычесть 15 градусов, а зимой – 15 градусов прибавить. Сами панели обязательно нужно ориентировать на юг. Регион из примера находится на широте 55 градусов.

Так как интересующее нас время выпадает на март – сентябрь, берем летний угол наклона – 40 градусов относительно земли. При этом среднесуточная инсоляция для этой местности составляет 4,73.

Все эти данные подставляем в формулу и выполняем действие:

$$P_{см} = 1000 \cdot 12 : (0{,}7 \cdot 4{,}73\,) \approx 3600_{Вт}.$$

Если модули, составляющие батарею, будут иметь мощность 100 Вт, то необходимо приобретать 36 шт. Для их размещения понадобится площадка 5×5 м, а весить сооружение будет около 0,3 т.

Список использованных источников

1. Росляков, А. В. Интернет вещей / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин, А. Ю. Гребешков : учебное пособие. – Самара : Изд-во ПГУТИ, 2015. – С. 112 – 115.
2. Солнечные батареи для дачи и дома: принцип работы и подбор комплектующих. – URL : https://dzen.ru/media/ecoenergetics/solnechnye-batarei-dlia-dachi-i-doma-princip-raboty-i-podbor-komplektuiuscih-5c84d728c92daf00b409f246 (Дата обращения: 06.10.2022).

References

1. Roslyakov, A. V. Internet of Things / A. V. Roslyakov, S. V. Vanyashin, A. Yu. Grebeshkov : textbook. – Samara : Publishing house of PGUTI, 2015. – Pp. 112 – 115.
2. Solar panels for cottages and houses: the principle of operation and selection of components. – URL : https://dzen.ru/media/ecoenergetics/solnechnye-batarei-dlia-dachi-i-doma-princip-raboty-i-podbor-komplektuiuscih-5c84d728c92daf00b409f246 (Accessed: 06.10.2022).

УДК 004

П. А. Титова, В. Н. Шамкин
(Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: polina.titova.2014@mail.ru, shamkin-v@mail.ru)

МИРОВАЯ ПРОБЛЕМАТИКА И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация. Рассмотрены глобальные аспекты энергетики и энергопотребления в условиях современного мира, связанные с противостоянием России и Запада.

Ключевые слова: специальная военная операция, энергосбережение, повышение энергетической эффективности

P. A. Titova, V. N. Shamkin
(Department of Design of Radio-electronic and microprocessor systems,
TSTU, Tambov, Russia)

WORLD PROBLEMS AND POSSIBLE WAYS OF ENERGY DEVELOPMENT

Abstract. The global aspects of energy and energy consumption in the conditions of the modern world associated with the confrontation between Russia and the West are considered.

Keywords: special military operation, energy saving, energy efficiency improvement.

Масштабность и необратимость событий, происходящих в последнее время в мировой экономике и политике, приводящих к бурному росту цен на природный газ и нефть, превращают, и, в первую очередь, для западного человека, задачу минимизации энергопотребления в различных сферах жизни и деятельности человека из актуальной в первоочередную, причем на длительную перспективу.

В 2022 году Мировой энергетический совет опубликовал свой ежегодный обзор [1]. Анджела Уилкинсон, Генеральный секретарь Мирового энергетического совета, прокомментировала: «В мире, состоящем из независимых и разнообразных сообществ, все активнее взаимодействующих с помощью цифровых технологий и имеющих политические разногласия, вопросы энергетики сейчас выходят на передний план».

В России до 2014 г. действовала государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», целью которой было 40 %-ное снижение энергоемкости ВВП к 2020 году. Однако, в 2014 г. она была заменена на менее амбициозную программу «Энергоэффективность и развитие энергетики» с целевым индикатором по снижению энергоемкости к 2020 году – 13,5%, но и он не был достигнут.

Определенные надежды были связаны с присоединением России к Парижскому соглашению с целью полноценной реализации потенциала энергосбережения, что позволяет высвобождать значительные дополнительные объемы ископаемого топлива для экспорта, «озеленять» баланс потребляемой энергии, уменьшать выбросы в атмосферу, повышать качество жизни населения и т.д.

Наша страна, обладая хорошим потенциалом по достижению заявленных в Парижском соглашении целей, и усилий по их реализации в контексте устойчивого развития, вступило в это соглашение, надеясь оказывать положительное влияние на ускорение структурных сдвигов в национальной экономике в сторону повышения энергоэффективности. При этом очевидно, что технологический фактор здесь является ключевым в снижении энергоемкости ВВП страны в наиболее энергоемких секторах экономики: энергетике, обрабатывающей промышленности, транспорте и жилищно-коммунальном хозяйстве.

Повышения энергоэффективности можно достичь за счет внедрения передовых технологий, например, парогазовых установок, установок комбинированной выработки электричества и тепла, электрификации и газификации транспорта, современных энергоэффективных конструкций зданий и теплоизоляционных материалов, энергоэффективного освещения, современных приборов учета потребления энергетических ресурсов, а также интеллектуальных систем. А использование ГИС ТЭК позволяет иметь более четкую и ясную картину существующих уровней энергоэффективности в различных секторах ТЭК, потребления ими энергоресурсов для собственных нужд, топливных затрат при производстве энергии.

События последних месяцев, вызванные ведением Россией специальной военной операции на Украине, и связанное с этим противостояние с Западом кардинально изменили политическую и экономическую ситуацию в мире.

Тотальные санкции, направленные против нашей страны, вынуждают руководство применять принципиально новые подходы к решению возникающих проблем в самых разных сферах жизни.

В ближайшие годы потребуется очень много продукции военного, оборонного назначения и расходы на нее придется покрывать из государственного бюджета. Рост тарифов на электрическую и тепловую энергию, на транспорт, на нефтепродукты – это рост на государственный бюджет. Новый бюджет на предстоящие годы должен полностью соответствовать требованиям страны, в которой объявлена частичная мобилизация. При этом мобилизация – это не только в смысле военном, но и про экономику, и про работу правительства, и про законодателей.

«Указ о частичной мобилизации» предусматривает дополнительные меры по выполнению государственного оборонного заказа. На руководителях предприятий ОПК лежит прямая ответственность за решение задач по наращиванию выпуска вооружений и военной техники, по развертыванию дополнительных мощностей. В свою очередь, все вопросы материального, ресурсного и финансового обеспечения оборонных предприятий должны быть решены правительством незамедлительно» [2].

Согласно макроэкономическому прогнозу, предполагается эффективная реализация мер по структурной перестройке экономики и ее адаптации к новым условиям, включая переориентацию экспорта, замыкание производственных цепочек внутри страны, обеспечение технологического суверенитета, а также проведение сбалансированной политики с достаточным для поддержания внутреннего спроса уровнем государственных расходов. При этом будет обеспечено финансирование всех основных социальных программ.

Список использованных источников

1. Обзор «Мониторинг проблем мировой энергетики» (World Energy Issues Monitor). – 2022.

2. Речь Президента Российской Федерации В. В. Путина от 21 сентября 2022 года.

References

1. Review «Monitoring of world Energy Issues» (World Energy Issues Monitor). – 2022.

2. Speech of the President of the Russian Federation V. V. Putin on September 21, 2022.

УДК 65.01

А. Д. Ященко
(ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»
Россия, г. Брянск,
e-mail: tema_96bryansk@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Аннотация. Описан процесс принятия управленческих решений применительно к системе управления информационными потоками на основе принципов и понятий теории управления.

Ключевые слова: принятие решений, управление, загрязнение атмосферного воздуха, система управления.

A. D. Yaschenko
(Bryansk State Technical University,
Russia, Bryansk)

FEATURES OF MANAGEMENT DECISION SUPPORT IN THE INFORMATION FLOW MANAGEMENT SYSTEM OF AN ENVIRONMENTAL LABORATORY

Abstract. The article describes the process of making management decisions in relation to the information flow management system based on the principles and concepts of management theory.

Keywords: decision making, management, air pollution, control system.

Для увеличения эффективности поддержки принятия решения в области проведения мер, оценивая загрязнения воздушной среды региона необходимо разработать и описать систему управления информационными потоками экологической организации, которая проводит исследования загрязнения воздушной среды региона.

Воздействующее влияние $G(t)$ производится из изменения текущих характеристик системы управления контроля загрязнения атмосферного воздуха региона в соответствии со стратегией организации в области экологического контроля региона.

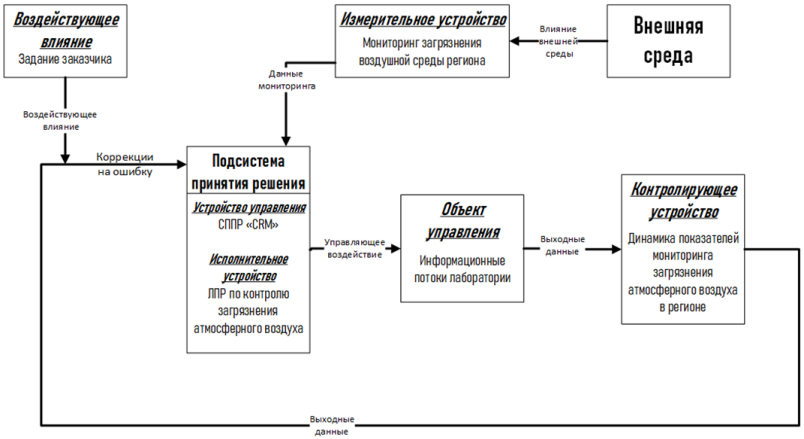


Рис. 1. Система управления информационными потоками экологической лаборатории

Поступая на подсистему принятия решений воздействующее влияние $G(t)$ трансформируется в управляющее воздействие $U(t)$ на объект управления с учетом коррекции на ошибку $\varepsilon(t)$ [1].

Под объектом управления в предлагаемой системе управления понимаются информационные потоки организации (лаборатории), на которую оказывает управленческое влияние подсистема принятия решений. Состав подсистемы принятия решений определяется устройством управления (СППР «CRM»), а также исполнительным устройством (ЛПР по контролю загрязнения атмосферного воздуха).

Выходная координата $Y(t)$ объекта управления (Информационные потоки лаборатории) поступает на контролирующее устройство, которое позволяет выявить динамику показателей мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в регионе. Значения выходной координаты $Y_1(t)$ позволяет определить ошибку $\varepsilon(t)$ – ложное срабатывание. Учет ошибки позволит скоординировать действия объекта управления – информационные потоки лаборатории [2].

Внешняя среда представлена угрозой загрязнения воздушной среды региона, поступающей на подсистему принятия решений в виде данных о загрязнении воздушной среды региона. Информационные запросы $f(t)$ от внешней среды, поступающие на подсистему принятия решений, проходят через измерительное устройство (Мониторинг загрязнения воздушной среды региона), после чего идет переход на подсистему принятия решений и определяется, является ли показатель критическим и стоит или нет реагировать на него.

Таким образом, модель системы управления контроля загрязнения атмосферного воздуха региона может быть представлена с позиций теоретико-множественного подхода следующим образом:

$$СУ = \{L, U, Y, G\},$$

где L – множество компонентов системы управления контроля загрязнения атмосферного воздуха региона,

$$L = \{ОУ, УУ, ИсУ, ВС, \{КУs|s = 1, 2\}, ИУ\},$$

здесь ОУ – объект управления (информационные потоки лаборатории); УУ – управляющее устройства (СППР «CRM»); ИсУ – исполнительное устройство (ЛПР по контролю загрязнения атмосферного воздуха); ВС – внешняя среда; КУ– контролирующее устройство (динамика показателей мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в регионе); ИУ – измерительное устройство (мониторинг загрязнения воздушной среды региона).

$U(t)$ – управляющее воздействие;

$Y(t)$ – выходные координаты;

$G(t)$ – воздействующее влияние.

Определим задачу оптимального управления в системе управления контроля загрязнения атмосферного воздуха региона следующим образом.

Под влиянием задающего воздействия G на контроль загрязнения атмосферного воздуха региона необходимо подобрать такой вектор управляющего воздействия $U^*(t)$, который позволит перевести объект управления из состояния $S(t_0)$ начального момента времени t_0 в состояние $S^*(t_k)$ конечного момента времени t_k при выполнении набора продукционных правил R, представляющих собой логические правила выбора корректирующих мероприятий (управленческих решений) $Q\beta b$; всех $t \in [t_0, t_k]$; минимизации временного фактора принятия управленческих решений по каждому γ-му целевому ориентиру β-го показателя стратегии организации в области реагирования на загрязнение атмосферного воздуха региона; коррекции на ошибку $\lambda(t_z - 1)$ по каждому γ-му целевому ориентиру β-го показателя стратегии организации в области реагирования на загрязнение атмосферного воздуха региона, предшествующий текущему. Таким образом получаем, что вектор управляющего воздействия

$U^*(t)$ определяется функцией F_1 реакции объекта управления:

$$U^*(t) = F_1(S(t_0), S^*(t_k), G, R, \lambda(t_z - 1)).$$

Список использованных источников

1. Аверченкова, Е. Э. Автоматизированное принятие управленческих решений на основе моделей и алгоритмов информационной советующей системы / Е. Э. Аверченкова, А. В. Аверченков // Информационные системы и технологии. – 2016. – № 3(95) май-июнь. – С. 31 – 39.

2. Епифанова, В. И. Актуальность информационных систем и перспективы их развития / В. И. Епифанова // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. № 20(4). – С. 118 – 124.

References

1. Averchenkova, E.E. Automated management decision-making based on models and algorithms of the information advising system / E. E. Averchenkova, A. V. Averchenkov // Information systems and technologies. – 2016. – No. 3(95) May-June. – Pp. 31 – 39.

2. Epifanova, V. I. Relevance of information systems and prospects for their development / V. I. Epifanova // Bulletin of the Southwestern State University. – 2016. – No. 20(4). – Pp. 118 – 124.

УДК 004.021, 631.15

Л. Н. Пепел, И. А. Крохин, М. Ю. Михеев
(Кафедра «Информационные технологии и системы»,
ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: nadiya.mix@gmail.com, kr.ig.sv08@gmail.com,
mix1959@gmail.com)

ТЕХНОЛОГИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ

Аннотация. Анализируется эффективность от применения технологий больших данных в задачах интеграции локальных агропромышленных комплексов, глобальное экономическое пространство, решение задач долгосрочного планирования, интеграции технологического оборудования, робототехнических агросистем и персонифицированного учета товаров и элементов технологического оборудования на базе технологий RFID-меток.

Ключевые слова: большие данные, Интернет вещей, робототехнические агросистемы, облачные данные, искусственный интеллект.

L. N. Pepel, I. A. Krokhin, M. Yu. Mikheev
(Department of Information Technologies and Systems,
University “PenzGTU”, Penza, Russia)

BIG DATA TECHNOLOGIES IN THE TASKS OF DIGITALIZATION OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX MANAGEMENT

Annotation. The effectiveness of the use of big data technologies in the tasks of integrating local agro-industrial complexes in the global economic space, solving problems of long-term planning, integrating technological equipment, robotic agricultural systems and personalized accounting of goods and elements of technological equipment based on RFID technologies is analyzed.

Keywords: big data, internet of things, robotic agricultural systems, cloud data, artificial intelligence.

Интеграция локальных агропромышленных комплексов отдельных государств в глобальное экономическое пространство предполагает стандартизацию управления на базе современных цифровых технологий [1, 2]. Обработка больших объемов данных, связанных с организацией технологических цепочек в сельском хозяйстве, может быть обеспечена с применением технологий больших данных [2]. Такие технологии предполагают управление как структурированными, так и

неструктурированными данными в режиме реального времени. При этом учитывается не только большой объем, но и тип и сложная структура данных [3 – 5]. В агробизнесе технологии больших данных целесообразно использовать, в частности, для прогнозов урожайности в зависимости от прогнозов погоды, анализа рынков продовольствия и составления долгосрочных прогнозов развития агропромышленного комплекса, что позволит улучшить качество принимаемых решений и повысить их достоверность. Заметим, что обработка больших данных традиционными методами вызывает существенные затруднения, связанные с их размерами, сложностью структуры и высокой скоростью обновления [1, 5].

В перспективе предприятия агробизнеса должны использовать данные из различных источников, включая транзакции в облачных хранилищах, интеллектуальные средства производства, реализующие концепции интеллектуальных систем и интернета вещей, промышленное и технологическое оборудование, робототехнические комплексы, системы видеорегистрации, системы хранения и обработки изображений и аудиоинформации и многое другое. До недавнего времени хранение такого объема данных было бы слишком дорогостоящим, однако развитие современных технологий хранения данных с использованием облачных хранилищ открыло новые перспективные возможности.

Дальнейшая интеграция Интернета вещей в агробизнес, очевидно, вызовет опережающий рост количества данных скорости их поступления, при этом возникнет вопрос их обработки в соответствии со скоростью протекающих процессов. Особо следует отметить применение меток RFID как важного компонента современных технологий идентификации и контроля отдельных технологических элементов и объектов. Для реализации технологии RFID-меток разработаны комплексы соответствующих датчиков и интеллектуальных счетчиков. Применение RFID-меток позволяет контролировать отдельные технологические объекты в реальном времени без субъективных ошибок человека-оператора.

Данные поступают во всех типах форматов – от структурированных числовых данных в традиционных базах данных до неструктурированных текстовых документов, электронных писем, видео, аудио, биржевых котировок и финансовых транзакций.

Таким образом, показана эффективность от применения технологий больших данных, а именно:

– интеграция локальных агропромышленных комплексов отдельных государств в глобальное экономическое пространство;

– долгосрочное прогнозирование урожайности в зависимости от прогнозов погоды, состояния рынков продовольствия и т.д.;

– интеграция технологического оборудования, робототехнические агросистемы в рамках концепции Интернета вещей;

– персонифицированный учет товаров и элементов технологического оборудования на базе технологий RFID-меток.

Список использованных источников

1. Большие данные (Big Data) [Электронный ресурс]. – URL : http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Большие_данные_(Big_Data) (Дата обращения: 5.10.2022).

2. Кузнецов, С. Map Reduce [Электронный ресурс] / С. Кузнецов. – URL : http://citforum.ru/database/articles/dw_appliance_and_mr/3.shtml (Дата обращения: 5.10.2022).

3. Системы управления структурами беспилотных летательных аппаратов в условиях сложной радиоэлектронной обстановки / Ю. Ю. Громов, В. Е. Дидрих, Ю. В. Минин, Д. В. Микенин // Цифровизация агропромышленного комплекса : сб. науч. ст. – Т. 1. – Тамбов, 2020. – С. 297 – 299.

4. Нечеткая модель управления движением беспилотных летательных аппаратов в рамках функционирования информационной системы мониторинга сельскохозяйственного предприятия / А. В. Парфирьев, Ю. Ю. Громов, Ю. В. Минин, И. Ю. Фетищева // Цифровизация агропромышленного комплекса : сб. науч. ст. – Т. 1. – Тамбов, 2020. – С. 337 – 339.

5. Анализ и синтез структур информационных целенаправленных систем : монография / Ю. Ю. Громов, М. А. Ивановский, О. Г. Иванова, А. В. Яковлев ; под общ. ред. Ю. Ю. Громова. – Саарбрюкен (Германия) : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 164 с.

УДК 631.354

Г. Н. Ерохин, В. В. Коновский, И. А. Першин
(ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, Россия)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ УБОРКИ СОИ

Аннотация. Разработанная программа позволяет моделировать эксплуатационное время работы комбайнов и определить продолжительность уборки сои в условиях сельхозпредприятия. Моделирование различных сценариев уборки дает возможность обосновать оптимальный состав комбайнов для уборки сои в агросрок.

Ключевые слова: комбайн, программа, модель, соя, уборка.

G. N. Erokhin, V. V. Konovsky, I. A. Pershin
(FGBNU “All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Tambov, Russia)

MODELING THE DURATION OF SOYBEAN HARVESTING

Abstract. The developed program allows you to simulate the operational time of combine harvesters and determine the duration of soybean harvesting in the conditions of an agricultural enterprise. Modeling of various harvesting scenarios allows us to justify the optimal composition of combine harvesters for harvesting soybeans in the agricultural sector.

Keywords: harvester, program, model, soy, harvesting.

Уборка сои – сложный технологический процесс, часто связанный с повышенными потерями урожая. Главная задача при уборке сои максимально снизить эти потери. Величина потерь зависит от многих факторов, к которым относятся: модель комбайна и жатки, метеоусловия, технологические регулировки комбайна, выбранный скоростной режим, сорта сои, продолжительность уборки и др.

Одним из наиболее значимых факторов, влияющих на потери зерна, является продолжительность уборки. Как показала практика, срок уборки сои не должен превышать 4 – 6 дней. Ученые определили, что превышение срока уборки на 20 дней может привести к увеличению потерь до 30% [1, 2], поэтому уборку сои нужно проводить в максимально сжатые сроки.

На практике специалисты сельхозпредприятий сталкиваются с задачей прогнозирования продолжительности уборки сои исходя из условий своего хозяйства и имеющегося комбайнового парка. В этом им может помочь разработанная в «ВНИИТиН» компьютерная программа «Моделирование уборки сои в сельскохозяйственном предприятии». Программа позволяет моделировать различные варианты применения зерноуборочных комбайнов на уборке сои и определить продолжительность уборочных работ. Для данной программы разработана оригинальная математическая модель. Алгоритм программы предусматривает определение по каждому комбайну производительности по времени основной работы, сменному времени и эксплуатационному времени, % [3, 4]. Для моделирования коэффициента готовности используются статистические зависимости этого показателя от наработки с начала эксплуатации. Такой подход позволяет учитывать изменение надежности комбайна в процессе эксплуатации. Затем определяется суммарная производительность парка комбайнов и годовое эксплуатационное время работы комбайнов на уборке сои. Далее моделируется продолжительность уборки сои с учетом возможных метеоусловий.

Входные показатели программы разделяются на три группы.

К первой группе относятся показатели условий самого предприятия. Это убираемая площадь сои; длина гона, предполагаемая урожайность и соломистость; количество и марка комбайнов, сезон эксплуатации, тип жатки. Эти показатели вводятся в ручном режиме и могут изменяться, что позволяет моделировать различные условия использования комбайнов при уборке сои.

Вторая группа – это технические характеристики существующих отечественных и зарубежных комбайнов.

Третья группа содержит показатели, полученные мониторингом работы зерноуборочных комбайнов. К ним относятся: удельная продолжительность технических и технологических обслуживаний, коэффициент готовности в зависимости от срока эксплуатации комбайнов.

Показатели второй и третьей групп заложены в структуру программы. Разработчик программы может корректировать и обновлять указанные показатели.

Апробация компьютерной программы проходила в хозяйстве МФП «Русь» Сампурского района Тамбовской области. В хозяйстве было засеяно соей 220 га, урожайность оценивалась 18 ц/га, длина гона 900 м, влажность зерна и соломы находилась в пределах 14…16%, отношение зерновой части к незерновой – 1:1,2. Хозяйство располагало парком комбайнов и жаток, представленным в табл. 1.

1. Парк зерноуборочных комбайнов в МФП «Русь»

Марки используемых комбайнов	Ширина жатки, м	Тип жатки	Сезон эксплуатации
ACROS 595	7	Соевая	4
RSM-161	9	Соевая	2
VEKTOR 410	6	Зерновая	9
VEKTOR 410	6	Зерновая	9

2. Результаты моделирования сценариев уборки сои

Показатели	Первый сценарий	Второй сценарий	Третий сценарий
Суммарная эксплуатационная производительность комбайнового парка, га/ч	12,16	10,7	7,97
Годовое эксплуатационное время работы комбайна, ч	18,09	21,84	27,59
Прогнозируемая продолжительность уборочных работ с учетом метеоусловий, дн.	3,32	4,00	5,06

С помощью разработанной компьютерной программы были смоделированы три сценария уборки сои различным составом комбайнов. По первому сценарию уборочные работы проводились всем имеющимся парком комбайнов. Второй сценарий предусматривал использование трех комбайнов: «Acros595», «RSM 161» и «VEKTOR410». По третьему сценарию уборка велась двумя комбайнами: «Acros» 595» и «RSM 161», оснащенными жатками низкого среза «Float Stream».

Полученные результаты моделирования представлены в табл. 2.

Анализ полученных результатов показывает, что суммарная эксплуатационная производительность комбайнов уменьшается с 12 га/ч при первом варианте до 8 га/ч при третьем. Как следствие, увеличивается срок уборки с 3,32 дня до 5 дней.

Продолжительность уборки сои во всех рассматриваемых вариантах не выходит за пределы рекомендуемого агросрока. Было принято решение проводить уборочные работы по третьему сценарию с использованием комбайнов «Acros 595» и «RSM 161». Фактический срок уборки составил 5,8 дня.

Выводы

Разработанная компьютерная программа позволяет с достаточной точностью прогнозировать продолжительность уборки сои в конкретных условиях сельхозпредприятия. Моделирование различных сценариев уборки дает возможность обосновать оптимальный состав комбайнов для уборки сои в агросрок.

Список использованных источников

1. Жалнин, Э. В. От динамики самоосыпаемости зерна к высокоэффективной уборке / Э. В. Жалнин, В. С. Пьянов // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – № 4. – С. 8 – 10.

2. Бурьянов, А. И. Результаты исследований по определению влияния продолжительности проведения уборки на величину биологических потерь зерна / А. И. Бурьянов, М. А. Бурьянов, О. А. Костыленко // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 11. – С. 11 – 14.

3. Ерохин, Г. Н. О продолжительности уборки зерновых культур / Г. Н. Ерохин, В. В. Коновский // Наука в центральной России. – 2021. – № 1(49). – С. 22 – 29.

4. ГОСТ Р 52778–2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М. : Стандартинформ, 2008. – 24 с.

References

1. Zhalnin, E. V. From the dynamics of self-collapse of grain to highly efficient cleaning / E. V. Zhalnin, V. S. Pyanov // Technique in agriculture. – 2010. – No. 4. – P. 8 – 10.

2. Buryanov, A. I. Research results to determine the impact of the duration of the harvest on the amount of biological losses of grain / A. I. Buryanov, M. A. Buryanov, O. A. Kostylenko // Technology and equipment for the village. – 2015. – No. 11. – Pp. 11 – 14.

3. Erokhin, G. N. On the duration of harvesting grain crops / G. N. Erokhin, V. V. Konovsky // Science in Central Russia. – 2021. – No. 1(49). – Pp. 22 – 29.

4. GOST R 52778–2007. Testing of agricultural machinery.Methods of operational and technological assessment. – M. : Standartinform, 2008. – 24 p.

УДК 004.021, 631.15

И. А. Крохин, М. Ю. Михеев
(Кафедра «Информационные технологии и системы»,
ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: kr.ig.sv08@gmail.com, mix1959@gmail.com)

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ АТАКАМ МАРШАЛКО СРЕДСТВАМИ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ

Аннотация. Рассмотрены варианты построения систем биометрической защиты интеллектуальных систем цифрового управления агропромышленным комплексом. Полученные результаты использованы для противодействия атаке Г. Б. Маршалко, направленной на упрощение задачи подбора ключа нейросетевой системы биометрической защиты.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, цифровое управление агропромышленным комплексом, биометрическая защита, атаки Маршалко.

I. A. Krokhin, M. Yu. Mikheev
(Department of Information Technologies and Systems,
University “PenzGTU”, Penza, Russia)

COUNTERACTION TO MARSHALKO ATTACKS BY BIOMETRIC SECURITY MEANS IN INTELLIGENT DIGITAL CONTROL SYSTEMS OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Annotation. The options for building biometric protection systems for intelligent digital control systems for the agro-industrial complex are considered. The results obtained can be used to counter the attack of G.B. Marshalko, aimed at simplifying the task of selecting a key for a neural network biometric security system.

Keywords: intelligent systems, digital control, agro-industrial complex, biometric protection, Marshalko attacks.

Активное внедрение интеллектуальных систем цифрового управления агропромышленным комплексом определяет необходимость их защиты от различных типов воздействий, направленных на нарушение свойств конфиденциальности, целостности и доступности используемых данных. Естественным средством защиты служит разработка конфиденциальных систем машинного обучения, использующих гомоморфные схемы шифрования данных. Однако такие схемы могут обрабатывать только полиномиальные функции, что, в свою очередь, ставит задачу построения полиномиальных аппроксимаций, используемых в нейросетевых моделях нелинейных функций. В настоящее

время предложены решения обеспечения высоконадежной идентификации личности в условиях современного информационного пространства средствами биометрической защиты. Предложено одно из возможных решений противодействия атаке Маршалко [1], основанное на алгоритме маскирования, заключающееся в добавлении весового коэффициента в маскирующую часть нейрона.

Предложены варианты построения наиболее точных аппроксимаций функций активаций нейронных сетей вида логистического сигмоида и гиперблолического тангенса при ограничениях на степень аппроксимирующего полинома. Дана оценка влияния точности аппроксимации на результат работы нейронной сети. Проанализированы способы построения аппроксимирующих полиномов и соответствующих метрик. Средствами имитационного моделирования экспериментально оценено влияние точности приближения аппроксимирующего полинома на величину отклонения значений выходных нейронов такой сети от соответствующих значений выходных нейронов исходной сети. Полученные результаты могут быть использованы при построении систем биометрической защиты в интеллектуальных системах цифрового управления, в том числе агропромышленным комплексом [2, 3].

Одним из способов защиты систем цифрового управления, в том числе агропромышленным комплексом, от широкого спектра существующих атак является построение систем конфиденциального машинного обучения с использованием систем биометрической защиты. Необходимым условием реализации вычислений при таком методе защиты является замена нелинейных функций активации нейронов их полиномиальными представлениями. Если степень нелинейности таких представлений будет относительно мала, то применение гомоморфных схем позволит обеспечить требуемую защиту систем цифрового управления при сравнительно небольшом снижении скорости работы. Это связано с тем, что современные схемы гомоморфного шифрования основаны на сложности решения задачи обучения с ошибками. В этой связи важно ограничивать степень гомоморфно вычисляемого полинома. С другой стороны, для сохранения свойств обученных моделей машинного обучения необходимо использовать достаточно точные аппроксимации исходных функций, что, очевидно, накладывает ограничения на минимально допустимое значение степени полинома.

В доступной литературе практически отсутствуют подробные описания методов построения нейронных сетей конкретного вида и обоснование точности аппроксимации. Обычно не раскрываются детали процесса разработки используемых аппроксимирующих полиномов. Авторами проведен сравнительный анализ способов приближения нелинейных функций активации и оценок точности приближений полу-

ченных результатов. Представляет интерес оценка влияния использования полученных аппроксимаций функций активации на работу нейронной сети в интеллектуальных системах цифрового управления агропромышленным комплексом в целом. Представляется важным сценарий защиты уже обученной модели от извлечения данных об обучающей выборке. В этом сценарии сначала обучается стандартная модель, после этого происходит замена нелинейных функций полиномами. Затем к нейронной сети применяется гомоморфное шифрование, после чего она может быть использована для безопасной обработки данных. В этой связи представляет интерес оценка ошибки результата вычисления выходного значения зашифрованной нейронной сети относительно исходной сети, вызванной заменой функций активации приближениями.

Заметим, что в общем случае функция активации использует некоторую переменную несколько раз, что справедливо для нейронных сетей с большим числом слоев. Для получения оценки может быть также использован аналитический способ, что требует вычислений частных производных от функции, описывающей нейронную сеть целиком, что часто являться трудоемкой задачей. При этом, даже для сравнительно простой сети использование аппроксимаций функций активации может приводить к достаточно большим искажениям выходных значений.

Рассмотрен вариант атаки Г. Б. Маршалко, направленной на упрощение задачи подбора ключа нейросетевого системы биометрической защиты в интеллектуальных системах цифрового управления агропромышленным комплексом [2, 3]. Посредством разработанных имитационных моделей определены вероятности появления стартовых условий атаки на нейронные сети с 512 входами. Исследованы сети с искусственными нейронами, имеющими по четыре и пять входов. Предположительно, развитие технологии хранения данных с криптографической защитой при минизации длины ключа приближается к обычным технологиям.

Список использованных источников

1. Marshalko, G. B. On the security of a neural network-based biometric authentication scheme / G. B. Marshalko //Математические вопросы криптографии. – 2014. – Т. 5, No. 2. – Pp. 87 – 98.

2. Крохин, И. А. Расчет вероятностей повторения общих связей для нейронов с 4 и 5 входами при случайном выборе из 512 биометрических параметров для данных сопоставимого качества / И. А. Крохин, М. Ю. Михеев // Надежность и качество : тр. международного симпозиума. – 2022. – Т. 1. – С. 102–103.

3. Крохин, И. А. Противодействие атакам Маршалко на сети искусственных нейронов за счет введения ложных связей / И. А. Крохин, М. Ю. Михеев // Надежность и качество сложных систем. – 2022. – № 3(39). С. 86 – 94.

УДК 631.1

И. А. Сапрыкин, Ю. Д. Гусева
(Кафедра «Электроэнергетика»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: rebellesanima@yandex.ru, jul.g1305@yandex.ru)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. Внедрение цифровых технологий в агропромышленный комплекс является ключевым фактором дальнейшего развития, благодаря которому будут увеличены объемы продукции при снижении трудозатрат. Основными мероприятиями по внедрению цифровых технологий в АПК являются разработка системы геоинформационного мониторинга производства, создание интеллектуальной системы поддержки принятия решений сельхозпроизводителями в растениеводстве, животноводстве, закрытых грунтах, искусственных экосистемах, разработка интеллектуальных роботизированных средств.

Ключевые слова: Умное землепользование, Умное поле, Умная теплица, Умная ферма, геоинформационный мониторинг производства, интеллектуальная система поддержки принятия решений, интеллектуальные роботизированные средства.

I. A. Saprykin, Yu. D. Guseva
(Department of Electricity,
TSTU, Tambov, Russia)

PROMISING AREAS OF APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract. The introduction of digital technologies in the agro-industrial complex is a key factor in further development, thanks to which production volumes will be increased while reducing labor costs. The main measures for the introduction of digital technologies in the agro-industrial complex are the development of a system of geoinformation monitoring of production, the creation of an intelligent decision support system for agricultural producers in crop production, animal husbandry, closed soils, artificial ecosystems, the development of intelligent robotic tools.

Keywords: Smart land use, Smart field, Smart greenhouse, Smart farm, geoinformation monitoring of production, intelligent decision support system, intelligent robotic tools.

В наше время по всему миру продолжает возрастать потребность в органических продуктах питания, изменяются запросы конечных потребителей аграрной продукции, а также особую важность приобретают такие свойства поставляемой продукции, как безопасность и экологичность.

Цифровизация агропромышленного комплекса позволит совершить прорыв в развитии сельского хозяйства и увеличить объемы продукции при снижении трудозатрат. Наиболее перспективными направлениями в этой сфере являются: Умное землепользование, Умная ферма, Умное поле, Умная теплица (рис. 1).

Умное землепользование – создание и внедрение интеллектуальной системы планирования и оптимизации агроландшафтов и использования земель в сельскохозяйственном производстве на разных уровнях обобщения (поле, хозяйство, муниципалитет, субъект РФ, страна, зарубежные территории), функционирующей на основе цифровых, дистанционных, геоинформационных технологий и методов компьютерного моделирования.

Умное поле – обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции за счет внедрения цифровых технологий сбора, обработки и использования массива данных о состоянии и

Рис. 1. Сферы применения цифровых технологий в сельском хозяйстве

характеристиках почв, растений и окружающей среды, который позволит принимать своевременные и рациональные решения, позволяющие повысить урожайность.

Умная теплица – разработка современной комплексной технологии, базирующейся на применении новейших технологий для производства продуктов питания, обеспечения стабильного роста производства продукции растениеводства в защищенном грунте, получения высококонкурентных субстратов и удобрений с помощью отечественных инновационных систем, обеспечивающих требуемые микроклимат, освещение, полив растений, исходя из характеристик почвы и окружающей среды. Умная теплица должна представлять собой автономный универсальный модуль с эффективным энергоснабжением, который будет обеспечивать также контроль качества продукции и увеличения питательной ценности овощей путем регулирования условий микроклимата и освещения, внесения удобрений.

Умная ферма – создание цифровых технологий, которые обеспечат независимость и конкурентоспособность отечественного животноводческого комплекса, а именно:

– создание и внедрение технологий повышения молочной продуктивности животных до 13 000 л/год;

– снижение уровня заболеваемости коров маститом и, следовательно, снижение затрат на антибиотики;

– создание и внедрение технологий автономного производства (без оператора), энергоэффективности и энергомобильности в Умной ферме;

– создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания.

В настоящее время комплексная концепция цифровизации агропромышленного комплекса формируется благодаря выполнению нескольких мероприятий по разработке системы геоинформационного мониторинга производства, созданию интеллектуальной системы поддержки принятия решений сельхозпроизводителями в растениеводстве, животноводстве, закрытых грунтах, искусственных экосистемах, разработке интеллектуальных роботизированных средств, комплексным испытаниям и апробации результатов предыдущих мероприятий на базе региональных агрокомплексов, кадровому обеспечению цифрового сельского производства.

Цифровизация агропромышленного комплекса должна привести к следующим результатам:

– увеличение количества и качества продукции растениеводства и животноводства;

– снижение трудоемкости и повышение производительности сельскохозяйственного производства;

– уменьшение вредного воздействия на окружающую среду;

– снижение зависимости от человеческого фактора в сельском хозяйстве и девиации по урожайности;

– продвижение автоматизации.

Таким образом, развитие сельскохозяйственных предприятий в ближайшие годы будет базироваться на внедрении передовых цифровых технологий во все звенья цепочки создания стоимости. Цифровая трансформация дает агропромышленным предприятиям возможность сформировать устойчивые конкурентные преимущества при работе на внутренних и внешних рынках, внедрить эффективные механизмы управления рисками, что в итоге будет способствовать повышению качества жизни населения и обеспечению продовольственной безопасности страны.

Список использованных источников

1. Огнивцев, С. Б. Цифровизация экономики и экономика цифровизации АПК / С. Б. Огнивцев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – С. 77 – 80.

2. Вартанова, М. Л. Перспективы цифровизации сельского хозяйства как приоритетного направления импортозамещения / М. Л. Вартанова, Е. В. Дробот // Экономические отношения. – 2018. – С. 1 – 18.

References

1. Ognivcev, S. B. Cifrovizaciya ekonomiki i ekonomika cifrovizacii APK / S. B. Ognivcev // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. – 2019. – S. 77 – 80.

2. Vartanova, M. L. Perspektivy cifrovizacii sel'skogo hozyajstva kak prioritetnogo napravleniya importozamegceniya / M. L. Vartanova, E. V. Drobot // Ekonomicheskie otnosheniya. – 2018. – S. 1 – 18.

Секция 3

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ УМНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 681.2

Ю. Ю. Громов, А. А. Третьяков, И. А. Елизаров,
В. Н. Назаров, И. А. Дьяков
(ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия,
e-mail: tsasha74@mail.ru)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ИНТЕНСИВНОГО САДОВОДСТВА

Аннотация. Предложен подход к построению интеллектуальной системы мониторинга и управления объектами интенсивного садоводства. Рассмотрена структура математического обеспечения интеллектуальной системы.

Ключевые слова: интенсивное садоводство, Умный сад, интеллектуальная система мониторинга и управления, математическое обеспечение.

Yu. Yu. Gromov, A. A. Tret'yakov, I. A. Elizarov,
V. N. Nazarov, I. A. Dyakov
(TSTU, Tambov, Russia)

INTELLIGENT MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM FOR INTENSIVE GARDENING FACILITIES

Abstract. An approach to the construction of an intelligent monitoring and management system for intensive gardening facilities is proposed. The structure of the mathematical support of the intellectual system is considered.

Keywords: intensive gardening, smart garden, intelligent monitoring and control system, mathematical support.

В настоящее время в России наблюдаются проблемы в достаточном обеспечении населения страны продукцией садоводства в свежем и переработанном виде. Такой продукции потребляется всего примерно 32% от суточной нормы [1].

Роль отечественного садоводства трудно переоценить. Свежие фрукты и ягоды являются источниками ценных пищевых веществ, витаминов, макро- и микроэлементов. Употребление таких веществ позволяет повысить уровень здоровья, увеличить продолжительность жизни человека.

Для обеспечения потребностей населения области в высококачественной продукции садоводства в свежем и переработанном видах по научно-обоснованным нормам питания с целью импортозамещения необходимо в ближайшие годы увеличить производство этих культур во всех категориях хозяйств.

Промышленное интенсивное садоводство на сегодняшний день представляет собой достаточно прогрессивную технологию выращивания плодовых культур. При правильной организации экономическая эффективность участка будет в разы выше, чем в случае с использованием традиционной технологии. Обязательными элементами технологии интенсивного садоводства являются системы ирригации (орошения), фертигации (внесения жидких удобрений) и автоматизированная система мониторинга и управления. Использование современных информационных технологий и программно-технических средств автоматизации и управления позволит значительно повысить экономическую эффективность промышленного садоводства и улучшить качество плодов.

Умный сад – концепция построения интеллектуальной системы подготовки, контроля и управления всеми технологическими операциями выращивания садоводческой продукции с применением современных информационных технологий, технических средств, методов математического моделирования, методик создания экспертных систем [2, 3]. Такая система позволяет анализировать почвенно-климатические условия на основе больших данных, осуществлять интеллектуальное внесение органических и минеральных удобрений, проводить профилактические мероприятия по борьбе с вредителями и болезнями, а также проводить экономические расчеты рентабельности [4, 5].

Характерной особенностью интеллектуальной системы является развитое математическое, алгоритмическое и программное обеспечение, которое строится по модульному принципу и включает модули обработки измерительной информации (МОИИ) с датчиков; модуль формирования команд управления (МФКУ) насосами и клапанами; модули формирования заданий локальным системам управления (МФЗ ЛСУ), модули прогнозирования параметров (МПП) процессов ирригации и фертигации, модуль оценки функционирования системы управления (МОФ) и др.

Структура математического обеспечения интеллектуальной системы мониторинга и управления объектами в промышленном интенсивном садоводстве имеет следующий вид (рис. 1).

Модуль формирования команд управления МФКУ предназначен для реализации управляющих воздействий, обеспечивающих заданные подачи воды на ирригацию и удобрений на фертигацию.

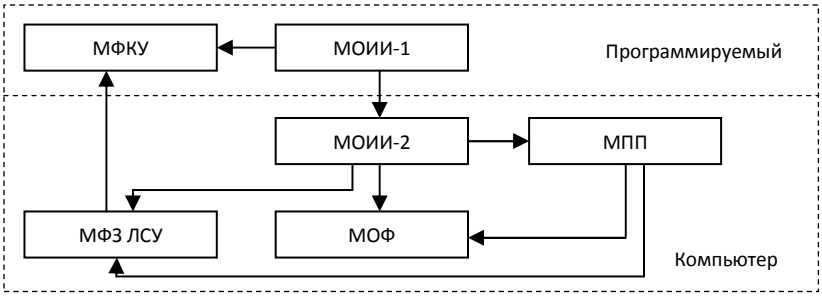


Рис. 1. Структура математического обеспечения интеллектуальной системы

Модуль формирования задания локальным системам управления МФЗ ЛСУ определяет периодичность и объемы ирригации и фертигации в зависимости от погодных условий, времени года и состояния растений. Данный модуль может быть как экспертная система поддержки принятия решений оператора.

Важной особенностью интеллектуальной системы является использование математических моделей процессов влагопереноса при прогнозировании параметров процессов ирригации и фертигации (модуль (МПП), а также при принятии решения об оценке качества ИДА (модуль МОФ).

При программно-технической реализации математического обеспечения модули МФКУ и МОИИ-1 реализуются средствами разработки программного обеспечения управляющего программируемого логического контроллера. Модуль МОИИ-2 функционирует в рамках автоматизированного рабочего места оператора, разработанного в SCADA-системе MasterSCADA. Модули МФЗ ЛСУ, МОФ и МПП могут быть реализованы в приложениях с организацией связи с АРМом оператора по стандартным интерфейсам обмена информации.

Модули МФЗ ЛСУ и МПП процессов ирригации и фертигации взаимодействуют с базой данных интеллектуальной системы поддержки принятия решений, в которой накапливаются данные по параметрам питательных растворов, видам растений и другим параметрам процессов ирригации и фертигации. Это позволяет вырабатывать наиболее оптимальные рекомендации по осуществлению капельного орошения, внесения удобрений.

Использование интеллектуальной системы мониторинга и управления позволит существенно расширить функциональные возможности садоводческого комплекса и реализовать прогрессивные технологии выращивания плодовых культур.

Список использованных источников

1. Будущее отечественного садоводства – в интеграции науки и бизнеса. – URL : http://www.michpravda.ru/articles/23483-budushchee-otechestvennogo-sadovodstva-v-integracii-nauki-i-biznesa (Дата обращения: 31.10.2019).
2. Бабушкин, В. А. Промышленное садоводство как управляемая информационно-технологическая система / В. А. Бабушкин, А. И. Завражнов, Ю. В. Трунов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 11. – С. 110 – 112.
3. Tsuyoshi Okayama The «Smart Garden» System using Augmented Reality / Tsuyoshi Okayama, Kazuya Miyawaki // IFAC Proceedings Volumes. – 2013. – Vol. 46, Is. 4. – Pp. 307 – 310.
4. Особенности разработки интеллектуальной системы управления в садоводстве / А. Артюшин [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2. – С. 148 – 153.
5. Сафиуллин, Р. Н. Концепция развития систем мониторинга и управления интеллектуальных технических комплексов / Р. Н. Сафиуллин, А. С. Афанасьев, В. В. Резниченко // Записки Горного института. – 2019. – Т. 237. – С. 322 – 330.

References

1. Budushhee otechestvennogo sadovodstva – v integracii nauki i biznesa. – URL : http://www.michpravda.ru/articles/23483-budushchee-otechestvennogo-sadovodstva-v-integracii-nauki-i-biznesa (Data obrashhe-niya: 31.10.2019).
2. Babushkin, V. A. Promy`shlennoe sadovodstvo kak upravlyaemaya informa-cionno-texnologicheskaya sistema / V. A. Babushkin, A. I. Zavrazhnov, Yu. V. Trunov // Dostizheniya nauki i texniki APK. – 2016. – Vol. 30, No. 11. – Pp. 110 – 112.
6. Tsuyoshi Okayama The «Smart Garden» System using Augmented Reality / Tsuyoshi Okayama, Kazuya Miyawaki // IFAC Proceedings Volumes. – 2013. – Vol. 46, Is. 4. – Pp. 307 – 310.
4. Osobennosti razrabotki intellektual`noj sistemy` upravleniya v sadovodstve / A. Artyushin [i dr.] // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 2. – Pp. 148 – 153.
5. Safiullin, R. N. Koncepciya razvitiya sistem monitoringa i upravleniya intellektual`ny`x texnicheskix kompleksov / R. N. Safiullin, A. S. Afa-nas`ev, V. V. Reznichenko // Zapiski Gornogo instituta. – 2019. – Vol. 237. – Pp. 322 – 330.

УДК 004.896

С. О. Чиркин, В. А. Шацкий, Н. В. Картечина
(Кафедра «Математика, физика и информационные технологии»,
ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ», г. Мичуринск, Россия,
e-mail: stas.chirkin@bk.ru, shatskiyvladislav69@yandex.ru,
kartechnatali@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ-ПЧЕЛ ДЛЯ ОПЫЛЕНИЯ ПОСЕВОВ

Аннотация. Проанализировано применение роботов-пчел для опыления посевов. Рассмотрены вопросы о проблемах, возможностях и перспективах данной тематики.

Ключевые слова: роботы-пчелы, пчелы, беспилотник, микроробот, стартап, пчелоопыление.

S. O. Chirkin, B. A. Shatskiy, N. V. Kartechina
(Department of Mathematics of Physics and Information Technology,
MichGAU, Michurinsk, Russia)

THE USE OF ROBOTIC BEES FOR POLLINATION OF CROPS

Abstract. The use of robotic bees for pollination of crops is analyzed. Questions about the problems, opportunities and prospects of this subject are considered.

Keywords: bee robots, bees, drone, microrobot, start-up, bee pollination.

Пчелы являются наиболее важными опылителями в мире насекомых и играют центральную роль в обеспечении глобального снабжения продовольствием. Как опылители, пчелы играют важную роль в каждой части экосистемы: от помощи в выращивании цветов и деревьев, которые обеспечивают пищу и убежище, до того, чтобы стать источником питания для людей, насекомых и животных.

Но, к сожалению, мировая популяция пчел сокращается примерно на 35% в год. Из-за важной роли, которую пчелы играют в пищевой сети, такие темпы сокращения поставили под угрозу большую часть мировых запасов продовольствия. На самом деле, по оценкам Всемирного пчеловодческого проекта, около 75% мировых культур более или менее зависят от опыления пчелами.

Засуха, изменение климата, клещи и чрезмерное использование сельскохозяйственных химикатов являются основными причинами упадка пчелиных семей, которые также страдают от явления, называемого нарушением распада семьи (CCD). По данным Агентства по охране окружающей среды США (EPA), это происходит, когда большая

часть рабочих пчел в колонии исчезает, оставляя только матку, много еды и несколько пчел – заботливых пчел для ухода за оставшимися личинками и матками.

Почему пчелиные семьи разрушаются? Пчелы страдают от множества проблем одновременно. Изменение климата является одним из примеров. На каждые 0,5% повышения температуры пчелы теряли около 5% своей продуктивности. Пчелам также приходится бороться с вредителями и болезнями, которых не существовало десятилетия назад. А с развитием современного сельского хозяйства пчелы могут поражаться пестицидами. Мы используем химикаты для защиты посевов, но они также убивают пчел. Все эти факторы стресса создают идеальный шторм для пчел [4].

Поэтому ученые всего мира пытаются решить эту глобальную проблему путем создания роботов-пчел. Так, например, беспилотник размером 1,6×1,6 дюйма был разработан Национальным институтом передовых промышленных наук и технологий Японии и летал среди водяных лилий. Однако полезность небольших дронов в этом отношении может быть ограничена тем фактом, что им требуется пульт дистанционного управления, которым иногда трудно манипулировать человеку, чтобы направить их к цветам.

Польский Варшавский технологический университет также разрабатывает аналогичный беспилотник под названием B-Droid, который, как они надеются, будет выполнять часть работы пчел в природе. Робот-опылитель использует камеру, чтобы найти цветы и лететь к ним, а затем собирает пыльцу с помощью крошечной кисточки. B-Droid может быть полностью автоматизирован и не требует вмешательства человека. Людям нужно только установить площадь участка и атрибуты цветов, а затем роботы-пчелы будут автоматически собирать цветы и опылять их.

Тем временем в Гарварде роботизированные пчелы под названием RoboBees не совсем готовы к выходу на улицу, но они приближаются. Теперь исследователи установили солнечные батареи на эту маленькую механическую пчелу, и она превратилась в RoboBee X-Wing, который успешно освобождается от шнура питания и свободно летает. Хотя микроробот и называется RoboBee X-Wing, он совсем не похож на пчелу, а единственное, что общего, это, наверное, две пары крыльев. RoboBee X-Wing длиной 5 см и весом около 259 мг легче скрепки или даже обычного насекомого, его также называют самым легким роботом. Потребляемая мощность составляет около 110…120 мвт. Чтобы микроробот мог летать без проводов, ученые также разместили солнечные панели на 3 см выше крыльев, а электронные панели разместили под крыль-

ями для поддержания баланса. Его интеллектуальные датчики реагируют на окружающую среду, выполняют задачи как пчелы, и координируют свое поведение с другими роботами-пчелами [1].

Arugga, стартап, работающий над роботизированным опылением для домашнего сельского хозяйства, привлек 4 миллиона долларов для финансирования проекта в рамках стадии инвестиций Pre-Series A. Эту стадию финансирования возглавил Leisen Management при участии таких инвесторов, как Biobest Group, Terra Venture Partners, Equicelar и Smart Agriculture. Инвестиции увеличат общий объем финансирования Arugga до более чем 6 миллионов долларов, чтобы ускорить разработку роботов для точного опыления.

Компания Arugga, основанная в 2017 г., имеет штаб-квартиру в израильском регионе Кфар-Монаш. Компания использовала комбинацию камер и искусственного интеллекта для разработки робота-опылителя, который опыляет цветы помидоров в теплицах. Этот робот может опылять определенные цветы помидоров с помощью специального струйного устройства и непрерывно повторять поведение опыления с помощью дорожек. Кроме того, интеллектуальная система в сочетании с роботом-опылителем может отслеживать процесс опыления, чтобы обеспечить успешное опыление, и делиться соответствующими результатами анализа данных с производителями.

Эйтан Хеллер, соучредитель и вице-президент по развитию бизнеса Arugga, сказал: «Наше оборудование является бесконтактным, что сводит к минимуму распространение томатных вирусов во время опыления. При этом опылительные машины могут исправно работать при искусственном освещении и экстремальных погодных условиях, а пчелы не могут поддерживать нормальную эффективность опыления. Кроме того, в то время как традиционное ручное опыление дорого и неэффективно, это новое устройство относительно недорогое и может значительно повысить урожайность. По словам Хеллера, результаты экспериментов в Израиле, Австралии и США показали, что по сравнению с опылением насекомыми, такими как пчелы, машинное опыление может увеличить урожайность на 1…5%; по сравнению с традиционным ручным опылением эффект увеличения урожая достигает 15%.

В настоящее время Arugga получает прибыль, сдавая свое оборудование в аренду и предоставляя фермерам технические услуги. Следующим планом Arugga является дальнейшее развитие производительности и сопутствующих вспомогательных решений робота для точного опыления, а также проведение испытаний приложений в США и Канаде. Кроме того, компания недавно заключила сделку с инвестором Biobest о продаже своей технологии в США и Канаде. В то же время стадия финансирования Pre-A также будет использоваться для

исследований и разработок, найма специалистов в области маркетинга и поддержки клиентов для стартапа [2].

В России томские ученые ведут разработку по созданию роботизированных пчел, которые помогли бы решить проблему опыления выращиваемых в теплицах культур, сообщил директор Инженерной школы новых производственных технологий Томского политехнического университета Алексей Яковлев.

Ученый уточнил, что это будет рой беспилотников для опыления растений. Особенно актуально их использование будет для клубники, которую выращивают круглогодично в теплицах.

«Мы будем разрабатывать этих пчел, алгоритмы и программы управления ими, а также оптические системы и методы распознавания изображений для точного позиционирования. Опытные образцы будут большие, мы стремимся, чтобы они были не больше ладони.»

К проекту привлекли агрономов, светотехников, программистов, специалистов по автоматике и робототехнике. Для создания первой партии из 100 роботов требуется около 100 миллионов рублей.

Ученый рассказал, что поспособствовало началу его работы по созданию робото-пчел. В данный момент для круглогодичного опыления на больших площадях используют шмелей – зимой они летают при инфракрасном свете, имитирующем солнечное тепло, но весной вся шмелиная семья может улететь на волю. Но, к сожалению, этот способ является затратным для производителей, так как стоимость одной семьи обходится компаниям около 500 долларов [4].

Проблемы, возможности и перспективы. Несмотря на то, что ученые подчеркивают, что пчелиное опыление хорошо известная и убедительная вещь, изменение поведения фермеров – непростая задача. Например, решение о количестве ульев для заказа часто зависит от отрасли, в которой раньше работал цветовод, поэтому внедрение технологии не так просто, как может показаться. Кроме того, уровень управления каждым садом непостоянен, что требует затрат определенного количества энергии на исследования на ранней стадии.

Но бесспорно, что пчелоопыление – огромная отрасль, неотъемлемая часть мира растениеводства. Кроме того, цены на опыление выросли на 300% с начала века, и даже многие производители теперь называют опыление одним из трех самых дорогих ресурсов для выращивания миндаля.

В то же время эффективность опыления пчел серьезно пострадала из-за резкого сокращения численности пчел в последние годы, потери естественных мест обитания и распространения вирусов, вызванных глобализацией. По данным ученых, учитывая, что опыляемые пчелами культуры приносят мировой доход в размере 577 миллиардов долла-

ров, каждое сокращение мировой популяции пчел влечет за собой серьезные экологические и финансовые издержки. Поэтому вопрос о том, как использовать новые технологии для защиты пчел-опылителей и повышения эффективности опыления, по-прежнему является важной задачей, которую необходимо развивать. В будущем соответствующие стартапы могут продолжить разработку искусственного интеллекта и объединить его с текущими большими данными, эпохой 5G и другими предпосылками, чтобы полностью использовать потенциал рынка опыления и получать большую прибыль. Услуга пчелоопыления имеет высокую экологическую ценность и широкий рынок, что способствует устойчивому развитию мирового сельского хозяйства и заслуживает инвестиций.

Список использованных источников

1. Бербюк, В. Е. Динамика и оптимизация робототехнических систем / В. Е. Бербюк. – М. : Наукова думка, 2014. – 192 с.
2. Бройнль, Т. Встраиваемые робототехнические системы. Проектирование и применение мобильных роботов со встроенными системами управления / Т. Бройнль. – М. : РГГУ, 2012. – 520 с.
3. Рэндал, У. Б. Малые беспилотные летательные аппараты. Теория и практика / У. Б. Рэндал, У. М.-Л. Тимоти. – М. : Техносфера, 2015. – 312 с.
4. Буренин, Н. Л. Справочник по пчеловодству / Н. Л. Буренин, Г. Н. Котова. – М. : Колос, 2012. – 368 с.

References

1. Berbyuk, V. E. Dynamics and optimization of robotic systems / V. E. Burbuque. – M. : Naukova Dumka, 2014. – 192 p.
2. Broynl, T. Embedded robotic systems. Design and application of mobile robots with embedded control systems / T. Breunl. – M. : RGGU, 2012. – 520 p.
3. Randal, W. B. Small unmanned aerial vehicles. Theory and Practice / W. B. Randal, W. M.-L. Timothy. – M. : Technosfera, 2015. – 312 p.
4. Burenin, N. L. Handbook of beekeeping / N. L. Burenin, G. N. Kotov. – M. : Kolos, 2012. – 368 p.

УДК 631.171:637.11

О. Л. Сапун, А. М. Самец
(Кафедра «Информационный менеджмент, маркетинг и учет»,
БГАТУ, г. Минск, Беларусь,
e-mail: osapun@yahoo.com, a_samec@bk.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИКИ КОМПАНИИ «DELAVAL» НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. Рассмотрено применение роботизированной техники на животноводческом комплексе Республики Беларусь. Приведены инновационные технические решения доильного робота VMS компании «DeLaval».

Ключевые слова: роботизированная техника, робот-дояр, беспривязная система, система контроля.

O. L. Sapun, A. M. Samec
(Department of Information Management, Marketing and Accounting,
BGATU, Minsk, Belarus)

THE USE OF ROBOTIC EQUIPMENT OF THE COMPANY “DELAVAL” AT THE ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract. The use of robotic technology in the livestock complex of the Republic of Belarus is considered. Innovative technical solutions of the DeLaval VMS milking robot are presented.

Keywords: robotic technology, robot milker, loose system, control system.

В настоящее время в Республике Беларусь накоплен опыт по эксплуатации роботизированных доильных систем на предприятиях АПК, что позволяет сделать вывод о перспективах их дальнейшего использования. Добровольное доение характеризует изменение метода доения и особый подход управления производством. Инновационная технология создает максимальный комфорт при доении коров с более совершенной формой управления фермой, поскольку полномочия переходят к роботам [1].

Рассмотрим применение роботизированной техники на животноводческом комплексе Коммунальное сельскохозяйственное унитарное предприятие «Вязовница-Агро» (далее КСУП «Вязовница-Агро»). Коровы содержаться беспривязным способом, имеется пять коровников, в трех из которых находится дойное стадо, остальные занимают телята

на выращивании до года и телки случного периода. Общая численность составляет порядка 1200 голов, при этом занимается обслуживанием около 40 человек. При обычном механизированном доении этот штат значительно больше. На комплексе применяется свободновыгульное беспривязное содержание животных с роботизированным доением.

КСУП «Вязовница-Агро» выбрало в качестве поставщика современных решений для молочного животноводства компанию «DeLaval» Швеции. Коровники для дойного стада разделены на две секции – по 180 дойных коров. Каждая секция разделена кормовыми столами. На каждой секции установлено по три доильных робота компании «DeLaval», т.е. на всем комплексе смонтировано 18 роботов. У каждого животного на шее имеется транспондер – датчик, считывая данные которого компьютер направляет коров на дойку, в зону кормления, в зону отдыха.

Робот-дояр – полностью автоматическая система, которая обеспечивает доение круглые сутки, гарантирует сохранение качества молока, помогает управляющему комплексом организовывать и вести работу более профессионально и эффективно с соблюдением всех процедур и правил доения.

При переводе коров с доения в молокопровод на доение на доильном роботе удои повышаются на 2…3 л. Коровы привыкают к роботу примерно за неделю, привыкнув к железным «рукам» которого, коровы сами становятся в очередь на дойку.

Практический опыт эксплуатации показал, что наиболее подходящими для доения этим доильным роботом являются коровы первой-второй лактации, так как они легче и быстрее обучаются особенностям поведения в роботизированной доильной системе, у них меньше вероятность возникновения мастита и заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Инновационные технические решения доильного робота VMS компании «DeLaval» направлены, прежде всего, на совершенствование процесса подключения доильных стаканов к соскам вымени, сохранение его здоровья, сокращение трудовых затрат на монтаж установки и снижение энергозатрат [2].

Система VMS оснащается счетчиком соматических клеток, автоматически производит отбор пробы молока при каждой дойке, смешивает ее с контрольным реактивом и в течение одной минуты, вместе с центральным компьютером, производит оценку каждой пробы. Животные с повышенным содержанием соматических клеток в молоке регистрируются в отдельном журнале. Взаимодействие всех блоков VMS между собой и реализация поставленных задач осуществляются

системой управления, оснащенной компьютерной программой VMS Management. Программа дает возможность оптимизировать интервалы между доениями благодаря наличию функции автоматической настройки разрешений на доение. При этом информационной базой для работы автоматической настройки являются сведения о прогнозируемом уровне надоя, порядковом номере и стадии лактации каждой коровы. Система управления VMS контролирует также и работу вакуумного насоса, благодаря этому его производительность строго соответствует требуемому расходу вакуума в данный момент времени. Такое решение позволяет экономить до 60% электроэнергии.

Несмотря на преимущества, существуют и недостатки роботизированных систем доения. Прежде всего, это их высокая стоимость, доильный робот расходует больше электроэнергии. Модель VMS расходует 1 кВт·ч. электроэнергии на одну корово-дойку. За год этот робот расходует около 75 тыс. кВт·ч. электроэнергии. Доильный робот требует также значительного расхода воды, на одну корово-дойку он расходует 7 л, а за год около 500 тыс. л.

Еще одна важная проблема при внедрении роботов – особый подход к дойному стаду. Прежде всего, необходима тщательная выбраковка коров по параметрам вымени в целом и сосков в частности. Однако все эти недостатки компенсируются высоким качеством молока и меньшими трудозатратами.

Список использованных источников

1. Технология привязного и беспривязного содержания коров [Электронный ресурс]. – URL : http://fermhelp.ru/texnologiya-privyaznogo-i-besprivyaznogo-soderzhaniya-korov/ (Дата обращения: 5.10.2022).

2. Робот-дояр DeLaval VMS [Электронный ресурс]. – URL : http://vms10let.ru/_content/ pages/v300/v300-launch-brochure-ru.pdf (Дата доступа: 5.10.2022).

References

1. Technology of tethered and loose keeping of cows [Electronic resource]. – URL : http://fermhelp.ru/texnologiya-privyaznogo-i-besprivyaznogo-soderzhaniya-korov/ (Access date: 5.10.2022).

2. Robot milker DeLaval VMS [Electronic resource]. – URL : http://vms 10let.ru/_content/pages/v300/v300-launch-brochure-ru.pdf (Access date: 5.10.2022).

УДК 004.021, 631.15

M. Yu. Mikheev, S. Helal
(Department of Information Technologies and Systems,
University “PenzGTU”, Penza, Russia,
e-mail: mix1959@gmail.com, sonya.nina.helal@gmail.com)

THE MAIN TRENDS AND PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF SMART AGRICULTURE IN THE CONDITIONS OF THE AGRO-COMPLEX IN ALGERIA

Abstract. The global climate change in the African continent has significantly reduced Algeria's ability to produce agricultural products. This due to the lack of modern digital management technologies. The article analyzes the main trends and prospects for the adoption of agricultural technologies, considering the possibilities of their intellectualization and digitalization, as well as Big Data technologies, a way to integrate into global digital food markets, to respond to the needs of the rapidly growing population of the African continent.

Keywords: agro-complex in Algeria, smart agriculture, big data.

In recent years, Algerian agriculture has undeniably made remarkable progress. Vegetables and fruits, white meats are available all year round and at prices relatively accessible to even modest purses. This progress is largely the result of the efforts of farmers and stockbreeders encouraged by the support measures put in place by the government as part of the agricultural renewal policy.

However, Algeria faces major issues that slow the production of the agricultural sector, including climate change such as desertification on agricultural lands [2]. The climate change plays an important role on the agriculture sector; the country is facing a very serious problem of water shortage in the regions responsible for the highest agricultural production in the country. Therefore, it becomes crucial to implement an adapted agriculture, and the use of more advanced technological solutions to limit these productivity problems.

The methodology of the study is based on the scientific works researchers and reports that have been implemented in areas used for agriculture in Algeria in order to improve the agricultural productions by using new technologies and control systems [3].

The projects presented concerned a wide range of processes, solutions and services. The project [4] has achieved a significant progress in the extension of its irrigated areas in recent years, despite the rainfall deficit that characterizes the country, which aims to improve the product, increase the yield and save water. An innovative corn cultivation project [5] using

the practice of intelligent agriculture allows to save inputs and water. This new cultivation approach not only helps secure farmers' investments, but also stabilizes their income. The technology monitors the condition of the plant and the external climate and compares it with the available data, so that the irrigation system automatically turns on, while determining the right time and duration for the plant's needs. An intelligent irrigation system for farms [6] that takes into consideration agricultural practices, soil types and climatic conditions is to adopt modern irrigation technologies, improve farmers' performance, develop their professional experience and increase production. For Algeria, the main hazards of climate change are an increase in water scarcity, heat waves and the incidence of extremes. Projects [7] can expect beneficial demonstration results also due to significant water savings, lower costs and increased production levels. Smart technology [8] allows users to track all "things" via computer devices so they can send and receive data that informs decision-making. For example, the farmer could track soil moisture, water patterns, salinity and more.

Agriculture sector has a great need for application of big data [8]. This technology allows helping and improving the production agriculture faster such as:

– Data on weather patterns. Which make better decisions on irrigation. Too little water or too much water could affect certain crops;

– Data on soil can help farmers make better decisions on nutritional factors to help favour better growth and higher yield;

– Some farmers collect data over the years on how much land they plough, plant, weed and harvest every season. This helps them compare employee performance and better make management performance related decisions;

– Data collection over the years on when certain crops are high in demand would help farmers better plan the growing season to achieve maximum profitability.

Thus, the article identified the main trends and prospects for the implementation of agricultural technologies in Algeria, considering the requirements of the local and global food market.

It shows the prospects of agricultural development in Algeria within the concept of smart technology, considering the possibilities of their intellectualization and digitalization, as well as technology as a means, including meeting the needs of the rapidly growing population of the African continent.

The modern information and communication environment is an important factor that creates the conditions for the development of large-scale farms, such as grain farms capable of operating on both local and

global markets, as well as small-scale specialized farms producing unique products for specialized consumers.

References

1. ‘Challenging agroecology through the characterization of farming practices’ diversity in Mediterranean irrigated areas’ / K. Akakpo, S. Bouarfa, M. Benoît, C. Leauthaud // European Journal of Agronomy. – 2021. – Vol. 128. – P. 126284.

2. Algérie presse service // l'algerie a realise une progression considerable en terme d'extension de ses terres irriguees. algeria invert. – 2022.

3. Подход к формализации информации в системах управления / Ю. Ю. Громов, В. М. Тютюнник, О. Г. Иванова, А. Ю. Громова // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2011. – № 8. – С. 50 – 56.

4. Aïsha Moyouzame // En Algérie, deux étudiants lancent le 1er projet de culture intelligente du maïs. Entreprendre. – 2021.

5. Readaction AE // Oran/Mostaganem : un système d’irrigation intelligent pour des exploitations agricoles. – Algerie ECO. – 2022.

6. Blom-Zandstra & Anne Elings // Workshops on Climate Smart Agriculture in Algeria. Wageningen university. – 2017. – Pp. 9–10.

7. Ankur Bhan // How smart agriculture can transform the world. Intelligent cio. – 2019.

8. Katherine wella // 21 Projects Democratizing Data for Farmers.innovation and technology. – 2019.

УДК 681.5

М. Ю. Рытов, Н. О. Мусиенко
(Кафедра «Системы информационной безопасности»,
ФГБОУ ВО «БГТУ», г. Брянск, Россия,
e-mail: rmy@tu-bryansk.ru)

ПОДХОД К АНАЛИЗУ ДАННЫХ ДЛЯ КАТЕГОРИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Аннотация. Определение возможности применения исходных данных, используемых при категорировании объектов критической инфраструктуры (КИИ) для формирования множеств признаков и последующего прогнозирования значений показателей значимости.

Ключевые слова: критическая информационная инфраструктура, категорирование объектов, критерии значимости.

M. Yu. Rytov, N. O. Mysienko
(Department of Information Security Systems,
BSTU, Bryansk, Russia)

AN APPROACH TO DATA ANALYSIS FOR CATEGORIZING CRITICAL INFORMATION INFRASTRUCTURE OBJECTS

Abstract. Determination of the possibility of applying the initial data used in the categorization of critical infrastructure objects (CII) for the formation of sets of features and subsequent prediction of the values of significance indicators.

Keywords: critical information structure, object categorization, significance criteria.

Обеспечение требований Федерального закона № 187-ФЗ от 26.07.2017 г. «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [2] обуславливает необходимость проведения категорирования объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ). Это дает возможность определить значимость объекта КИИ (ЗОКИИ), которая необходима для формирования конкретных требований к системе безопасности защиты объектов КИИ. В ходе категорирования исполняющая комиссия анализирует данные об объектах КИИ, осуществляющих управление над критическими процессами и выявляет определенные факторы ЗОКИИ, которые могут повлиять на показатели возможного ущерба в случае реализации компьютерного инцидента на защищаемую информационную инфраструктуру. Количество и значение данных факторов зависит от рас-

сматриваемого ЗОКИИ, его технических характеристик, сферы деятельности субъекта КИИ и т.д. Таким образом, в процессе категорирования члены комиссии формируют множества решающих факторов (далее – признаков) для каждого показателя критериев значимости, на основании которых в итоге определяется категория значимости объекта КИИ. Для определения конкретного показатели критериев значимости комиссии по категорированию необходимо собрать всю сопутствующую информацию об объекте КИИ, включая информацию о управленческих технологических, производственных, финансово-экономических и иных процессах, над которыми рассматриваемый объект осуществляет контроль, управление или мониторинг. На основании анализа собранной информации комиссия по категорированию определяет влияние объекта КИИ на показатели значимости.

Если рассматривать каждый показатель критериев значимости объектов КИИ как множество с N-параметров, где каждый параметр множества определяется комиссией по категорированию и влияет на итоговое значение, а также отвечает за конкретный фактор влияния объекта КИИ на показатели возможного ущерба, то, определив закономерности формирования признаков множества, станет возможным прогнозирование итогового показателя категории значимости [1].

На основании данного предположения становится возможным разработка методики создания формализованного набора параметров для каждого показателя критериев значимости, установленных Постановлением Правительства Российской Федерации № 127 от 08.02.2018 г. «Об утверждении правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», а также перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их значений» [3, 4] и последующего прогнозирования значений показателей при помощи методов машинного обучения.

Для оценки функциональности разрабатываемой методики необходимо убедиться в возможности применения исходных данных для формирования множеств признаков, т.е. произвести первичный анализ данных. Определим возможность применения исходных данных, используемых при категорировании объектов КИИ для формирования множеств признаков. Для этого необходимо проанализировать исходные данные согласно правилам категорирования, установленным Постановлением Правительства Российской Федерации № 127 от 08.02.2018 г. «Об утверждении правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [3, 4]. Согласно данным правилам: «Определение категорий значимости объектов критической информационной инфраструктуры осущест-

вляется на основании показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры и их значений, предусмотренных перечнем показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их значений, утвержденным данным Постановлением».

В свою очередь, данные показатели делятся на подпункты, которые более конкретно описывают характер возможного ущерба. В дальнейшем все подпункты из всех сфер значимости будут именоваться как показатели. При первичном анализе всего набора показателей можно произвести классификацию по типам показателей.

Так все показатели классифицируются на три типа.

1. *Бинарный признак* – описывает прецеденты в категорировании, когда при описании объекта КИИ можно однозначно охарактеризовать его возможности (Да/Нет).

2. *Количественный признак* – описывает конкретные числовые показатели, когда при описании объекта КИИ, его возможности характеризуется конкретными числом из множества возможных чисел.

3. *Интервальный признак* – (характеризующий явление за определенный временной период) описывает прецеденты, когда масштаб возможной угрозы на объект КИИ зависит от временного интервала с момента ее реализации.

Типы показателей:

– бинарные;
– количественные;
– интервальные.

Таким образом, можно предположить, что в зависимости от типа, каждый признак можно описать конкретным набором признаков, описывающих его влияние на возможный и характерный для объекта КИИ ущерб.

Список использованных источников

1. Рытов, М. Ю. Автоматизация процесса оценки уровня информационной безопасности объекта информатизации / М. Ю. Рытов, А. П. Горлов // Информация и безопасность. – 2014. – Т. 17, Вып. 2. – С. 280 – 283.

2. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации : федер. закон от 26.07.2017 г. № 187-ФЗ.

3. Об утверждении Правил категорирования объектов КИИ РФ, а также перечня показателей критериев значимости объектов КИИ РФ и их значений : Постановление Правительства РФ от 08.02.2018 г. № 127.

4. О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 8 февраля 2018 г. № 127 : Постановление Правительства Российской Федерации от 13.04.2019 г. № 452.

5. Об утверждении Требований к созданию систем безопасности значимых объектов КИИ РФ и обеспечению их функционирования : Приказ ФСТЭК РФ от 21.12.2017 г. № 235.

6. Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов КИИ РФ : Приказ ФСТЭК РФ от 25.12.2017 г. № 239.

References

1. Rytov, M. Yu. Automation of the process of assessing the level of information security of an informatization object / M. Yu. Rytov, A. P. Gorelov // Information and security. – 2014. – Vol. 17, No. 2. – Pp. 280 – 283.

2. On the Security of the Critical Information Infrastructure of the Russian Federation : Federal Law dated 26.07.2017 No. 187-FZ.

4. On approval of the Rules for categorizing objects of the CII of the Russian Federation, as well as a list of indicators of criteria for the significance of objects of the CII of the Russian Federation and their values : Decree of the Government of the Russian Federation dated 08.02.2018 No. 127.

5. On Amendments to the Decree of the Government of the Russian Federation No. 127 of February 8, 2018 : Decree of the Government of the Russian Federation dated 13.04.2019 No. 452.

6. On Approval of Requirements for the Creation of Security Systems of Significant objects of the RF CII and ensuring their Functioning : Order of the FSTEC dated Russia of 12.21.2017 No. 235.

7. On approval of Requirements for ensuring the safety of significant objects of the CII of the Russian Federation : Order of the FSTEC of Russia dated 25.12.2017 No. 239.

УДК 629.7.014

Е. А. Асмолова
(Кафедра «Информационные технологии и системы»,
ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: logani@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ МАКЕТА РАЙОНА ПОЛЕТОВ ДЛЯ ИМИТАТОРА ТЕПЛОВИЗОРА, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ ТРЕНАЖЕРА ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ УЧЕТА ДИКИХ ЖИВОТНЫХ

Аннотация. Посвящена особенностям конструирования макета района полетов для имитатора тепловизора, входящего в состав тренажера подготовки операторов беспилотных аппаратов, используемых с целью обучения современным методам учета диких животных.

Ключевые слова: имитатор тепловизора, тренажер, беспилотный летательный аппарат, макет района полетов.

E. A. Asmolova
(Department of Information Technologies and Systems,
PenzGTU, Penza, Russia)

FEATURES OF DESIGNING A FLIGHT AREA LAYOUT FOR A THERMAL IMAGER SIMULATOR INCLUDED IN THE SIMULATOR FOR TRAINING OPERATORS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES USED TO ACCOUNT FOR WILD ANIMALS

Abstract. The article is devoted to the features of designing a flight area layout for a simulator thermal imager, which is part of the simulator for training operators of unmanned aerial vehicles used to teach modern methods of accounting for wild animals.

Keywords: thermal imager simulator, simulator, unmanned aerial vehicle, flight area model.

Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для учета диких животных – одно из актуальных направлений применения летательных аппаратов в сельском хозяйстве. Однако их применение сталкивается с необходимостью разработки макета района полетов с подвижными объектами [1]. Тренажеры подготовки операторов (ТПО) БПЛА во многом похожи на авиационные тренажеры (АТ) [2], разработанных ранее для обучения летчиков профессиональным навыкам

пилотирования летательного аппарата и самолетовождения [3]. Существенным отличием ТПО БПЛА является необходимость учета наличия в БПЛА, кроме камер наблюдения за внешней средой в зрительном диапазоне световых волн, еще и камер тепловизора [4]. Это предполагает включение в состав имитаторов ТПО, кроме имитатора визуальной обстановки (ИВО), еще имитатора тепловизора (ИТ). ИВО синтезирует в режиме реального времени видимую часть района полетов в зрительном диапазоне световых волн [5]. ИТ синтезирует видимую в ИК-диапазоне часть района полетов, попавшего в камеру наблюдения тепловизора [6].

Исследования показали, что для совершенствования у оператора БПЛА заданных составляющих его когнитивной модели, в которой откладываются его профессиональные навыки управления БПЛА [7], необходимо разрабатывать модель макета местности [8], над которым может перемещаться модель БПЛА. С учетом задачи – обучить оператора БПЛА методам учета диких животных – модель макета местности должна включать в себя модели подвижных объектов видимых и в зрительном диапазоне световых волн и в ИК-диапазоне. Это означает, что необходимо разработать два макета района полетов. Один для ИВО с расположением 3D-моделей реперных объектов, видимых в зрительном диапазоне световых волн, второй для ИТ с расположением 3D-моделей реперных объектов, видимых в ИК-излучении.

Первоначально разрабатываются два макета со статическим расположением реперных объектов [9] и для ИВО и для ИТ. При этом место расположением 3D-моделей реперных объектов, видимых в зрительном диапазоне световых волн и в ИК-излучении, должно точно соответствовать одним и тем же координатам в мировой системе, в которой описываются все статические 3D-модели реперных объектов.

Затем с помощью методов дополненной реальности [10] на эти макеты накладываются модели подвижных 3D-объектов. Отличительной особенностью такого подхода является при разработке траектории перемещения подвижных моделей необходимость заранее рассчитать, когда эти подвижные 3D-модели будут пропадать из зоны видимости. При этом необходимо разработать несколько траекторий перемещения 3D-моделей подвижных объектов после прохождения особых точек (назовем их контрольными точками смены направления движения). В противном случае оператор БПЛА будет привыкать к поиску искомых подвижных 3D-моделей заранее зная где они могут появиться. Как и в случае со статическими 3D-моделями реперных объектов, траектории движения подвижных 3D-объектов, видимых и в зрительном диапазоне световых волн и в ИК-диапазоне, должны совпадать.

Выводы

1. При разработке тренажера подготовки оператора БПЛА, ориентированного для обучения описку и регистрации диких животных, необходимо предусмотреть, кроме имитатора визуальной обстановки, наличие имитатора тепловизора.

2. Совмещение мест расположения 3D-моделей, видимых в ИВО и в ИТ, обеспечивается за счет разработки двух макетов района полетов, один для ИВО и один – для ИТ с одинаковыми расположениями 3D-моделей реперных объектов.

3. Подвижные 3D-модели и в ИВО, и в ИТ вводятся с помощью методов дополненной реальности.

Список использованных источников

1. Роганов, В. Р. Теоретические аспекты формирования обновляемой когнитивной модели внешнего пространства, окружающего кабину авиационного тренажера транспортного средства / В. Р. Роганов, И. Ю. Семочкина, Т. В. Жашкова // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2015. – Т. 1. – С. 190 – 192.

2. Roganov, V. R. To issue of semiotic component visible for pilot of space model beyond cabin of aircraft simulator / V. R. Roganov, O. A. Kuvshinova, D. M. Grintsov // Proceedings of the 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020). Series: Lecture notes in mechanical engineering. – Chelyabinsk, 2021. – Pp. 420 – 428.

3. Features of the formation of an “Information flight model” / V. Roganov, M. Chetvergova, L. Remontova // By simulators of an aviation simulator in Journal of Physics: Conference Series. 2. – 2022. – P. 012099.

4. Роганов, В. Р. Особенности моделирования имитатора тепловизионного изображения авиационного тренажера / В. Р. Роганов, Н. С. Есимова, И. С. Пышкина, О. А. Кувшинова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10, № 4(56). – С. 54 – 59.

5. Formation of a cognitive model of visual perception of 3D models in training complexes / V. Roganov, L. Remontova, N. Esimova, S. Helal // Lecture Notes in Information Systems and Organisation. Series. “Digital Technologies in Teaching and Learning Strategies” – Proceedings of DTTLS-2021. – 2022. – Pp. 58 – 66.

6. Бондаренко, М. А. Оценка информативности комбинированных изображений в мультиспектральных системах технического зрения / М. А. Бондаренко, В. Н. Дрынкин // Программные системы и вычислительные методы. – 2016. – № 1. С. 64 – 79.

7. Роганов, В. Р. Особенности восприятия летчиками информации от имитаторов авиационного тренажера при решении навигационных задач / В. Р. Роганов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10, № 4(56). – С. 30 – 34.

8. Роганов, В. Р. Построение подстилающих поверхностей для размещения моделей реальных объектов в моделях реальной местности при фикси-

рованных точках расположения наблюдателя / В. Р. Роганов, О. О. Игонин, Э. В. Роганова // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В. И. Вернадского. – 2008. – Т. 2, № 1(11). – С. 117 – 124.

9. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020616156 Российская Федерация. Программный модуль обработки исходных данных для составления общего списка реперных объектов для включения их в моделируемые сцены визуализации имитаторов авиационного тренажера / В. Р. Роганов, З. В. Петряева, М. В. Четвергова ; заявка № 2020615418 от 28.05.2020.

10. Авксентьева, Е. Ю. Технология дополненной реальности и перспективы совместного использования дополненной реальности и методик игрофикации / Е. Ю. Авксентьева, А. А. Хорошавин // Современное образование: традиции и инновации. – 2018. – № 3. – С. 47 – 51.

References

1. Roganov, V. R. Theoretical aspects of the formation of an updated cognitive model of the external space surrounding the cabin of an aircraft simulator of a vehicle / V. R. Roganov, I. Yu. Semochkina, T. V. Zhashkova // Proceedings of the international symposium “Reliability and quality”. – 2015. T. 1. – Pp. 190 – 192.

2. Roganov, V. R. To issue of semiotic component visible for pilot of space model beyond cabin of aircraft simulator / V. R. Roganov, O. A. Kuvshinova, D. M. Grintsov // Proceedings of the 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020). Series: Lecture notes in mechanical engineering. – Chelyabinsk, 2021. – Pp. 420 – 428.

3. Roganov, V. Features of the formation of an “Information flight model” / V. Roganov, M. Chetvergova, L. Remontova // By simulators of an aviation simulator in Journal of Physics: Conference Series. 2. – 2022. – P. 012099.

4. Modeling features of the simulator of the thermal imaging image of an aviation simulator / V. R. Roganov, N. S. Yesimova, I. S. Pyshkina, O. A. Kuvshinova // XXI century: the results of the past and the problems of the present plus. – 2021. – Vol. 10, No. 4(56). – Pp. 54 – 59.

5. Formation of a cognitive model of visual perception of 3D models in training complexes / V. Roganov, L. Remontova, N. Esimova, S. Helal // Lecture Notes in Information Systems and Organisation. Series. “Digital Technologies in Teaching and Learning Strategies” – Proceedings of DTTLS-2021. – 2022. – Pp. 58 – 66.

6. Bondarenko, M. A. Estimation of informative value of combined images in multispectral vision systems / M. A. Bondarenko, V. N. Drynkin // Program systems and computational methods. – 2016. – No. 1. – Pp. 64 – 79.

7. Roganov, V. R. Peculiarities of perception by pilots of information from simulators of an aviation simulator when solving navigation problems / V. R. Roganov // XXI century: results of the past and problems of the present plus. – 2021. – Vol. 10, No. 4(56). – Pp. 30 – 34.

8. Roganov, V. R. Construction of underlying surfaces for placing models of real objects in models of real terrain at fixed points of location of the observer / V. R. Roganov, O. O. Igonin, E. V. Roganova // Questions of modern science and practice. University. V. I. Vernadsky. – 2008. – Vol. 2, No. 1(11). – Pp. 117 – 124.

9. Certificate of registration of the computer program 2020616156. Software module for processing initial data for compiling a general list of reference objects for their inclusion in simulated visualization scenes of flight simulator simulators / V. R. Roganov, Z. V. Petryaeva, M. V. Chetvergova ; application No. 2020615418 dated 05/28/2020.

10. Avksentieva, E. Yu. Augmented reality technology and prospects for joint use of augmented reality and gamification methods / E. Yu. Avksentyeva, A. A. Khoroshavin // Modern education: traditions and innovations. – 2018. – No. 3. – Pp. 47 – 51.

УДК 631.171(636)

И. Н. Казаровец
(Кафедра «Технологии и механизация животноводства»,
УО «БГАТУ», г. Минск, Беларусь,
e-mail: ktmg@batu.edu.by)

АЛГОРИТМ PLF ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРОВЬЕЙ ХРОМОТЫ

Аннотация. Сочетание точного управления, учитывающего факторы окружающей среды, климатические условия, подачу корма и воды, с непрерывным отслеживанием состояния животных дает понимание происходящих в помещении процессов и обеспечивает возможность реагирования на них в случае необходимости.

Ключевые слова: скотоводство, точное животноводство, система мониторинга и управления, хромота коров.

I. N. Kazarovets,
(Department of Technologies and Mechanization of Animal Husbandry,
EE “BGATU”, Minsk, Belarus)

PLF ALGORITHM FOR COW LAMENESS

Abstract. Combining precise environmental, climate, feed and water management with continuous animal monitoring gives you insight into what's going on in the house and the ability to respond when needed.

Keywords: cattle breeding, precision animal husbandry, monitoring and control system, lameness of cows.

Для эффективного производства очень важно как можно раньше выявлять проблемы и принимать меры на уровне отдельных животных. Системы точного животноводства (PLF) предлагают инструменты мониторинга и управления в режиме реального времени, поэтому если что-то идет не так, можно немедленно отреагировать на полученную информацию [2].

Автоматизированные системы позволяют управлять большими стадами более эффективно. Основные методы, используемые в PLF, включают непрерывное измерение реакции непосредственно на животное, а не на среду, окружающую его. Поскольку реакции животных могут быть молниеносными, бесполезно проводить обследование только один раз в год, месяц или неделю в зависимости от конкретной цели, нужен инструмент непрерывного мониторинга и управления. Слово «непрерывный» следует интерпретировать по отношению к динамическому времени отклика контролируемой переменной, в данном случае это – хромота коров.

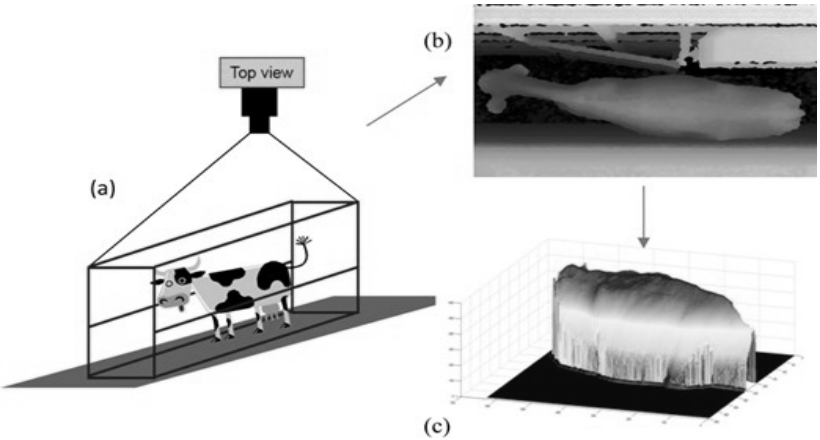


Рис. 1. Измерительная установка для сбора данных с помощью камеры (*а*) (вид сверху); изображение идущей коровы камерой глубины (*б*); данные глубины, иллюстрирующие профиль спины коровы, когда она идет под камерой (*с*)

С целью мониторинга хромоты можно использовать анализ изображений для сбора оперативных данных в режиме реального времени, а это значит, что нет необходимости в физическом контакте, нет риска повлиять на реакцию животного при проведении измерений. Кроме того, затраты снижаются, поскольку одна камера может контролировать очень большую группу животных в течение дня (рис. 1).

Для количественной оценки переменной нужен надежный золотой стандарт, в данном случае реального состояния здоровья коровы в отношении хромоты, это может быть балл, который дает эксперт-человек. Одно можно точно сказать, что в большинстве случаев установление точного золотого стандарта является одним из самых сложных элементов разработки алгоритмов PLF. Оценка и анализ изображения походки коровы дает базовый уровень, а значительное отклонение от этого уровня во времени будет показано динамическим изменением соответствующей переменной признака, рассчитанной на основе изображения. Алгоритм PLF предназначен для расчета целевой переменной в режиме реального времени, поэтому нет необходимости хранить какие-либо необработанные данные или все изображения [1].

Идея системы мониторинга предполагает поиск переменной признака, которая даст раннее предупреждение о хромоте коровы. В качестве такой переменной как вариант можно использовать: шаговое перекрытие (положение задней, передней ноги); время качания (коли-

чество времени, в течение которого копыто отрывается от пола); время стояния (количество времени, в течение которого копыто соприкасается с полом); время шага (количество времени, за которое корова совершает полный цикл шага); длина шага (расстояние между двумя последовательными положениями одного и того же копыта); свод спины (в 3 точках) и др. Основная цель заключается в том, чтобы получить представление о переменной признака, понять его динамическое поведение и биологическое значение переменной признака. Когда данные собраны, их обрабатывают и применяют маркировку, чтобы получить справочные данные для переменной функции, по которой специалист может понять, на какую переменную признака нужно обратить внимание на изображении. Далее необходимо провести сравнение динамического поведения переменной признака с результатами золотого стандарта для завершения алгоритма автоматического обнаружения хромоты. Окончательные результаты, с точки зрения производительности этих алгоритмов, могут быть выражены количественно с использованием критериев: чувствительности, специфичности и общей точности.

В настоящее время технологии предлагают обширные возможности для разработки продуктов автоматического мониторинга и управления, чтобы помочь специалистам оставаться конкурентоспособными перед лицом множества требований и навыков, которые навязывает им общество.

Список использованных источников

1. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture) : учеб.-практ. пособие / под ред. Д. Шпаара, А. В. Захаренко, В. П. Якушева. – СПб. : Пушкин, 2009. – 397 с.

2. Особенности роста ремонтных телок белорусской черно-пестрой породы / Т. В. Павлова, Н. В. Казаровец, К. А. Моисеев и др. // Современное состояние, перспективы развития молочного животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Омск : ЛИТЕРА, 7–8 апреля 2016. – С. 112 – 116.

References

1. Precision Agriculture : textbook-practice. allowance / ed. D. Shpaara, A. V. Zakharenko, V. P. Yakusheva. – St. Petersburg. : Pushkin, 2009. – 397 p.

2. Features of the growth of replacement heifers of the Belarusian black-and-white breed / T. V. Pavlova, N. V. Kazarovets, K. A. Moiseev, et al // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference / Current state, prospects for the development of dairy farming and processing of agricultural products. – Omsk : LITERA, April 7–8, 2016. – Pp. 112 – 116.

УДК 637.1:004.9

С. А. Костюкевич, Д. Ф. Кольга
(Кафедра «Технологии и механизация животноводства»,
УО «БГАТУ», г. Минск, Республика Беларусь,
e-mail: kostiukievich@mail.ru)

УМНАЯ ФЕРМА – ФАКТОР ПОЛУЧЕНИЯ МОЛОКА ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА

Аннотация. Умное молочное скотоводство предусматривает применение цифровых технологий для целенаправленного использования ресурсов и точного контроля всех процессов производства молока. Молоко коров, полученное на доильной установке «Карусель» («Унибокс»), имеет более высокие качественные показатели, соответствующие сорту «экстра»: бактериальная обсемененность – 69,3 тыс./см^3 ($P < 0,01$), количество соматических клеток – 98,21 тыс./см^3 ($P < 0,05$). Рентабельность реализованного молока составила 64%.

Ключевые слова: Умная ферма, молоко, качество молока, бактериальная обсемененность, корова.

S. A. Kastsiukevich, D. F. Kolga
(Department of Technologies and Mechanization of Animal Husbandry,
EE “BGATU”, Minsk, Belarus)

SMART FARM IS A FACTOR IN OBTAINING HIGH QUALITY MILK

Abstract. Digitization of dairy farming involves the use of digital technologies for the targeted use of resources and precise control of all milk production processes. Milk of cows obtained at the milking machine “Karusel” (“Unibox”) has higher quality indicators corresponding to the “extra” variety: bacterial contamination – 69,3 thousand/cm^3 ($P < 0.01$), the number of somatic cells – 98,21 thousand/cm^3 ($P < 0.05$). The profitability of sold milk was 64%.

Keywords: Smart farm, milk, milk quality, bacterial contamination, cow.

Умное животноводство – агротехнологическое направление, которое предполагает использование технологий IoT (Internet of Things – Интернет вещей) для сбора данных в животноводстве: генетический потенциал, удои, необходимость и время приема лекарств животными, кормление и т.д. [1, 2].

Умная» ферма – создание цифровых технологий, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отечественного животноводческого комплекса; создание и внедрение технологий повышения молочной продуктивности; снижение уровня заболеваемости

коров маститом; создание и внедрение технологий автономного производства (без оператора) [4].

Цифровая ферма (точное животноводство) – это использование информационных технологий для измерения физиологических, поведенческих и производственных показателей отдельных животных, чтобы улучшить управление. Точное животноводство (precision livestock farming) – новое направление в животноводстве, основанное на внедрении цифровых технологий, позволяющих вести индивидуальный уход за животными на основе новейших технологий измерения биологического состояния животных [4].

Исследования проводились в условиях молочно-товарного комплекса на 1000 коров (д. Чернова Червенского района). Комплекс состоит из двух производственных помещений. Старый коровник на 400 голов – доение коров осуществляется в Умном, оснащенном электроникой доильном зале типа «Параллель».

В новом коровнике на 600 коров установлено современное стойловое оборудование, произведенное компаниями группы «Унибокс». Доильный блок оснащен установкой «Карусель» с тремя линиями эвакуации молока, что дает возможность разделять молоко по сортам, жиру и белку.

Во время доения Умная машина, считывая информацию индивидуальных датчиков, по свойствам разделяет молоко в три линии – учитывается содержание жира, белка, соматические свойства (показывает, здорова ли корова). Если молоко не соответствует запрограммированным параметрам, то оно пойдет на кормление телят. На каждом доильном аппарате устанавливается автоматический клапан переключения. Отводная линия включает отдельный молокоприемник в комплекте с насосом, что позволяет разделять молоко по сортам.

Отводная линия позволяет отделять молоко с высоким содержанием соматических клеток от коров, находящихся в последние 70 дней лактации; сохранять физиологические группы «от начала до конца»; отделять в отдельную емкость «проблемное» молоко.

Для приготовления и распределения кормов применяются специально сконструированные кормосмесители-раздатчики «КРГ-15», использующие запатентованную технологию Duo-Mix. Кормораздатчики изготовлены по итальянской технологии, позволяют измельчить и смешать корм, каждой корове, подходящей к специальной кормушке, выдается рассчитанное для нее количество корма определенного состава.

Программа «Управление стадом» контролирует и управляет всеми автоматическими системами на ферме, а во время доения отслеживает состояние каждого животного.

Система «Определение охоты», сравнивая двигательную активность животного со стандартными показателями этого же животного и с показателями двигательной активности других животных стада, определяет коров «в охоте», сохраняет данные и периодически передает их в базу данных для анализа компьютерной программой. При входе в доильный зал коров «в охоте» оператор машинного доения получает соответствующее голосовое сообщение, в селекционном блоке происходит автоматическое отделение коров «в охоте», ветврач получает сообщение на мобильный телефон.

Автоматическое дозирование моющих и дезинфицирующих средств, бойлер для подогрева воды до температуры 85 градусов, блокиратор дойка-промывка, индикатор температуры воды на выходе из системы, возможность автоматического ополаскивания доильного оборудования перед доением, промывка и продувка доильных аппаратов после каждой коровы снижает риск заражения коров маститом.

При использовании Умных технологий на комплексе молоко соответствовало только сорту «экстра» (табл. 1).

Установлено, что при доении коров на доильной установке «Параллель», бактериальная обсемененность молока составила 96,2 тыс./см^3, что на 26,9 тыс./см^3 (28,0%) выше, в сравнении с бактериальной обсемененность молока, полученного на доильной установке «Карусель» (69,3 тыс./см^3).

Коли-титр молока при доении коров на Умных доильных установках соответствовал требованиям стандарта и сорту «экстра».

1. Показатели качества молока

Показатели	Доильная установка «Параллель»	Доильная установка «Карусель»
Бактериальная обсемененность, тыс./см^3	96,2 ± 4,6	69,3 ± 1,8**
Коли-титр	0,01…1,0	0,01…1,0***
Количество соматических клеток, тыс./см^3	156,02 ± 5,20	98,21 ± 2,62*

$^{*}P < 0,05$; $^{**}P < 0,01$; $^{***}P < 0,001$.

Содержание соматических клеток в молоке коров соответствовало молоку сорта «экстра». Однако в молоке коров, доившихся доильной установкой «Карусель», количество соматических клеток значительно ниже – на 57,81 тыс./см^3 или на 37,0%.

Таким образом, применение Умных технологий при производстве молока (кормления, содержания и доения коров) позволяет организовать рентабельное производство высококачественного молока, соответствующего сорту «экстра»: бактериальная обсемененность – 69,3 тыс./см^3 ($P < 0,01$), количество соматических клеток – 98,21 тыс./см^3 ($P < 0,05$). Рентабельность реализованного молока составила 64%.

Список использованных источников

1. Колотухин, В. Инновационная сфера Беларуси [Электронный ресурс] / В. Колотухин, О. Моторина. – URL : http://www.nbrb.by /bv/articles/10323.pdf (Дата обращения: 02.10.2022).

2. Пять причин использовать облачные технологии в молочной отрасли [Электронный ресурс] // Milknews. – URL : https://www.milknews.ru/longridy/5-prichin-ispolzovat-oblachnye-tehnologii-vmolochnoj-otrasli.html (Дата обращения: 02.10.2022).

3. Цифровая трансформация сельского хозяйства России. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с.

4. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Электронный ресурс]. – URL : http://www.fao.org/faostat/ru/#country (Дата обращения: 04.10.2022).

References

1. Kolotukhin, V. Innovative sphere of Belarus [Electronic resource] / V. Kolotukhin, O. Motorina. – URL : http://www.nbrb.by/bv/articles/10323.pdf (Access date: 02.10.2022).

2. Five reasons to use cloud technologies in the dairy industry [Electronic resource] // Milknews. – URL : https://www.milknews.ru/longridy/5-prichin-ispolzovat-oblachnye-tehnologii-vmolochnoj-otrasli.html (Access date: 02.10.2022).

3. Digital transformation of Russian agriculture. – M. : FGBNU “Rosinformagrotech”, 2019. – 80 p.

4. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource]. – URL : http://www.fao.org/faostat/ru /#country (Date of access: 04.10.2022).

УДК 629.7.014

О. А. Кувшинова, Е. А. Асмолова, Н. С. Есимова, М. С. Хитрых
(Кафедра «Информационные технологии и системы»,
ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: logani@mail.ru)

К ЗАДАЧЕ РАЗРАБОТКИ ТЕКСТУР ДЛЯ ОКРАШИВАНИЯ 3D-ПОЛИГОНОВ 3D-МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ АВИАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА ИЛИ ТРЕНАЖЕРА ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Аннотация. Рассматриваются особенности текстур разработанных для окрашивания 3D-полигонов моделей 3D-объектов виртуального пространства для авиационного тренажера или тренажера подготовки оператора беспилотного летательного аппарата.

Ключевые слова: имитатор тепловизора, имитатор визуальной обстановки, макет района полетов.

O. A. Kuvshinova, E. A. Asmolova, N. S. Esimova, M. S. Khitrykh
(Department of Information Technologies and Systems,
PenzGTU, Penza, Russia)

TO THE PROBLEM OF DEVELOPING TEXTURES FOR COLORING 3D-POLYGONS OF 3D-MODELS OF VIRTUAL SPACE FOR AN AVIATION SIMULATOR OR AN UNMANNED AERIAL VEHICLE OPERATOR TRAINING SIMULATOR

Abstract. The article is devoted to the features of textures developed for coloring 3D- polygons of models of 3D-objects of virtual space for an aviation simulator or an unmanned aerial vehicle operator training simulator.

Key words: thermal imager simulator, visual situation simulator, flight area model.

Обучение пилотов летательных аппаратов на авиационных тренажерах и операторов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на тренажерах подготовки операторов БПЛА требует разработки 3D-модели района полетов [1] с размещенными в ней 3D-моделями реперных объектов [2]. Конструирование 3D-моделей предполагает обеспечить задачу их распознавания при наблюдении на разных дистанциях,

синтезированных с помощью имитатора визуальной обстановки (ИВО) или имитатора тепловизора (ИТ) [3].

Решение задачи распознавания 3D-моделей реперных объектов после их синтеза с помощью ИВО или авиационного тренажера или ИВО тренажера подготовки оператора БПЛА решается в два этапа. На первом этапе надо сохранить особенности наблюдаемых конструкций реальных 3D-объекта. На втором 3D-полигоны, из которых набраны 3D-модели реперных объектов должны быть окрашены, чтобы у человека, рассматривающего эту 3D-модель с разных ракурсов и на разных дистанциях наблюдения возникало ощущение, что он видит реальный 3D-объект.

Решение второй задачи предполагает разработку нескольких текстур, которые могут быть разрешены для окрашивания рассматриваемых 3D-полигонов на разных дистанциях наблюдения.

Исследования показали, что решение задачи разработки таких текстур одинаковы и для 3D-моделей видимых в зрительном диапазоне световых волн и для 3D-моделей, видимых в ИК-излучении. Это решение предполагает разработку текстур на базе фотографий исходного объекта, сделанных на разных дистанциях наблюдения в разное время суток и года.

Вывод

Решение задачи разработки текстур для окрашивания 3D-полигонов для имитатора визуальной обстановки и для имитатора тепловизора имеют одно и то же решение – необходимо использовать фотографии исходного объекта, сделанные на разных дистанциях и в разное время суток и года.

Список использованных источников

1. Роганов, В. Р. By solving the problem of providing the necessary quality of the model of the surrounding space / В. Р. Роганов // Современные информационные технологии. – 2015. – № 22. – С. 7 – 13.

2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020616156 Российская Федерация. Программный модуль обработки исходных данных для составления общего списка реперных объектов для включения их в моделируемые сцены визуализации имитаторов авиационного тренажера / В. Р. Роганов, З. В. Петряева, М. В. Четвергова ; заявка № 2020615418 от 28.05.2020.

3. Особенности моделирования имитатора тепловизионного изображения авиационного тренажера / В. Р. Роганов, Н. С. Есимова, И. С. Пышкина, О. А. Кувшинова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10, № 4(56). – С. 54 – 59.

References

1. Roganov, V. R. By solving the problem of providing the necessary quality of the model of the surrounding space / V. R. Roganov // Modern information technologies. – 2015. – No. 22. – Pp. 7 – 13.
2. Certificate of registration of the computer program 2020616156. Software module for processing initial data for compiling a general list of reference objects for their inclusion in simulated visualization scenes of flight simulator simulators / V. R. Roganov, Z. V. Petryaeva, M. V. Chetvergova ; Application No. 2020615418 dated 05.28.2020.
3. Modeling features of the simulator of the thermal imaging image of an aviation simulator / V. R. Roganov, N. S. Yesimova, I. S. Pyshkina, O. A. Kuvshinova // XXI century: the results of the past and the problems of the present plus. – 2021. – Vol. 10, No. 4(56). – Pp. 54 – 59.

УДК 681.5

М. Ю. Рытов, К. А. Седаков
(Кафедра «Системы информационной безопасности»,
ФГБОУ ВО «БГТУ», г. Брянск, Россия,
e-mail: rmy@tu-bryansk.ru)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Рассмотрен подход к содержанию методики выявления нарушителей информационной безопасности. Приведены механизмы определения угроз.

Ключевые слова: категорирование нарушителей целостности конфиденциальной информации.

M. Yu. Rytov, K. A. Sedakov
(Department of Information security Systems,
BSTU, Bryansk, Russia)

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR IDENTIFYING INFORMATION SECURITY VIOLATORS

Abstract. An approach to the content of the methodology for identifying information security violators is considered. Mechanisms for determining threats are given.

Keywords: categorization of violators of the integrity of confidential information.

Основополагающим этапом при проектировании подсистемы защиты информации является разработка модели угроз безопасности информации, которая должна включать в себя модель нарушителя безопасности информации (далее – нарушитель) [1]. Механизм определения угроз состоит из следующих этапов:

– определение и подготовка перечня источников угроз, включая нарушителей, оценка их возможностей и потенциала;

– подготовка перечня уязвимостей программного обеспечения информационной системы и ее активов для последующего анализа;

– определение способов (сценариев) реализации угроз;

– оценка последствий от реализации угроз и степень влияния выбранных угроз на свойства безопасности информации, обрабатываемой в информационной системе.

При наличии различного вида нарушителей их категорирование осуществляется с использованием мотивации, целей и типов, завися-

щих от наличия физического доступа внутрь контролируемой зоны, в которой размещены информационные системы. При этом нарушители обладают различными возможностями и потенциалом.

Выбор способов (сценариев) реализации угроз нарушителем необходимо осуществлять с использованием банка угроз безопасности информации, что способствует подготовке перечня угроз с использованием типа и потенциала нарушителя, а также выбранных экспертным путем последствий реализации угрозы. Нерешенной проблемой является отсутствие параметра потенциала для нарушителей.

Целью данной работы является разработка методики определения нарушителей информационной безопасности с помощью потенциала нарушителя безопасности информации в зависимости от его возможностей и оценка влияния данного потенциала на реализацию уязвимостей программного обеспечения в информационных системах.

Потенциал нарушителей. Доступность к конфиденциальной информации прежде всего зависит от нарушителя, его потенциала и вероятного ущерба, а именно: террористических группировок; преступных групп; внешних субъектов (физических лиц); лиц, привлекаемых для установочных работ; лиц, обеспечивающих функционирование информационных систем; бывших сотрудников [2].

Потенциал нарушителя переходит на уровень выше, если определено, что нарушитель имеет повышенную мотивацию реализации угрозы.

В качестве возможных целей (мотивации) реализации нарушителями угроз безопасности информации в информационной системе могут быть:

1) организация террористического акта;

2) причинение имущественного ущерба путем мошенничества или иным преступным путем;

3) любопытство или желание самореализации;

4) выявление уязвимостей с целью их дальнейшей продажи и получения финансовой выгоды;

5) реализация угроз безопасности информации из мести или по неосторожности.

В настоящее время внедрено множество методических документов, регламентирующих подходы к разработке моделей угроз безопасности информации для информационных систем, обрабатывающих информацию различного характера. Существуют разные методики разработки угроз и построения модели нарушителя, предлагаемые регуляторами в области информационной безопасности, в зависимости от направления их деятельности. Для поддержки принятий решений в процессе моделирования угроз разработан банк данных угроз безопас-

ности информации. Однако в существующих подходах имеется ряд противоречий, при этом методики определения угроз и построения модели нарушителя, в большинстве случаев, предполагают привлечение экспертов для оценки факторов и условий возникновения угроз. В существующих методиках отсутствует взаимосвязь между нарушителем безопасности информации и уязвимостями программного обеспечения в информационных системах, что не позволяет построить адекватную модель угроз без привлечения квалифицированных экспертов.

Список используемой литературы

1. Артемов, А. В. Информационная безопасность : курс лекций / А. В. Артемов. – Орел : Межрегиональная Академия безопасности и выживания (МАБИВ), 2014. – 256 с. – URL : http://www.iprbookshop.ru/33430.html

2. Аверченков, В. И. Аудит информационной безопасности : учебное пособие / В. И. Аверченков. – Брянск : Брянск. гос. техн. ун-т, 2012. – URL : http://www.iprbookshop.ru/6991.html

References

1. Artemov, A. V. Information security: a course of lectures / A. V. Artemov. – Eagle : Interregional Academy of Safety and Survival (MABIV), 2014. – 256 p. – URL : http://www.iprbookshop.ru/33430.html

3. Averchenkov, V. I. Information security audit: a textbook for universities / V. I. Averchenkov. – Bryansk : Bryansk State Technical University, 2012. – 268 p. – URL : http://www.iprbookshop.ru/6991.html

УДК 629.7.014

В. Р. Роганов, О. А. Кувшинова
(Кафедра «Информационные технологии и системы»,
ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: vladimir_roganov@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЙОНА ПОЛЕТОВ ДЛЯ ИМИТАТОРОВ ВИЗУАЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ ТРЕНАЖЕРОВ ОПЕРАТОРОВ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация. Посвящена особенностям моделирования подстилающей поверхности для имитаторов визуальной обстановки авиационных тренажеров.

Ключевые слова: имитатор визуальной обстановки, тренажер, беспилотный летательный аппарат.

V. R. Roganov, O. A. Kuvshinova
(Department of Information Technologies and Systems,
PenzGTU, Penza, Russia)

FEATURES OF SIMULATION OF THE FLIGHT AREA FOR SIMULATORS OF THE VISUAL ENVIRONMENT OF SIMULATORS FOR OPERATORS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Abstract. The article is devoted to the features of modeling the underlying surface for simulators of the visual environment of flight simulators.

Keywords: visual environment simulator, simulator, unmanned aerial vehicle.

С каждым днем все расширяется применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в народном хозяйстве. Это требует увеличения числа операторов, управляющих БПЛА. Одним из направлений подготовки таких операторов является использование тренажеров аналогичных авиационным тренажерам. Такие тренажеры – это объединение нескольких имитаторов для решения задач, поставленных Заказчиком.

Как показали результаты исследований, как минимум один имитатор должен быть и в тренажерах подготовки операторов БПЛА и в авиационных тренажерах. Это эргатическая оптико-программно-техническая система «имитатор визуальной обстановки» (ИВО), моделирующая для подготовленного человека изображение 3D-модели местности, над которой летает модель летательного аппарата. Цель ИВО – воздействовать на зрительный аппарат человека с целью вызвать у него эффект наблюдения 3D-моделей на макете местности, в то время

как реально он видит изменяемый видеоряд из 2D-проекций 3D-моделей, попавших в камеру наблюдения. Еще одним эффектом наблюдения 3D-моделей с помощью ИВО является возможность совершенствовать составляющие когнитивной модели человека, отвечающие за профессиональную тренировку его глазомера. ИВО воздействует на заданные составляющие зрительного аппарата человека, передавая ему специально подготовленный видеоряд через специальную оптику. Без оптики человек видит только 2D-видеоряд, но при наличии на летательном аппарате специальной аппаратуры и его бывает достаточно, чтобы выполнять с его помощью поставленные Заказчиком задачи.

Как показали исследования, отличия в ИВО авиационного тренажера и ИВО тренажера оператора БПЛА в 3D-модели района полета. В первом случае это модель района размером до 1500×1500 км с равномерным размещением 3D-моделей реперных объектов для полетов в любом направлении, во втором 30×300 км с размещением 3D-моделей реперных объектов для обучения операторов решению поставленных Заказчиком задач.

Выводы

1. И в авиационный тренажер, и в тренажер оператора БПЛА входят одинаковые ИВО, или как минимум одинаковые программно-технические узлы синтеза видеоряда из 2D-проекций 3D-объектов 3D-модели района полетов.

2. Существенным отличием ИВО авиационного тренажера от ИВО тренажера подготовки оператора БПЛА являются разные требования к 3D-моделям района полетов.

Список использованных источников

1. Роганов, В. Р. Концепция создания эргатического оптико-программно-технического комплекса «Имитатор визуальной обстановки», позволяющего человеку тренировать глазомер / В. Р. Роганов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – Т. 1, № 4(26). – С. 81 – 87.

2. Роганов, В. Р. Теоретические аспекты формирования обновляемой когнитивной модели внешнего пространства, окружающего кабину авиационного тренажера транспортного средства / В. Р. Роганов, И. Ю. Семочкина, Т. В. Жашкова // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2015. – Т. 1. – С. 190 – 192.

References

1. Roganov, V. R. The concept of creating an ergatic optical-software-technical complex "Visual Environment Simulator", which allows a person to train an eye / V. R. Roganov // XXI century: results of the past and problems of the present plus. – 2015. – Vol. 1, No. 4(26). – Pp. 81 – 87.

2. Roganov, V. R. Theoretical aspects of the formation of an updated cognitive model of the external space surrounding the cabin of an aircraft simulator of a vehicle / V. R. Roganov, I. Yu. Semochkina, T. V. Zhashkova // Proceedings of the International Symposium "Reliability and Quality". – 2015. – Vol. 1. – Pp. 190 – 192.

УДК 004.9311

Д. А. Бобров, В. А. Бугров, П. Ф. Маслов,
С. А. Сенкевич
(Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: bugor505@yandex.ru, yack.uk@yandex.ru)

ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КАРТЫ С ПОМОЩЬЮ СТЕРЕОКАМЕРЫ ZED 2i

Аннотация. Рассмотрен способ построения пространственной карты помещения или определенной территории с использованием стереокамеры ZED 2i и программного пакета к ней. Приведен алгоритм действий по созданию карты, дана краткая характеристика пакета приложений.

Ключевые слова: ZED, ZED 2i, ZED SDK, стереокамера, система построения карт, обработка изображения.

D. A. Bobrov, V. A. Bugrov, P. F. Maslov,
S. A. Senkevich
(Department “Mechatronics and technological measurements”,
TSTU, Tambov, Russia)

CREATING A SPATIAL MAP USING THE ZED 2I STEREO CAMERA

Abstract. A method for constructing a spatial map of a room or a certain territory using a ZED 2i stereo camera and a software package for it. An algorithm for creating a map is given, a brief description of the application package is given.

Keywords: ZED, ZED 2i, ZED SDK, stereo camera, mapping system, image processing.

Локальная навигация – система, позволяющая робототехническим и иным устройствам ориентироваться в пространстве без использования орбитальных спутников и без привязки к таким системам как GPS и ГЛОНАСС. Системы локальной навигации планируют и контролируют выполнение маневров, составляющих движение по сформированному маршруту. Эта схема навигации мобильных роботов отвечает за определение относительных координат такого робота [1].

К основным задачам системы локальной навигации мобильных роботов относят определение относительных декартовых и угловых координат, а также построение пространственной интерактивной карты, с помощью которой в дальнейшем и происходит ориентация и передвижение робота.

Одним из способов реализации системы локальной навигации является использование систем технического зрения.

Для построения 3D-карт, а также локальной навигации выбрана стереоскопическая камера ZED 2i. Она снабжена двумя объективами и набором датчиков для определения скоростей, ускорений, перемещений мобильного робота и иных второстепенных показателей и физических величин.

Камера ZED 2i требует наличия программного пакета ZED SDK для работы с изображениями. Для нормального функционирования этого пакета требуется более четырех гигабайт оперативной памяти и вход USB 3.0.

В состав программного пакета ZED SDK входят приложения: Sensor Viewer, Calibration, Depth Viewer, ZEDfu (Fusion).

Приложение ZED Sensor Viewer используется для определения показаний датчиков камеры. Приложение ZED Calibration используется для настройки и калибровки стереокамеры. Приложение ZED Depth Viewer используется для записи видео с камеры. Приложение ZEDfu используется для отрисовки 3D-карт.

Перед созданием 3D-карты необходимо подключить стереокамеру ZED 2i к компьютеру, на котором установлен пакет приложений ZED SDK. Подключенная стереокамера калибруется в приложении Calibration, а ее датчики – в приложении Sensor Viewer.

Рис. 1. Построенная 3D-карта

Для начала отрисовки пользователь должен выбрать готовый к обработке файл расширения «.svo», записанный с помощью приложения ZED Depth Viewer, или записать видео непосредственно в приложении ZEDfu. В окне приложения, представленном на рис. 1, выводятся двухмерное изображение, получаемое с камеры, цветная карта глубин и составляемая полигональная сетка изображения. После обработки этой сетки программа накладывает двухмерное изображение на полигональную сетку, выстраивая окончательную 3D-карту, изображенную на рис. 1 [2].

Список использованных источников

1. Черноножкин, В. А. Система локальной навигации для наземных мобильных роботов / В. А. Черноножкин // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2008. – № 57. – С. 18 – 33.
2. Тептюк, А. Д. Проектирование робота для построения 3D-карты местности / А. Д. Тептюк // Сборник избранных статей научной сессии Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – Томск, 2018. – Вып. 1. – С. 147 – 150.

References

1. Chernonozhkin, V. A. Local navigation system for mobile ground robots / V. A. Chernonozhkin // Scientific and technical bulletin of information technologies, mechanics and optics. – 2008. – No. 57. – Pp. 18 – 33.
2. Teptyuk, A. D. Designing a robot to create a 3D map of the area / A. D. Teptyuk // Collection of selected articles of the scientific session of the Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics. – Tomsk, 2018. – Is. 1. – Pp. 147 – 150.

УДК 629.7.014

В. Р. Роганов
(Кафедра «Информационные технологии и системы»,
ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: vladimir_roganov@mail.ru)

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИМИТАТОРАМ ВИЗУАЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ И ИМИТАТОРАМ ТЕПЛОВИЗОРА

Аннотация. Посвящена анализу имитаторов визуальной обстановки и имитаторов тепловизора, входящих в состав комплекса технических средств авиационного тренажера или тренажера оператора беспилотного летательного аппарата.

Ключевые слова: имитатор тепловизора, имитатор визуальной обстановки, когнитивная модель.

V. R. Roganov
(Department of Information Technologies and Systems,
PenzGTU, Penza, Russia)

BASIC REQUIREMENTS FOR VISUAL ENVIRONMENT SIMULATORS AND THERMAL IMAGER SIMULATORS

Abstract. The article is devoted to the analysis of visual environment simulators and thermal imager simulators included in the complex of technical means of an aviation simulator or an unmanned aerial vehicle operator simulator.

Key words: thermal imager simulator, visual environment simulator, cognitive model.

Основная цель разработки имитаторов визуальной обстановки (ИВО) и имитаторов тепловизора (ИТ), входящих в состав комплекса технических средств авиационного тренажера или тренажера подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов – синтезировать для обучаемого визуально наблюдаемую 3D-модель окружающего пространства [1]. Критерием выполнения поставленной задачи является прохождение испытаний тренажера.

Однако разработка и ИВО и ИТ это длительный процесс с множеством выбора возможных вариантов решения текущих задач, в частности, выбора реперных объектов и выбора технических характеристик отдельных узлов ИВО или ИТ [2]. Необходимо выработать критерии отбора.

Исследования показали, что таким критерием является адекватность формирования составляющих когнитивной модели летчика или оператора беспилотного летательного аппарата [3], отвечающих за визуальное восприятие 3D-моделей реперных объектов в сравнении с визуальным восприятием их реальных аналогов. Таким образом, формируются требования и к 3D-конструкциям моделей реперных объектов и к текстурам, используемым для окрашивания их 3D-полигонов [4].

Выводы

1. Все узлы ИВО и ИТ должны оцениваться с точки зрения их участия в формировании заданных составляющих когнитивной модели летчика или оператора беспилотного летательного аппарата, проходящих обучение.

2. Требование формирования у обучаемого заданных составляющих когнитивной модели при полетах на тренажерах относится как ко всему тренажеру в целом, так и к отдельным его узлам.

Список использованных источников

1. Роганов, В. Р. Теоретические аспекты формирования обновляемой когнитивной модели внешнего пространства, окружающего кабину авиационного тренажера транспортного средства / В. Р. Роганов, И. Ю. Семочкина, Т. В. Жашкова // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2015. – Т. 1. – С. 190 – 192.

2. Колоденкова, А. Е. Использование нейронной сети для обучения неоднородной когнитивной модели диагностирования состояния электротехнического оборудования / А. Е. Колоденкова, С. С. Верещагина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2(78). – С. 163 – 171.

3. Kolidenkova, A. Increasing the competitiveness of the university educational programs through scientific and methodological support using modern intellectual technologies / A. Kolodenkova, S. Vereshchagina, E. Muntyan // 6th International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino. Proceedings 6. – 2022.

4. Особенности моделирования имитатора тепловизионного изображения авиационного тренажера / В. Р. Роганов, Н. С. Есимова, И. С. Пышкина, О. А. Кувшинова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10, № 4(56). – С. 54 – 59.

References

1. Roganov, V. R. Theoretical aspects of the formation of an updated cognitive model of the external space surrounding the cabin of an aircraft simulator of a vehicle / V. R. Roganov, I. Yu. Semochkina, T. V. Zhashkova // Proceedings of the international symposium "Reliability and quality". – 2015. – T. 1. – Pp. 190 – 192.

2. Kolodenkova, A. E. Using a neural network for training a heterogeneous cognitive model for diagnosing the state of electrical equipment / A. E. Kolodenkova, S. S. Vereshchagin // Bulletin of the Rostov State University of Communications. – 2020. – No. 2(78). – Pp. 163 – 171.

3. Kolidenkova, A. Increasing the competitiveness of the educational Kolidenkova A. Increasing the competitiveness of the university educational programs through scientific and methodological support using modern intellectual technologies / A. Kolodenkova, S. Vereshchagina, E. Muntyan // 6th International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino. Proceedings 6. – 2022.

4. Modeling features of the simulator of the thermal imaging image of an aviation simulator / V. R. Roganov, N. S. Yesimova, I. S. Pyshkina, O. A. Kuvshinova // XXI century: the results of the past and the problems of the present plus. – 2021. – Vol. 10, No. 4(56). – Pp. 54 – 59.

УДК 629.7.014

Н. С. Есимова
(Кафедра «Информационные технологии и системы»,
ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия,
e-mail: nurzipa.esimova@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ ИМИТАТОРОВ ВИЗУАЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ ТРЕНАЖЕРОВ ОПЕРАТОРОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ОБРАБАТЫВАЮЩИХ И НАБЛЮДАЮЩИХ ЗА ПОСЕВАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Посвящена отличиям имитаторов визуальной обстановки тренажеров подготовки операторов беспилотных аппаратов, обрабатывающих и наблюдающих за посевами сельскохозяйственных культур от имитаторов визуальной обстановки авиационных тренажеров, разработанных для обучения летчика пилотированию летательного аппарата.

Ключевые слова: имитатор визуальной обстановки, тренажер, беспилотный летательный аппарат.

N. S. Yesimova
(Department of Information Technologies and Systems,
PenzGTU, Penza, Russia)

FEATURES OF VISUAL ENVIRONMENT SIMULATORS FOR SIMULATORS OF UNMANNED AERIAL VEHICLE OPERATORS PROCESSING AND OBSERVING CROPS

Abstract. The article is devoted to the differences between the visual environment simulators for training operators of unmanned aerial vehicles processing and monitoring crops from the visual environment simulators of aviation simulators designed to train a pilot to pilot an aircraft.

Keywords: visual environment simulator, simulator, unmanned aerial vehicle.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [1] в целях улучшения условий наблюдения и обработки за ростом сельскохозяйственных культур в настоящее временя является обычным делом. Однако более широкое их использование сталкивается с необходимостью интенсификации методов подготовки операторов БПЛА [2]. В традиционной авиации аналогичная проблема была во многом решена за счет разработки и интенсивного использования авиационных тренажеров [3]. Следовательно, один из вариантов ее решения – создание тренажеров подготовки операторов БПЛА [4].

Такие тренажеры – это комплекс из отдельных имитаторов, синтезирующих в режиме реального времени с циклом не более чем 80 м/с информационные процессы как о поведении моделей всех контролируемых узлов реального летательного аппарата, так и визуально наблюдаемое изображение модели внешней среды для решения навигационных задач. В частности, синтез изображения внешней среды, аналогичному наблюдаемому пилотом летательного аппарата осуществляет имитатор визуальной обстановки, а высоту полета показывает имитатор ДИСС.

Список использованных источников

1. Архітектура інформаційної технології автоматизованого планування дій безпілотних літальних апаратів / А. В.Тристан, А. О Бережний, І. М. Крижанівський, О. А. Салаш // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2020. – № 1(66). – С. 99 – 108.

2. Роганов, В. Р. Теоретические аспекты формирования обновляемой когнитивной модели внешнего пространства, окружающего кабину авиационного тренажера транспортного средства / В. Р. Роганов, И. Ю. Семочкина, Т. В. Жашкова // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2015. – Т. 1. – С. 190 – 192.

3. Roganov, V. Features of the formation of an "Information flight model" / V. Roganov, M. Chetvergova, L. Remontova // By simulators of an aviation simulator in Journal of Physics: Conference Series. 2. – 2022. – P. 012099.

4. Roganov, V. R. To issue of semiotic component visible for pilot of space model beyond cabin of aircraft simulator / V. R. Roganov, O. A. Kuvshinova, D. M. Grintsov // Proceedings of the 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020). Series: Lecture notes in mechanical engineering. – Chelyabinsk, 2021. – Pp. 420 – 428.

References

1. Architecture of information technology for automated planning for unmanned aerial vehicles / A. V. Tristan, A. O. Berezhniy, I. M. Krizhanivsky, O. A.Salash // Telecommunications and information technologies. – 2020. – No. 1(66). – Pp. 99 – 108.

2. Roganov, V. R. Theoretical aspects of the formation of an updated cognitive model of the external space surrounding the cabin of an aircraft simulator of a vehicle / V. R. Roganov, I. Yu. Semochkina, T. V. Zhashkova // Proceedings of the international symposium "Reliability and quality". – 2015. Vol. 1. – Pp. 190 – 192.

3. Roganov, V. Features of the formation of an "Information flight model" / V. Roganov, M. Chetvergova, L. Remontova // By simulators of an aviation simulator in Journal of Physics: Conference Series. 2. – 2022. – P. 012099.

4. Roganov, V. R. To issue of semiotic component visible for pilot of space model beyond cabin of aircraft simulator / V. R. Roganov, O. A. Kuvshinova, D. M. Grintsov // Proceedings of the 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020). Series: Lecture notes in mechanical engineering. – Chelyabinsk, 2021. – Pp. 420 – 428.

УДК 004.414.32

Д. А. Бобров, В. А. Бугров, П. Ф. Маслов,
С. А. Сенкевич
(Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: bugor505@yandex.ru, yack.uk@yandex.ru)

СОЗДАНИЕ МОБИЛЬНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ botANNIC

Аннотация. Рассмотрен процесс разработки и изготовления подвижной роботизированной платформы botANNIC, оборудованной стереоскопической камерой ZED 2i. Перечислены компоненты, использующиеся в платформе.

Ключевые слова: мобильная роботизированная платформа, агробот, botANNIC, ZED, ZED 2i, стереокамера.

D. A. Bobrov, V. A. Bugrov, P. F. Maslov,
S. A. Senkevich
(Department “Mechatronics and technological measurements”,
TSTU, Tambov, Russia)

CREATION OF A MOBILE ROBOTIC PLATFORM botANNIC

Abstract. The process of development and manufacturing of a mobile robotic platform botANNIC equipped with a ZED 2i stereoscopic camera is considered. The components used in the platform are listed.

Keywords: mobile robotic platform, agrobot, botANNIC, ZED, ZED 2i, stereo camera.

В современное время мобильные роботизированные платформы используются во многих областях науки и техники. Особенно хорошо мобильные платформы зарекомендовали себя для решения задач в условиях, где деятельность человека ограничена или невозможна. К таким задачам можно отнести функционирование робота в открытом космосе, в условиях глубоководных погружений, в зонах химического, радиационного заражения или боевых действий [1].

Основным направлением развития мобильных роботизированных платформ является переход от управляемых оператором роботов к автономным мобильным роботам, наделенным собственными интеллектуальными системами управления. В этом случае человек опреде-

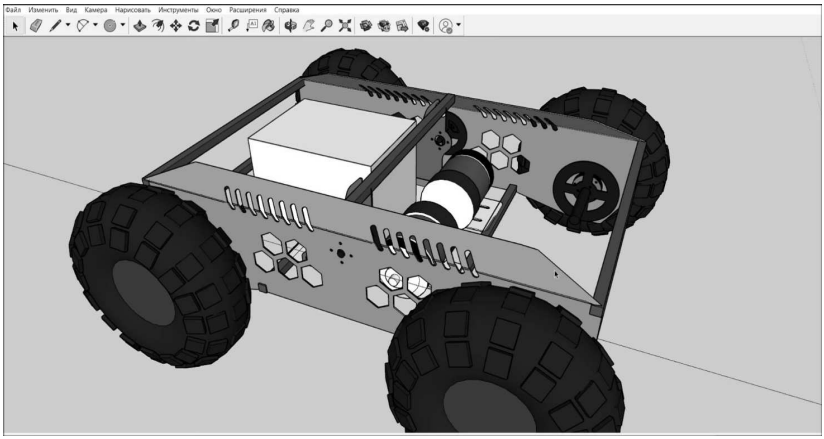


Рис. 1. CAD-модель платформы

ляет конечные цели для роботизированной платформы, а оставшуюся работу по построению маршрута передвижения берет на себя интеллектуальная система робота [2].

Перед созданием прототипа мобильной роботизированной платформы была разработана пространственная CAD-модель робота, представленная на рис. 1.

Питание мобильной роботизированной платформы обеспечивает литий-ионный аккумулятор с номинальным напряжением 48 В и емкостью 40 А·ч. Аккумулятор питает два мотора планетарного типа BM1418ZXF на 500 Вт с заявленной частотой 2800 мин$^{-1}$ под нагрузкой. Момент с электродвигателей передается на оси вращения колес с помощью цепных передач. Мобильная роботизированная платформа оснащена внедорожными колесами 6R 145/70.

Цифровое оснащение платформы включает в себя портативный компьютер Nvidia Jetson, плату Arduino UNO, связанную с четырьмя ультразвуковыми датчиками расстояния и платами их управления, RC-ресивер для пульта управления платформой и отправки изображения с видеокамеры на пульт, Wi-Fi роутер для беспроводной передачи изображения со стереокамеры ZED 2i на персональный компьютер-сервер, а также для управления двигателями мобильной роботизированной платформы с помощью персонального компьютера.

Итоговая сборка мобильной роботизированной платформы представлена на рис. 2.

Рис. 2. Итоговая сборка платформы

Список использованных источников

1. Чернухин, Ю. В. Мобильная робототехническая платформа с перестраиваемой гетерогенной системой управления / Ю. В. Чернухин // Изв. Южного федерального университета. Технические науки. – 2012. – № 1(126). – С. 96 – 103.
2. Волошенко, А. В. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие / А. В. Волошенко, Д. Б. Горбунов. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2011. – 108 с.

References

1. Chernuhin, Yu. V. Mobile robotic platform with a configurable heterogeneous control system / Yu. V. Chernuhin // News of the Southern Federal University. Technical sciences. – 2012. – No. 1(126). – Pp. 96 – 103.
2. Voloshenko, A. V. Design of automatic control and regulation systems: a study guide / A. V. Voloshenko. – Tomsk : Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2011. – 108 p.

УДК 681.5

М. Ю. Михеев, А. С. Попченков
(Кафедра «Информационные технологии и системы»,
ФГБОУ ВО ПензГТУ, г. Пенза, Россия,
e-mail: mix1959@gmail.com)

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «СПРАВОЧНИК БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ»

Аннотация. Рассмотрена роль мобильных приложений в жизни современного человека. Предназначено для пользователей мобильных устройств, ищущих информацию о различных видах заболеваний растений. Предлагается разработанное мобильное приложение «Справочник болезней растений».

Ключевые слова: мобильные приложения, мобильные устройства, заболевания растений, Android-устройство.

M. Yu. Mikheev, A. S. Popchenkof
(PenzGT, Penza, Russia)

MOBILE APPLICATION “HANDBOOK OF PLANT DISEASES”

Abstract. The role of mobile applications in the modern person life is considered. Designed for mobile device users looking for information on various types of plant diseases. The developed mobile application “Handbook of plant diseases” is offered.

Keywords: mobile applications, mobile devices, plant diseases. Android-device.

Цифровая трансформация, цифровые технологии меняют поведенческие модели потребителей [1]. Невозможно представить жизнь в современном мире без гаджетов: люди желают упростить свою жизнь любым способом и потому активно пользуются разнообразными мобильными приложениями.

Мобильные приложения активно используют для поиска и изучения новой и полезной информации. Основными критериями мобильных приложений для целей изучения новой информации являются [2]:

- понятный и удобный пользовательский интерфейс;
- удобная и объемная библиотека образовательных материалов;
- возможность offline пользования.

На сегодняшний день существует достаточно много информационных приложений, в которых обозреваются новости и информация различного характера. Печатные издания теряют свою прежнюю акту-

альность, и СМИ постепенно переходят в мобильные приложения, продвигая свои анонсы и расширяя аудиторию. Помимо этого, люди каких-либо узконаправленных специальностей могут использовать для своей работы или учебы различные нагруженные нужной им информацией приложения. К примеру, флористы, ботаники, дендрологи часто сталкиваются с такими проблемами, как заболевания растений. Болезни растений – это процессы, которые протекают в растении под влиянием разных причин. Это могут быть возбудители болезней и неблагоприятные условия среды, а также нарушения функций (фотосинтеза, дыхания, синтеза пластических и ростовых веществ, тока воды, питательных веществ), строения организма. Все это вызывает преждевременную гибель растения или поражения отдельных его органов.

Существует множество электронных справочников, Интернет-ресурсов, наполненных информацией по заболеваниям растений, по защите растений, с помощью которых можно узнать как классификацию болезней растений, их симптомы, так и способы ухода, профилактики и лечения [3 – 5].

Мобильные приложения более популярны, чем аналогичные веб-сайты, поскольку значительно удобнее. Они обеспечивают лучшее взаимодействие с пользователем и быстрее загружают контент. Заинтересованные непрофессиональные пользователи, такие, например, как дачники, любители растений, с помощью специального мобильного приложения могут не только найти информацию о сути заболевания, но и о том, какой оно природы и как с ним бороться.

Для непрофессиональных пользователей предлагается простое мобильное приложение «Справочник болезней растений». Приложение и используемая им БД находится на одном Android-устройстве. Приложение имеет объектно-ориентированный интерфейс. Основным элементом программного управления в объектно-ориентированном интерфейсе является меню, через которое и происходит взаимодействие пользователя и приложения. Главное меню приложения представляет собой список тем, доступных для ознакомления, и терминологический словарь. Данное приложение было успешно протестировано в Android Studio, для чего были применены виртуальные машины с различными характеристиками [6].

Технический прогресс в сфере искусственного интеллекта позволяет еще больше облегчить получение информации посредством мобильных приложений. В рамках нового релиза аналитической платформы компания Visiology выпустила одно из первых в России мобильных приложений с полноценным функционалом BI и искусственным интеллектом – голосовым ассистентом ViTalk [7].

Мобильные приложения в наше время постепенно захватывают буквально все сферы жизни – от повседневной работы до свободного времяпрепровождения. Ввиду того, что многие приложения упрощают и улучшают нашу жизнь, большинство пользователей уже не представляют свой повседневный день без мобильного устройства. Стоит также отметить, что узконаправленные приложения, такие как разнообразные справочники, полезны не только в научной деятельности, но и для бытового использования любителей и профессионалов.

Список использованных источников

1. Цифровая трансформация набрала ход. – URL : https://osp.ru/cw/2017/20/13053622
2. Ускова, Б. А. Мобильные технологии как новый элемент системы обучения / Б. А. Ускова, М. В. Фоминых // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 1. – URL : https://science-education.ru/ru/article/view?id=30525
3. Справочник болезней растений. – URL : https://sad70.ru/diseases/
4. Справочник по защите растений. – URL : https://www.agroxxi.ru/goshandbook/wiki/dictionary/Plant_disease.html
5. Справочник ГСИ. Болезни растений. – URL : https://rosselhoscenter.ru/index.php/2014-02-28-11-39-42/2011-11-16-12-58-47/bolezni#
6. Android studio IDE от Google. – URL : https://wnfx.ru/android-studio-ide-ot-google/
7. Visiology выпустило новое мобильное приложение с искусственным интеллектом. – URL : https://osp.ru/news/2019/0703/13037344

References

1. Tsifrovaya transformatsiya nabrala khod. – URL : https://osp.ru/cw/2017/20/13053622
2. Uskova, B. A. Mobilnye tekhnologii kak novyy element sistemy obucheniya / B. A. Uskova, M. V. Fominykh // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2021. – No. 1. – URL : https://science-education.ru/ru/article/view?id=30525
3. Spravochnik bolezney rasteniy. – URL: https://sad70.ru/diseases/
4. Spravochnik po zashchite rasteniy. – URL : https://www.agroxxi.ru/goshandbook/wiki/dictionary/Plant_disease.html
5. Spravochnik GSI. Bolezni rasteniyu. – URL : https://rosselhoscenter.ru/index.php/2014-02-28-11-39-42/2011-11-16-12-58-47/bolezni#
6. Android studio IDE от Google. – URL : https://wnfx.ru/android-studio-ide-ot-google/
7. Visiology vypustilo novoe mobilnoe prilozhenie s iskusstvennym intellektom. – URL : https://osp.ru/news/2019/0703/13037344

Е. Е. Чинилин
(Кафедра «Системы информационной безопасности»,
ФГБОУ ВО «БГТУ», г. Брянск, Россия)

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТУАЛЬНЫХ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ БИОМЕТРИЧЕСКИМ ПЕРСОНАЛЬНЫМ ДАННЫМ, ОБРАБАТЫВАЕМЫМ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Аннотация. Рассмотрена актуальность разработки методики определения актуальных угроз безопасности биометрическим персональным данным, обрабатываемым в информационной системе контроля управления доступом в образовательном учреждении.

Ключевые слова: система контроля и управления доступом, биометрические персональные данные, биометрическая аутентификация, комплексная безопасность объектов.

E. E. Chinilin
(Department of Information Security Systems,
BSTU, Bryansk, Russia)

THE RELEVANCE OF DEVELOPING A METHODOLOGY FOR DETERMINING ACTUAL SECURITY THREATS TO BIOMETRIC PERSONAL DATA PROCESSED IN AN ACCESS CONTROL INFORMATION SYSTEM IN AN EDUCATIONAL INSTITUTION

Abstract. The relevance of developing a methodology for determining actual security threats to biometric personal data processed in an access control information system in an educational institution is considered.

Keywords: access control and management system, biometric personal data, biometric authentication, integrated security of objects.

Биометрические персональные данные – единственный метод идентификации, который «привязывает» цифровые учетные записи к конкретному человеку. Из-за этих уникальных свойств биометрические данные стали ценным товаром для мошенников.

Система контроля и управления доступом (СКУД) – совокупность программно-аппаратных технических средств контроля и средств управления, имеющих целью ограничение и регистрацию входа-выхода объектов на заданной территории через «точки прохода»: двери, ворота, КПП.

В современных условиях информатизация общества протекает стремительно и, в связи с этим, также стремительно развиваются различные технологии защиты информации и контроля доступа. Одним из видов такой защиты является система биометрической аутентификации. В связи с широким распространением данной технологии возникает новая проблема – проблема защиты биометрических данных пользователей, на основе которых функционирует данная система.

В октябре 2019 года на «черном» рынке данных продавался архив аудиозаписей разговоров клиентов банка с техподдержкой банка. Таким образом, в сеть утекли образцы голоса пользователей финансовой корпорации, а речь, как и отпечатки пальцев, снимки лица, также относится к биометрическим персональным данным [1].

В августе 2019 года в открытом доступе оказалось более 27,8 млн записей суммарным объемом 23 Гб, включая биометрическую информацию (отпечатки пальцев и фотографии), незашифрованные логины и пароли пользователей, журналы посетителей, сведения об уровне доступа и персональные данные сотрудников организаций. Эта база данных принадлежит южнокорейской компании Suprema, разработчику системы контроля и управления доступом Biostar 2. Данный продукт используется для контроля доступа на режимные объекты (офисные здания, склады и пр.), где идентификация личности выполняется по отпечаткам пальцев и лицу. Biostar 2 используется в британском Скотланд-Ярде, банках и на оборонных предприятиях. Причина утечки – некорректная настройка удаленного сервера Elasticsearch [2].

В 2021 году по данным отчета Positive Technologies [3] 86% всех атак были направлены на организации, использующие СКУД. Возглавляют рейтинг госучреждения. Именно государственные учреждения чаще всего прибегают к использованию СКУД на основе биометрических данных.

Данная статистика показывает, что проблема защищенности (определения актуальности угроз безопасности) биометрических персональных данных в данный момент набирает обороты. Необходимо внедрение новых подходов и методик, которые позволят обеспечить комплексную безопасность объектов, на которых имеется система биометрической аутентификации.

Список использованных источников

1. Госдума заморозила законопроект по сбору биометрии в банках [Электронный ресурс]. – URL : https://www.cnews.ru/news/top/2020-01-14_gosduma_otlozhila_prinyatie (Дата обращения: 21.09.2022).

2. Используемая полицией биометрическая СКУД допустила утечку данных 1 млн человек [Электронный ресурс]. – URL : https://www.securitylab.ru/news/500471.php (Дата обращения: 21.09.2022).

3. Актуальные киберугрозы: итоги 2021 года [Электронный ресурс]. – URL : https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threats-cape-2021/#id3 (Дата обращения: 21.09.2022).

References

1. The State Duma froze the bill on the collection of biometrics in banks [Electronic resource]. – URL : https://www.cnews.ru/news/top/2020-01-14_gos-duma_otlozhila_prinyatie (Date of access: 09/21/2022).

2. The biometric access control system used by the police leaked data of 1 million people [Electronic resource]. – URL : https://www.securitylab.ru/news/500471.php (Date of access: 09/21/2022).

3. Actual cyber threats: results of 2021 [Electronic resource]. – URL : https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2021/#id3 (Date of access: 09/21/2022).

УДК 004.056

И. В. Горбачев
(Кафедра «Системы информационной безопасности»,
ФГБОУ ВО «БГТУ», г. Брянск, Россия,
e-mail: ivan1.ru@mail.ru)

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ФИЛИАЛОВ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОСНОВАНИИ СИНТЕЗА ТРЕБОВАНИЙ К ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ В РАЗНЫХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЯХ

Аннотация. Рассмотрена актуальность разработки методики аудита информационной безопасности филиалов организаций на основании синтеза требований к защите информации в разных предметных областях.

Ключевые слова: аудит информационной безопасности, процесс обеспечения информационной безопасности, совершенствование системы защиты информации, перечень мер защиты информации.

I. V. Gorbachev
(Department of Information Security Systems,
BSTU, Bryansk, Russia)

THE RELEVANCE OF DEVELOPING A METHODOLOGY FOR AUDITING INFORMATION SECURITY OF BRANCHES OF ORGANIZATIONS BASED ON THE SYNTHESIS OF INFORMATION SECURITY REQUIREMENTS IN DIFFERENT SUBJECT AREAS

Abstract. The relevance of developing a methodology for auditing the information security of branches of organizations based on the synthesis of requirements for the protection of information in different subject areas is considered.

Keywords: information security audit, process of ensuring information security, improvement of the information security system, list of information security measures.

Первый закон о защите информации в Российской Федерации был утвержден 14.07.2006 г. Этот нормативный документ юридически описывает понятия и определения в области информации и информационных технологий и регулируют отношения, возникающие при обеспечении защиты информации.

С 2006 года прошло немало времени, также было выпущено немало обязательных требований к защите информации в одной или нескольких предметных областях. Например, на смену комплексу стандартов Банка России по обеспечению информационной безопасности организаций банковской системы Российской Федерации был разработан ГОСТ Р 57580.1–2017, вместе с этим, для организаций финансовой сферы все еще актуальны требования к защите персональных данных в организациях, а для некоторых – требования к критической информационной инфраструктуре или международных стандартов типа PCI DSS или SWIFT.

Таким образом, стоит отметить, что для большинства крупных организаций, а также их филиалов и партнеров, с которыми бизнес-подразделения ведут взаимодействия, требования к защите информации только растут в объеме, а их невыполнение ведет как к «комплаенс-рискам», так и вполне реальным угрозам системы информационной безопасности, которые могут привести к санкциям от регуляторов или нарушением свойств конфиденциальности обрабатываемой информации.

При этом, согласно исследованию компании «Ростелеком-Солар» от 11.04.2022 г. 75% уязвимостей в организациях можно было бы избежать при помощи устранения уже известных уязвимостей. Кроме этого, эксперты отмечают, что в настоящее время у подавляющего большинства организаций все еще остаются актуальными проблемы с такими процессами, как:

– инвентаризация информационных ресурсов;
– управление логическим доступом;
– небезопасная конфигурация или использование небезопасных методов шифрования.

Для того, чтобы снизить вероятность реализации кибератаки на объект, а также исключения очевидных «комплаенс-рисков» специалистам организаций приходится следить как за технической реализацией требований, так и выстраиванием процессов системы обеспечения защиты информации, а также выполнения требований на уровне филиалов и оценке выполнения таких требований с взаимодействующими партнерами. Кроме этого, для поддержания такой системы в постоянном и актуальном виде необходимо периодически производить ее обслуживание и тестирование, в чем и заключается цель методики комплексного аудита информационной безопасности.

Несмотря на то, что некоторые из регуляторов в рамках собственных полномочий самостоятельно определяют требования по информационной безопасности (например, отдельными положениями, как Центральный Банк Российской Федерации), большинство из таких требо-

ваний направлены на идентичные процессы защиты информации, а иногда полностью повторяют друг друга.

Поэтому, именно комплексный аудит, с точки зрения обеспечения информационной безопасности, является приоритетной задачей, поскольку он включает в себя проверку не только определенной части инфраструктуры организации (например, безопасности процессинга), а каждого процесса системы защиты информации как в целом, так и в синхронизации их между собой.

Результаты комплексного аудита информационной безопасности позволят совокупно оценить уровень зрелости процессов организации, выявить недостатки в системе обеспечения информационной безопасности и получить общую агрегированную оценку по всем обследованным процессам системы защиты информации.

Список использованных источников

1. Артемов, А. В. Информационная безопасность : курс лекций / А. В. Артемов. – Орел : Межрегиональная Академия безопасности и выживания (МАБИВ), 2014. – 256 с. – URL : http://www.iprbookshop.ru/ 33430. html

2. Аверченков, В. И. Аудит информационной безопасности : учебное пособие / В. И. Аверченков. – Брянск: Брянск. гос. техн. ун-т, 2012. – 268 с. – URL : http://www.iprbookshop.ru/6991.html

References

1. Artemov, A. V. Information security: a course of lectures / A. V. Artemov. – Eagle : Interregional Academy of Safety and Survival (MABIV), 2014. – 256 p. – URL : http://www.iprbookshop.ru/33430.html

2. Averchenkov, V. I. Information security audit: a textbook for universities / V. I. Averchenkov. – Bryansk : Bryansk State Technical University, 2012. – 268 p. – URL : http://www.iprbookshop.ru/6991.html

П. В. Афанасьева, Т. В. Семенистая
(Кафедра «Техносферная безопасность и химия»,
ИНЭП, ФГАОУ ВО «ЮФУ», г. Таганрог, Россия,
e-mail: pafanaseva@sfedu.ru, semenistayatv@sfedu.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. Разработана искусственная нейронная сеть на основе многослойного персептрона, с помощью которой были установлены оптимальные технологические параметры с целью увеличения газочувствительного отклика сенсоров на основе пленок ИК-пиролизованного медьсодержащего полиакрилонитрила.

Ключевые слова: пленки ИК-пиролизованного медьсодержащего полиакрилонитрила, искусственные нейронные сети, газочувствительные пленки, сенсорный элемент.

P. V. Afanasyeva, T. V. Semenistaya
(Department of Technosphere safety and chemistry,
INEIE, SFedU, Taganrog, Russia)

APPLICATION OF A NEURAL NETWORK APPROACH TO OBTAIN GAS-SENSITIVE FILMS BASED ON COPPER-CONTAINING POLYACRYLONITRILE FOR MONITORING THE QUALITY OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Abstract. An artificial neural network based on a multilayer perceptron was developed, with the help of which the optimal technological parameters were established to increase the gas-sensitive response of sensors based on films of IR-pyrolyzed copper-containing polyacrylonitrile.

Keywords: IR-pyrolyzed copper-containing polyacrylonitrile films, artificial neural networks, gas sensitive films, sensor element.

Сегодня загрязнение континентальных экосистем хлорорганическими инсектицидами носит глобальный характер – в составе аэрозолей и в парообразном состоянии они переносятся на значительные расстояния [1]. При средних температурах хлорорганические пестициды характеризуются малым давлением насыщенного пара, попав на поверхность растений и почвы, они частично переходят в газовую

фазу вследствие прямого испарения с поверхности, а также в атмосферу вследствие ветровой эрозии почв. Разработка технологии изготовления сенсорных элементов и исследование свойств газочувствительных материалов для отраслевой системы мониторинга качества сельскохозяйственной продукции для возможности проведения всестороннего анализа условий формирования качества продукции актуальна и перспективна [2].

Искусственные нейронные сети (ИНС) успешно применяются в различных областях науки, в том числе и для конструирования газочувствительных сенсоров. ИНС помогают решать важную задачу, связанную с подбором оптимальных технологических параметров для создания газочувствительных пленок, что снижает расход материалов и времени, затраченных на проведение экспериментальной части [3].

Изучены физико-химические свойства ИК-пиролизованного медьсодержащего полиакрилонитрила, который показывает себя перспективным материалом и успешно используется в качестве чувствительного слоя биосенсоров и сенсоров газов для детектирования токсичных примесей в газовой среде (хлор, диоксид азота) [4]. В ходе теоретического анализа удалось установить оптимальную структуру нейронной сети для решения поставленной задачи – это многослойный персептрон. В ходе проведения компьютерного эксперимента были разработаны четыре нейронные сети с высоким коэффициентом аппроксимации. Произведена оценка работоспособности созданных ИНС и рассчитаны значения среднеквадратичной ошибки.

Среди вариантов полученных ИНС, в ходе проведения компьютерного эксперимента удалось установить, что наилучшим образом в рамках решаемой задачи себя показала нейронная сеть, имеющая следующие характеристики:

– многослойный персептрон с 1 скрытым слоем;

– тип нейронной сети: feed-forward backprop – сеть с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки;

– обучающий алгоритм: TRAINLM – Левенберга–Марквардта;

– нейронов на скрытом слое и их функция активации: 20 штук, TANSIG;

– коэффициент аппроксимации R = 0,88134.

Данная нейронная сеть подобрала следующие технологические параметры для чувствительного слоя сенсора: ω (Cu) = 0,925%; T_1 = 305 °C; t_1 = 24 мин.; T_2 = 350 °C; t_2 = 1,75 мин.

Список использованных источников

1. Исидоров, В. А. Введение в химическую экотоксикологию : учебное пособие / В. А. Исидоров. – СПб. : Химиздат, 1999. – 144 с.
2. Почтовая, И. Г. Методологические аспекты мониторинга качества сельскохозяйственной продукции в контексте реализации аграрной политики / И. Г. Почтовая // Никоновские чтения. – 2015. – № 20. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-monitoringa-kachestva-selskohozyaystvennoy-produktsii-v-konitekste-realizatsii-agrarnoy-politiki (Дата обращения: 09.10.2022).
3. Семенистая, Т. В. Энергоэффективные сенсоры газов на основе нанокомпозитных органических полупроводников / Т. В. Семенистая, В. В. Петров, Т. А. Бедная. – Таганрог : Изд-во ЮФУ, 2013. – 120 с.
4. Стасенко, М. Р. Функциональные полимерные материалы на основе ИК-пиролизованного медьсодержащего полиакрилонитрила для мультисенсорного газоанализатора / М. Р. Стасенко, Т. В. Семенистая // Изв. ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 8(145). – С. 166 – 172.

References

1. Isidorov, V. A. Introduction to chemical ecotoxicology : Proc. Allowance / V. A. Isidorov. – St. Petersburg : Himizdat, 1999. – 144 p.
2. Postal, I. G. Methodological aspects of monitoring the quality of agricultural products in the context of the implementation of agrarian policy / I. G. Postal // Nikon readings. – 2015. – No. 20. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-monitoringa-kachestva-selskohozyaystvennoy-produktsii-v-konitekste-realizatsii-agrarnoy-politiki (Date of access: 09.10.2022).
3. Semenistaya, T. V. Energy Efficient Gas Sensors Based on Nanocomposite Organic Semiconductors / T. V. Semenistaya, V. V. Petrov, T. A. Bednaya. – Taganrog : Publishing House of the Southern Federal University, 2013. – 120 p.
4. Stasenko, M. R. Functional polymeric materials based on IR-pyrolyzed copper-containing polyacrylonitrile for a multisensor gas analyzer / M. R. Stasenko, T. V. Semenistaya // Izvestiya SFedU. Technical science. – 2013. – No. 8(145). – P. 166 – 172.

УДК 504.064.4

И. Г. Донскова, Т. В. Семенистая
(Кафедра «Техносферная безопасность и химия»,
ИНЭП, ФГАОУ ВО «ЮФУ», г. Таганрог, Россия,
e-mail: don@sfedu.ru, semenistayatv@sfedu.ru)

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ В ЗДАНИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрена возможность применения блочно-модульных котельных в системах теплоснабжения помещений сельскохозяйственного назначения, конструктивные особенности, преимущества перед стационарными котельными. Приведены факторы энергоэффективности децентрализованной системы теплоснабжения.

Ключевые слова: система теплоснабжения, централизованная система отопления (ЦТС), блочно-модульная котельная (БМК), автономное теплоснабжение, автоматизация.

I. G. Donskova, T. V. Semenistaya
(Department of Technosphere safety and chemistry,
INEIE, SFedU, Taganrog, Russia)

THE POSSIBILITY OF USING BLOCK-MODULAR BOILER HOUSES IN AGRICULTURAL BUILDINGS

Abstract. The possibility of using block-modular boiler houses in heat supply systems for agricultural premises, design features, advantages over stationary boiler houses are considered. The factors of energy efficiency of a decentralized heat supply system are given.

Keywords: heat supply system, centralized heating system (CHS), block-modular boiler house (BMBH), independent heat supply, automation.

В настоящее время в Российской Федерации преимущественно используется централизованное теплоснабжение. В его основе лежит комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на ТЭЦ, крупных котельных и доставка тепла по тепловым сетям потребителям [1]. Системы отопления востребованы не только для жилых помещений, но и для генерации, подачи и распределения тепловой энергии в зданиях сельскохозяйственного назначения, а также для обеспечения необходимого температурного режима внутри помещения животноводческих комплексов, что является важным элементом для выращивания здорового поголовья скота и увеличения его продуктивности.

Централизованное теплоснабжение позволяет снизить расход топлива и эксплуатационные затраты, уменьшает степень загрязнения воздушного бассейна и улучшает санитарное состояние населенных пунктов. Но есть и минусы, связанные с несоблюдением температурного графика, отсутствием учета и контроля за потреблением ресурсов, что приводит к убыточности предприятий (повышение тарифов на оплату энергоресурсов) – эта отрасль стала источником больших социальных рисков и одним из главных препятствий для развития инфраструктуры и промышленности в целом.

В последнее время в России растет популярность автономной системы децентрализованного теплоснабжения на базе блочно-модульных котельных (БМК), которая позволяет обеспечить потребителям существенную экономию при оплате энергоресурсов, а также для повышения качества теплоснабжения. Согласно [2], доля автономной тепловой энергии, производимой в России, составляет 13,5% от общего объема тепловой энергии и растет с каждым годом. Недостаточное внимание вопросу развития децентрализованного теплоснабжения привело к отставанию уровня применяемого оборудования [3], но в последнее время популярность автономных систем на базе БМК набирает обороты.

БМК – это котельные установки полной заводской готовности, предназначенные для отопления и горячего водоснабжения объектов производственного, жилищного и социального назначения. Большинство производителей разделяют типоразмерный ряд БМК в зависимости от теплопроизводительности. Котельные малой мощности (обычно до 2,5 МВт) выполнены как отдельный автономный модуль (транспортабельная установка), в котором установлено все необходимое технологическое оборудование. Котельные средней мощности (от 2 до 12 МВт) выполнены из нескольких модулей (3…5 шт.). Модульные котельные больших мощностей (от 12 МВт) собираются укрупненными блоками непосредственно на строительной площадке. В основном, в БМК установлены современные автоматические горелки, которые спроектированы таким образом, что смешение топлива и воздуха позволят добиться наиболее полного и экономичного сжигания топлива, что обеспечит экономию энергоресурсов, позволит уменьшить количество выбросов общего объема уходящих газов, а также выбросов угарного газа CO. Высокий КПД зависит от качества газа: в современных котлах сжигание топлива происходит с минимально возможным коэффициентом избытка воздуха, что уменьшит объем выбросов, температуру уходящих газов и количество O_2 и CO в уходящих газах [4].

Основным преимуществом автономных систем теплоснабжения можно считать отсутствие больших потерь тепла и хладагента в сравнении с централизованными системами за счет сокращения пути от котельной до потребителя, а также возможность индивидуального регулирования тепловой нагрузки.

Список использованных источников

1. Промышленное газовое оборудование: справочник / авт.-сост. : Е. А. Карякин и др. ; под ред. Е. А. Карякина. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – Саратов : Науч.-исслед. центр промышленного газового оборудования «Газовик», 2013. – 1279 с.
2. Панова, А. А. Сравнительная характеристика централизованного и автономного теплоснабжения в жилищном строительстве / А. А. Панова // Инновационная наука. – 2020. – № 12. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-harakteristika-tsentralizovannogo-i-avtonomnogo-teplosnabzheniya-v-zhilischnom-stroitelstve (Дата обращения: 09.10.2022).
3. Теплоснабжение : учебник для вузов / А. А. Ионин, Б. М. Хлыбов, В. Н. Братенков, Е. Н. Терлецкая. – М. : Стройиздат, 1982. – 336 с.
4. Варфоломеев, Ю. М. Отопление и тепловые сети / Ю. М. Варфоломеев, О. Я. Кокорин. – М. : Наука, 2006. – 245 с.

References

1. Industrial gas equipment: reference book / ed. : E. A. Karyakin et al. ; ed. E. A. Karyakina. – Ed. 6th, revised. and additional. – Saratov : Scientific research. center of industrial gas equipment “Gazovik”, 2013. – 1279 p.
2. Panova, A. A. Comparative characteristics of centralized and autonomous heat supply in housing construction / A. A. Panova // Innovatsionnaya nauka. – 2020. – No. 12. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-harakteristika-tsentralizovannogo-i-avtonomnogo-teplosnabzheniya-v-zhilischnom-stroitelstve (Date of access: 09.10.2022).
3. Heat supply : Textbook for universities / A. A. Ionin, B. M. Khlybov, V. N. Bratenkov, E. N. Terletskaya. – M. : Stroyizdat, 1982. – 336 p.
4. Varfolomeev, Yu. M. Heating and thermal networks / Yu. M. Varfolomeev, O. Ya. Kokorin. – M.: Nauka, 2006. – 245 p.

УДК 681.5

П. В. Шуняев, Н. А. Кощеев, А. С. Егоров
(ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: petr.shunyaev@yandex.ru, nikitakosheev2014@yandex.ru)

ОБЗОР СИСТЕМ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. Проанализированы различные средства навигации, выявлены их недостатки и достоинства. Принято решение о необходимом способе навигации, а также рассмотрены уже существующие аналоги. Сделан вывод о необходимости создавать собственную систему навигации.

Ключевые слова: средства навигации, стереокамера ZED-2I, система навигации Cognitive Pilot, техническое зрение.

P. V. Schunyaev, N. A. Kosheev, A. S. Egorov
(Department of Information Processes and Control,
TSTU, Tambov, Russia)

OVERVIEW OF NAVIGATION SYSTEMS OF A MOBILE ROBOTIC PLATFORM FOR AGRICULTURE

Abstract. Various means of navigation are analyzed, their disadvantages and advantages are revealed. A decision was made on the necessary method of navigation, and already existing analogues were considered. It is concluded that it is necessary to create your own navigation system.

Keywords: navigation aids, ZED-2I stereo camera, Cognitive Pilot navigation system, technical vision.

В Тамбовском государственном техническом университете реализуется создание мобильной робототехнической платформы для сельского хозяйства, которая будет передвигаться по заранее определенному саду и собирать информацию о спелости плодов (яблок) и их сбору по необходимости. Робот должен запоминать карту сада, объезжать препятствия, которые были записаны на карту, а также которые могут появиться во время прохода заданного маршрута. Главная проблема заключается в том, что препятствия, записанные на карте сада, можно объехать с помощью анализа карты, а объезд неожиданно появившихся препятствий невозможно заранее предугадать.

Одной из актуальных задач робототехники является задача навигации робота в пространстве, т.е. анализ ситуации и выбор маршрута самим роботом без участия человека.

Существует несколько основных видов навигации:

– визуальная;
– инерциальная;
– радионавигация.

Визуальная навигация реализуется на основе технического зрения. Основой способа сбора информации являются камеры.

Использование камер для осуществления навигации мобильного робота обосновано тем, что они обладают широкой полосой пропускания по сравнению с другими сенсорными системами и соответственно наибольшими семантическими возможностями для распознавания образов при картографировании, тем самым предоставляя возможность осуществлять движение по внешним ориентирам, а также количеством использования датчиков.

Существуют уже готовые системы навигации мобильных роботов, например, Cognitive Pilot. Данная система использует набор датчиков, например, датчик угла поворотов колес, ИДУ. Принцип работы системы навигации устроен на основе стереокамеры.

Инерциальная система навигации – система навигации, основанная на использовании ИДУ (инерциальных единиц измерений).

Данная система навигации с высокой точностью может передавать данные о положении робота. Однако ее проблема заключается в том, что на основе только этой системы невозможно организовать навигацию на земле, а также в накоплении ошибки. Данная система навигации подойдет для решения проблемы, но только как вспомогательная.

Радионавигация – способ навигации устройства, с помощью применения радиочастот для определения положения объектов на Земле.

Так как технология GPS используется в большем спектре, то необходимо учитывать ее особенности. Точность позиционирования для гражданского применения составляет 7,8 м. Такая точность является недопустимой для позиционирования робототехнической платформы в междурядье с типичной шириной 5 м, поэтому радионавигацию допустимо использовать только как вспомогательную систему.

Технология LiDAR – система определения местоположения объектов при помощи датчиков – LiDAR (Light Detection and Ranging). Принцип работы лидара основан на посылке коротких лазерных импульсов и анализе временной структуры обратнорассеянного сигнала. Время между посылкой и приемом лазерного импульса прямо пропорционально расстоянию до цели. Недостаток систем навигации на основе LiDAR заключается в том, что необходимо ставить как минимум три дорогостоящих датчика для получения информации

о пространстве вокруг робота, что увеличивает финальную стоимость продукта.

На основании анализа существующих решений в области систем навигации роботов было принято решение о создании системы навигации на основе стереокамеры со вспомогательной встроенной инерциальной системой навигации. Нами была выбрана стереокамера ZED 2I. Данная камера имеет внутри себя блок обработки данных и встроенную вспомогательную инерциальную систему навигации на основе гироскопа, акселерометра, компаса и барометра. Также для данной камеры имеются свободно распространяемая библиотека, что намного упрощает работу с камерой. Камера способна строить карту глубины, запоминать обычную карту, получать информацию о своем местоположении относительно начала движения, определять расстояние до объектов, распознавать объекты. Следующим этапом работы по данной теме будет разработка алгоритмического и программного обеспечения для реализации системы навигации.

Список использованных источников

1. Носков, В. П. Математические модели движения и системы технического зрения мобильных робототехнических комплексов : учебное пособие / В. П. Носков, В. И. Рубцов, И. В. Рубцов. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 94 с.

2. Логинов, В. Ф. Современные изменения глобального и регионального климата / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко. Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 315 с.

References

1. Noskov, V. P. Mathematical models of motion and vision systems of mobile robotic complexes : textbook / V. P. Noskov, V. I. Rubtsov, I. V. Rubtsov. – M. : Publishing house Bauman MSTU, 2015. – 94 p.

2. Loginov, V. F. Modern changes in the global and regional climate / V. F. Loginov, S. A. Lysenko. National Academy of Sciences of Belarus, Institute of Environmental Management. – Minsk : Publishing house Belarusian science, 2019 – 315 p.

УДК 681.5

И. А. Глазкова
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: inga.glazkova99@mail.ru)

УМНОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО: АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КОРОВНИКОВ

Аннотация. Рассматривается автоматизация коровников, позволяющая повысить производительность предприятия.

Ключевые слова: автоматизация, Умное сельское хозяйство.

Бесчисленное множество новых технологий смогут всецело поменять ручной труд человека в сельском хозяйстве. На данный момент технологии, в том числе основанные на Интернете вещей, помогают автоматизировать и держать под контролем процессы на фермах, ускоряют обработку информации и решают специфические проблемы производств. Не только производственные, но и бизнес-процессы сельскохозяйственной сферы нуждаются в автоматизации. Перед сельскохозяйственным сектором стоит задача удовлетворения постоянно растущей потребности в высококачественных продуктах питания. Ключевым аспектом здесь является производительность. Главная цель – повысить производительность предприятий, минимизировать количество ошибок, связанных с «человеческим фактором», и снизить объемы «ручного труда».

При внедрении автоматизации и адаптации ежедневных задач в центре внимания оказываются животные. Их поведение, самочувствие и лактационный цикл являются основными аспектами, которые следует учитывать при оборудовании и переоборудовании молочной фермы и при выполнении работ.

Автоматизация коровника осуществляется за счет оборудования специальными браслетами, которые считывают шаги, сделанные в течение дня. Данные об активности стада отправляются в облако, анализируются и передаются на смартфон или компьютер фермера. Информация обновляется каждый час, поэтому специалисты могут корректировать кормление, доение и сон животных. Заболевание у «подключенных коров» можно обнаружить на ранней стадии, ведь животное, которому нездоровится, будет двигаться меньше.

Благодаря датчикам осуществляется подача кормов, обеспечивая коровам свежий и хорошо смешанный рацион несколько раз в день, без дополнительных временных затрат. Система позволяет минимизи-

ровать усилия, затраты на корм и топливо, а также обеспечивает свежий корм, необходимый для здоровья и продуктивности коров.

С помощью системы можно сэкономить в среднем 1800 л топлива и 180 рабочих часов в год и значительно сократить объемы недоеденного корма. Если на кормовом столе всегда имеется корм, до которого можно дотянуться, коровы становятся более активными и в результате дают больше молока. Постепенно развитие в данном направлении дает гарантированные результаты. Прекрасный пример – коровники Японии. Чтобы компенсировать скудные природные ресурсы, страна делает ставку на разработку Умных технологий, которые позволяют повысить производительность труда фермеров. Автоматика, датчики и сложная техника используются во многих областях сельского хозяйства, в том числе и в животноводстве. Активно внедрять систему в Японии начали в 2013 г. К системе подключили около 40 тысяч коров.

Коровник больше не является местом, где выполняется доение: он стал местом, где сконцентрировано управление. Это является важным принципом в нашей концепции организации коровника.

Рис. 1. Результат автоматизации коровников Японии

Список использованных источников

1. Воробьев, А. В. Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства : учебник. – 2-е изд., испр. и доп. / А. В. Воробьев. – М. : Изд-во Юрайт, 2020 – 278 с.

УДК 621.3

А. Е. Зайцев
(Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: praviypalecnogi@rambler.ru)

ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрены проблемы, с которыми сталкиваются беспилотные аппараты сельскохозяйственного назначения, описаны причины их возникновения, а также варианты технологических решений.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, защита целостности информации, OFDM.

A. E. Zaytsev
(Department of Information Systems and Information Security,
TSTU, Tambov, Russia)

PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND INFORMATION PROTECTION IN UNMANNED VEHICLES FOR AGRICULTURAL PURPOSES

Abstract. The article discusses the problems faced by unmanned aerial vehicles for agricultural purposes, describes the causes of their occurrence, and also considers options for technological solutions.

Keywords: electromagnetic compatibility, information integrity protection, OFDM.

С развитием робототехники появляется все больше беспилотных аппаратов (БПА) сельскохозяйственного назначения. БПА различного назначения объединяют информационной системой для постановки задач, сбора данных и анализа. Анализ информация с БПА и датчиков облегчает контроль за состоянием почвы, урожая и позволяет своевременно принять необходимые меры в случае нарушений. Из-за нарушений целостности информации может быть проведен некорректный анализ и приняты неверные решения, поэтому актуальна задача защиты информации.

Сельскохозяйственные БПА функционируют в условиях сильного воздействия различных электромагнитных полей из-за близкого расположения высоковольтных ЛЭП, вышек сотовой связи и т.п., от мест проведения полевых работ.

Помимо этого, работа электронного технического средства (ТС) создает вокруг себя электромагнитные поля, влияющие как на работу самого устройства, так и окружающих устройств. Электромагнитные импульсы от средств связи и элементов питания могут сильно повлиять на целостность массивов данных в каналах информационного обмена ТС, что делает актуальным решение проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС).

Электромагнитное поле вокруг работающего ТС монопольно занимает некоторое пространство в определенной полосе частот и создает помеху для ТС, принимающего, передающего или обрабатывающего информацию. В связи с этим образуются зоны, в которых излучаемое ТС электромагнитное поле, а также электромагнитные поля среды, делают невозможным работу других ТС без снижения качества функционирования (рис. 1).

На этапе проектирования разработчик учитывает тот факт, что ТС будет работать в жестких условиях электромагнитной обстановки. Применяются технические решения по экранированию, фильтрации, заземлению.

ЭМС и снижение уровня помех достигается также современными методами цифровой связи. Наиболее перспективным является мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM).

Основным преимуществом OFDM по сравнению со схемой с одной несущей, является ее способность противостоять сложным условиям в канале. Например, бороться с межсимвольной интерференцией, узкополосными помехами и частотно-селективным затуханием, вызванным многолучевым характером распространения, без использования сложных фильтров-эквалайзеров.

Влияние межсимвольной интерференции усиливается с увеличением скорости передачи данных, когда длительность символа становится соизмеримой с разницей во времени прихода лучей. Чем выше скорость передачи данных, т.е. чем меньше длительность символа, тем сильнее сказывается межсимвольная интерференция. В случае OFDM

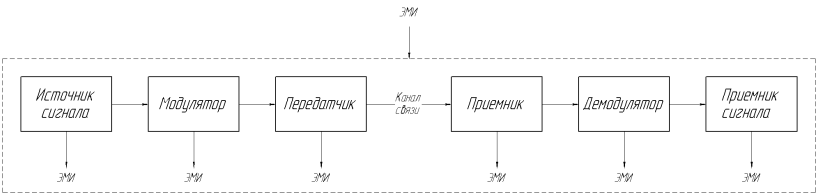


Рис. 1. Схема электромагнитной обстановки при работе ТС

длительность символа увеличивается пропорционально количеству поднесущих. Информация передается параллельно на разных частотах, и на каждой поднесущей длительность символа можно увеличить, но скорость будет ниже. За счет увеличения длительности символа снижается влияние межсимвольных интерференций в результате многолучевого распространения радиоволн. Низкая символьная скорость делает возможным использование защитного интервала между символами, что позволяет справляться с временным рассеянием и устранять межсимвольную интерференцию.

Канальная эквализация упрощается вследствие того, что OFDM сигнал может рассматриваться как множество медленно модулируемых узкополосных сигналов, а не как один быстро модулируемый широкополосный сигнал.

Рассмотренный метод предлагается учитывать при разработке научно-методического аппарата рациональной защиты информации с учетом ограниченных ресурсов группы БПА, выделяемых на их защиту, а также оценить эффективность использования данного метода в комплексной защите для проектируемых и функционирующих групп БПА.

Список использованных источников

1. Лебедев, В. Модуляция OFDM в радиосвязи / В. Лебедев // Радиолюбитель. – 2008. – № 9. – С. 36 – 40.

2. Технология OFDM : учебное пособие для вузов / М. Г. Бакулин, В. Б. Крейнделин, А. М. Шлома, А. П. Шумов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2015. – 360 с.

3. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике / А. Ф. Дьяков, Б. К. Максимов, Р. К. Борисов и др. ; под ред. А. Ф. Дьякова. – М. : Энергоатомиздат, 2003. – 768 с.

4. Хабигер, Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике / Э. Хабигер ; пер. с нем. И. П. Кужекин ; под ред. Б. К. Максимова. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 304 с.

References

1. Lebedev, V. OFDM modulation in radio communication / V. Lebedev // Radio amateur. – 2008. – No. 9. – P. 36 – 40.

2. OFDM technology. Textbook for universities / M. G. Bakulin, V. B. Kreindelin, A. M. Shloma, A. P. Shumov. – M. : Hotline – Telecom, 2015. – 360 p.

3. Electromagnetic compatibility in the electric power industry and electrical engineering / A. F. Dyakov, B. K. Maksimov, R. K. Borisov ; ed. A. F. Dyakova. – M. : Energoatomizdat, 2003. – 768 p.

4. Habiger, E. Electromagnetic compatibility. Fundamentals of its provision in technology / E. Habiger ; transl. with him. I. P. Kuzhekin ; ed. B. K. Maksimov. – M. : Energoatomizdat, 1995. – 304 p.

УДК 681.5

П. В. Шуняев, Н. А. Кощеев, А. С. Егоров
(ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: petr.shunyaev@yandex.ru, nikitakosheev2014@yandex.ru)

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. Были изучены способы определения расстояния до препятствия с помощью средств стереокамеры ZED-2I, был выбран необходимый фильтр анализа расстояния до объекта перед камерой.

Ключевые слова: стереокамера ZED-2I, система навигации, техническое зрение.

P. V. Schunyaev, N. A. Kosheev, A. S. Egorov
(Department of Information Processes and Control,
TSTU, Tambov, Russia)

A VISION SYSTEM FOR NAVIGATION OF A MOBILE ROBOTIC PLATFORM FOR AGRICULTURE

Abstract. Methods of determining the distance to an obstacle using the means of the ZED-2I stereo camera were studied, the necessary filter for analyzing the distance to the object in front of the camera was selected.

Keywords: stereo camera ZED-2I, navigation system, technical vision.

В Тамбовском государственном техническом университете реализуется создание мобильной робототехнической платформы для сельского хозяйства, которая будет проезжать по заранее определенному саду и собирать информацию о спелости плодов (яблок) и их сбору по необходимости. Робот должен запоминать карту сада, а также должен объезжать препятствия, которые были записаны на карту, а также которые могут появиться во время прохода заданного маршрута. Главная проблема заключается в том, что препятствия, записанные на карте сада, можно объехать с помощью анализа карты, а объезд неожиданно появившихся препятствий невозможно заранее предугадать. Эта проблема вполне может быть ликвидирована с помощью технического зрения, алгоритм которого способен обнаружить препятствия. Однако для того, чтобы решить, какой маневр совершить (более резкий или более плавный), необходимо получить точное расстояние до объекта.

Представленная далее в статье система навигации основана на использовании технического зрения для получения данных о положении мобильной робототехнической платформы, расстоянию до объекта перед платформой, угле поворота и вывод этих значений на заранее сгенерированную 3D-карту сада.

Чтобы точно переместить робота на необходимую точку, нужно решить прямую задачу кинематики. Стереокамера глубины ZED 2I может выдавать информацию о своем местоположении, а также об угле поворота относительно начала работы. Работает она в декартовой системе координат, поэтому не составит труда полученные значения записать в алгоритм, по которому робот будет двигаться. Однако также необходимо находить препятствия перед роботом и объезжать их.

Для достижения поставленной цели необходимо получать информацию о расстоянии до объекта. По этой причине используется режим получения глубины на стереокамере глубины ZED 2I.

В соответствии с потребностями доступно несколько режимов глубины. Эти настройки регулируют уровень точности, дальности и вычислительной производительности модуля измерения глубины:

– ULTRA обеспечивает самый высокий диапазон глубины и лучшее сохранение Z-точности по всему диапазону измерения;

– QUALITY имеет сильную фильтрующую ступень, обеспечивающую гладкие поверхности;

– PERFORMANCE разработанный, чтобы быть гладким, может пропустить некоторые детали.

Для реализации поставленной цели мобильная сельскохозяйственная платформа должна обнаруживать препятствия перед собой и объезжать их. Для этого необходимо выбрать наиболее подходящий фильтр анализа расстояния до объекта, для чего было проведено испытание выявления процента отклонения полученных данных от реального расстояния от камеры до объекта. Результаты испытания представлены в табл. 1. Было выявлено, что наиболее подходящим фильтром анализа расстояния является PERFORMANCE с качеством изображения 1080.

Выбранный фильтр анализа расстояния до объекта подходит для решения нашей проблемы лучше остальных потому, что показывает наиболее близкое к реальным размерам значение на необходимом (от 500 мм до 2000 мм) расстоянии объекта до робота. Необходимо будет разработать алгоритм обработки полученных данных, а также убрать с помощью этого алгоритма отклонения, полученных значений расстояния, от реальных.

1. Значения расстояний

Реальные размеры, мм	Ultra 720, мм	Ultra 1080, мм	Quality 720, мм	Quality 1080, мм	Performance 720, мм	Performance 1080, мм
2710	2810	2790	2900	2850	3000	3300
2310	2350	2360	2585	2450	2800	2700
1910	1950	1950	2070	2010	2550	2000
1510	1550	1550	1670	1600	1640	1600
1110	1150	1205	1170	1220	1230	1200
710	826	810	832	816	860	750
510	600	600	650	650	600	550
310	NAN	NAN	500	600	NAN	NAN

Список использованных источников

1. Джозеф, Л. Изучение робототехники с помощью Python / Л. Джозеф ; пер. с англ. А. В. Корягина. – М. : ДМК Пресс, 2019. – 250 с.

2. Носков, В. П. Математические модели движения и системы технического зрения мобильных робототехнических комплексов : учебное пособие / В. П. Носков, В. И. Рубцов, И. В. Рубцов. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 94 с.

References

1. Jospeh, L. Learning Robotics using Python / L. Jospeh. – Birmingham : Publishing house Packt Publishing Ltd., 2018 – 250 p.

2. Noskov, V. P. Mathematical models of motion and vision systems of mobile robotic complexes: textbook / V. P. Noskov, V. I. Rubtsov, I. V. Rubtsov. – M. : Publishing house Bauman MSTU, 2015. – 94 p.

УДК 631.544.4

М. А. Иванов, И. Д. Мелехин
(Многопрофильный колледж,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия,
e-mail: mimi09122003@gmail.com)

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ УМНЫМИ ТЕПЛИЦАМИ

Аннотация. Рассмотрены современные системы управления Умной теплицы. Приведены используемые технические средства, дана их краткая характеристика.

Ключевые слова: Умная теплица, автоматизированные системы управления, интеллектуальные датчики и устройства.

M. A. Ivanov, I. D. Melekhin
(Multidisciplinary college,
TSTU, Tambov, Russia)

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF A SMART GREENHOUSE

Abstract. Modern control systems of a Smart greenhouse are considered. The technical means used are given, their brief description is given.

Keywords: Smart greenhouse, automated control systems, intelligent sensors and devices.

В современных технологиях XXI века скрыто огромное будущее экономического роста благодаря точности, автоматизации и новым возможностям управления. Цифровая трансформация играет ключевую роль в сельском хозяйстве. Это достигается за счет применения в сельскохозяйственном производстве технических средств, облегчающих трудности работы с сельскохозяйственными культурами [1].

Создание Умной теплицы основано на использовании интеллектуальных датчиков, устройств, анализов больших данных и интеллектуальных решениях, являются решением ключевых проблем, стоящих перед растениеводством, таких как локальный климат-контроль в теплицах, мониторинг роста урожая, сбор урожая и т.д.

Для того чтобы растения в теплице приносили хороший урожай нужно обеспечить их автоматизированными системами управления (рис. 1).

Каждая из систем, представленных на рис. 1, вносит свой вклад в создание и поддержание оптимальных условий выращивания тепличных культур.

Рис. 1. Интеллектуальные системы автоматизации теплиц

Непродуманность любого аспекта роботизированной теплицы снижает эффективность разработки. В то же время, грамотный подход к созданию Умной теплицы способен существенно повысить урожайность при сокращении трудозатрат. В результате разработанная структура является недорогой, простой в установке, эксплуатации и настройке, но самое главное – гибкой, что позволяет модифицировать ее без особых усилий и времени практически для любой задачи.

В ближайшее время рынок Умных теплиц достигнет своего пика и сельское хозяйство перестанет быть низкотехнологичным сектором. С дальнейшим развитием технологий можно рассчитывать на повышение качества, надежности и производительности сельского хозяйства [2].

Список использованных источников

1. Цифровизация сельскохозяйственного [Электронный ресурс]. – URL : https://agrardialog.ru/files/prints/apd_studie_2018_russisch_fertig_formatiert.pdf (Дата обращения: 09.10.2022).

2. Developing a smart greenhouse for a personal subsidiary farm [Электронный ресурс]. – URL : https://www.researchgate.net/publication/340642262_Developing_a_smart_greenhouse_for_a_personal_subsidiary_farm (Дата обращения: 09.10.2022).

References

1. Digitalization of agricultural [Electronic resource]. – URL : https://agrardialog.ru/files/prints/apd_studie_2018_russisch_fertig_formatiert.pdf (Date of application: 09.10.2022).

2. Development of a smart greenhouse for a personal subsidiary farm [Electronic resource]. – URL : https://www.researchgate.net/publication/340642262_ Developing_a_smart_greenhouse_for_a_personal_subsidiary_farm (Date of application: 09.10.2022).

Научное электронное издание

III Международная научно-практическая конференция

«ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА»

В 2-х томах
Том I

Сборник научных статей

Редактирование Е. С. Мордасова
Компьютерное макетирование: М. А. Евсейчева, Т. Ю. Зотова

ISBN 978-5-8265-2516-6

Подписано к использованию 19.10.2022.
Тираж 100 шт. Заказ № 79

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14.
Телефон (4752) 63-81-08.
E-mail: izdatelstvo@tstu.ru