

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора кафедры «Системы обработки информации и управления» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Строганова Виктора Юрьевича на диссертацию Аитова Василия Григорьевича «Разработка интегрированной автоматизированной системы управления рыбоперерабатывающим предприятием с применением универсального программно-аппаратного комплекса», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в пищевой промышленности)»).

Актуальность диссертационного исследования

В настоящее время в пищевой промышленности успешными могут быть только те предприятия, которые обеспечивают непрерывное совершенствование производственной деятельности за счет улучшения качества продукции при снижении ее себестоимости. Одним из основных источников повышения эффективности деятельности предприятий по переработке пищевого сырья является их оснащение современными высокотехнологичными средствами автоматизации, причем отечественной разработки, что связано не только с экономическими причинами. Для российских предприятий особая важность этого фактора определяется не столько высокой стоимостью готовых решений, как правило, зарубежного происхождения, как необходимостью защиты национальных интересов с точки зрения пищевой безопасности и уменьшения зависимости от импортного оборудования и программного обеспечения. Такие программно-аппаратные комплексы, учитывающие общность критериев управления и их взаимные зависимости, могут работать не только в системах управления крупными, территориально-распределенными предприятиями. Проблема разработки высокотехнологичных отечественных средств автоматизации чрезвычайно важна и для малых предприятий – использование готовых импортных решений для их автоматизации в данном случае приводит к неоправданному вложению средств в оборудование, потенциал которого может не соответствовать потребностям предприятия. Кроме того, такой подход приводит к необходимости работы с закрытым программным обеспечением и нести дополнительные затраты на привлечение владеющего навыками использования этого программного обеспечения персонала. При этом практически отсутствуют способы как аппаратной, так и программной модернизации, в то время как современный уровень развития элементной базы и информационных технологий предоставляет достаточно широкие возможности разработки, в том числе силами предприятия, собственных устройств автоматизации. Вычислительные ресурсы современных

микропроцессорных систем, технические характеристики сенсорных устройств, исполнительных приводов, результаты теории управления позволяют создавать такие универсальные программно-аппаратные комплексы, которые не только автоматизируют трудоемкие технологические операции, но, и функционируя в режиме реального времени в составе интегрированной информационной системы управления предприятием, повышают эффективность его деятельности за счет выбора наиболее рациональных способов организации и технологических, и обеспечивающих производственных процессов. В данной диссертационной работе предлагается подход, ориентированный на возможно более полное использование потенциала собственного персонала предприятия при квалифицированном применении уже существующего на предприятии аппаратного и программного обеспечения и грамотном выборе способов его модернизации. Тем самым могут быть существенно снижены затраты на внедрение систем комплексной автоматизации и управления предприятий пищевой промышленности.

Поэтому тема и направление исследований диссертационной работы «Разработка интегрированной автоматизированной системы управления рыбоперерабатывающим предприятием с применением универсального программно-аппаратного комплекса», несомненно, являются актуальными и относятся к требующим своего решения научно-техническим задачам специальности 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в пищевой промышленности)».

Содержание диссертационной работы

Диссертация Аитова В.Г. состоит из введения, четырех глав и четырех приложений. Объем диссертационной работы 212 страниц, работа содержит 8 таблиц и 49 иллюстраций.

Во введении обоснована актуальность работы, определены цели и задачи исследования, отражена научная новизна исследования и практическая значимость полученных результатов.

Первая глава посвящена анализу производства рыбоперерабатывающего предприятия с разработкой соответствующих структурно-функциональных моделей. Представлена классификация процессов предприятия пищевой промышленности, в качестве примера производственно-технологического процесса в составе системы комплексной автоматизации подробно рассмотрена система автоматического управления линией горячего копчения рыбы, а как пример обеспечивающего (административно-хозяйственного) процесса выбрана система контроля и управления доступом применительно к рыбоперерабатывающему предприятию. Проведен анализ существующих систем управления для предприятий пищевой промышленности. Выявлены недостатки и проблемы существующих программно-аппаратных комплексов автоматизации, в том

числе связанные с взаимодействием с вышестоящей интегрированной автоматизированной системой управления в режиме реального времени. На основании выявленных недостатков и проблем их устранения сделана постановка задачи исследования.

Вторая глава посвящена анализу и синтезу интегрированной автоматизированной системы управления. Представлен алгоритм проектирования системы применительно к предприятию пищевой промышленности, построенный по принципу постепенной формализации от абстрактных моделей к структурированным. В соответствии с алгоритмом по результатам анализа структурно-функциональных моделей разработана структура целей предприятия. С целью анализа и вскрытия системности на основании структуры целей разработана когнитивная модель интегрированной автоматизированной системы управления, состоящая из графа причинно-следственных связей и построенной на его основе теоретико-множественной модели системы в декартовом произведении множеств. Дальнейшая реализация алгоритма представлена стратегическими картами, эшелонированными по компонентам интегрированной системы. Исходя из комплекса критериев управления стратегических карт разработаны модели бизнес процессов производства с графическим и текстовым описанием, на основе чего разработаны ER-модели, техническая и функциональная архитектуры интегрированной системы. Эта система должна быть обеспечена качественной информацией, в связи с этим далее основное внимание было направлено на создание программно-аппаратного комплекса, обрабатывающего первичную информацию и передающего в режиме реального времени необходимые данные в вышестоящую интегрированную систему.

В третьей главе по результатам изучения существующих современных патентов и анализа производства ООО «РИФ» разработана функциональная схема автоматизации линии горячего копчения рыбы на основе разрабатываемого универсального программно-аппаратного комплекса, в котором реализовано интегрированное управление линией и прочими процессами. При разработке функциональной схемы автоматизации особое внимание было уделено повышению энергоэффективности установки посредством вторичного использования ресурсов, в частности, пара. По результатам анализа функциональной схемы автоматизации, а также на основе определенных для конкретной технологической линии значений программных управлений разработана математическая модель системы автоматического управления линией горячего копчения рыбы. Для заданных численных значений параметров технологической линии с использованием метода динамического программирования для непрерывных систем и метода функций Ляпунова решена линейно-квадратичная задача, получено линейное управление, стабилизирующее заданный технологический режим работы и формируемое по измеряемой в потоке информации. Приведены графики переходных процессов всех переменных замкнутой найденным управлением

системы. Проиллюстрировано их изменение в зависимости от изменения коэффициентов квадратичной подынтегральной функции в критерии качества. Далее на основе результатов динамического программирования для дискретных систем разработан алгоритм поэтапного создания программно-аппаратного комплекса, позволяющий применять методы теории графов и исключать на этапе проектирования нерациональные с позиции выбранной стратегии варианты. Алгоритм позволяет также рационально распределить общий ограниченный ресурс между этапами проектирования с применением метода динамического программирования для дискретных систем.

В четвертой главе описывается реализованный на практике программно-аппаратный комплекс, обладающий функционалом и вычислительным ресурсом, достаточными для выполнения на его базе нейросетевого программного пакета TensorFlow. Однако выявленные в процессе опытной эксплуатации зависимость от достоверности и размера обучающей выборки, склонность сети к переобучению, сложность программно-аппаратной реализации и другие недостатки данного решения показали его недостаточную эффективность для промышленного применения на данном этапе. В связи с этим сделан вывод об обоснованности использования представленных в третьей главе моделей и алгоритмов для разработки и внедрения универсального программно-аппаратного комплекса автоматизации, взаимодействующего в режиме реального времени с вышестоящей интегрированной автоматизированной системой управления предприятием. Для управления экземплярами программно-аппаратного комплекса на основе матричных методов теории графов разработана мнемосхема мониторинга и управления опорной сетью передачи данных, позволяющая контролировать основные параметры сети в режиме реального времени. Внедрение разработанной системы комплексной автоматизации в ООО «РИФ» позволило этому рыбоперерабатывающему предприятию повысить качество управления бизнес-процессами в рамках применения концепции «от фермы до прилавка».

В заключении работы обобщены полученные результаты и сформулированы выводы по диссертационному исследованию.

Список литературы содержит 129 источников, среди которых присутствуют зарубежные, электронные ресурсы, статьи в научных журналах, диссертации по предметной области исследования и статьи в сборниках трудов конференций.

Следует отметить, что по **основным результатам работы опубликовано** 13 печатных работ, в том числе 5 статей в журналах, рецензируемых и рекомендованных ВАК, и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат достаточно полно отражает содержание работы.

Основные научные результаты, полученные соискателем

В ходе исследований автором получены новые научные результаты, среди которых можно выделить следующие.

1. На основе причинно-следственного подхода для рыбоперерабатывающего предприятия впервые разработана и представлена когнитивная модель интегрированной автоматизированной системы управления.
2. Для рыбоперерабатывающего предприятия в полном объеме выполнена формализация целей и критериев автоматизации, исходя из которой для задачи синтеза системы разработано структурное математическое и алгоритмическое описание.
3. Разработана ориентированная на применение результатов математической теории управления математическая модель системы автоматического управления технологической линией горячего копчения рыбы, объединившая традиционно автономно управляемые компоненты в единую управляемую общим микропроцессором систему, позволившую на основе этого синтеза не только повысить эффективность функционирования предприятия, но и создать новые возможности для дальнейшего развития.
4. Разработано алгоритмическое обеспечение для задачи построения и конфигурирования универсального программно-аппаратного комплекса с учетом возможности последующей модернизации и масштабирования.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций работы

Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается адекватным использованием методов исследований и соответствующего математического аппарата, проверкой полученных выводов, моделированием и проведением экспериментальных исследований в производственных условиях ООО «РИФ».

Теоретическая и практическая значимость полученных выводов и результатов

К основным теоретическим и практически значимым результатам работы можно отнести следующие.

1. Разработана методика проектирования интегрированной автоматизированной системы управления для рыбоперерабатывающего предприятия, позволяющая в соответствии с предложенным алгоритмом осуществить анализ и синтез системы.
2. Выработаны рекомендации по разработке архитектуры универсального программно-аппаратного комплекса на базе микро-ЭВМ,

позволяющего осуществлять интегрированное управление процессами предприятия.

3. Разработана методика контроля основных параметров опорной сети передачи данных в режиме реального времени для управления экземплярами программно-аппаратного комплекса.
4. Разработана методика проведения экспериментальных исследований.

Замечания по диссертационному исследованию

По диссертации можно сделать следующие замечания и рекомендации.

1. Литературный обзор выполнен несколько формально, но при этом в достаточно полном объеме отражает современное состояние в области разработки систем комплексной автоматизации для предприятий пищевой промышленности.
2. На странице 14 автореферата в описании математической модели при постановке задачи управления системой горячего копчения рыбы, как и должно быть в задачах теории управления, указано, что $v(y,t) \in \Omega$, т.е. вектор управления должен принадлежать ограниченному замкнутому множеству Ω , которое на практике определяется предельными возможностями исполнительных приводов. Но такая постановка задачи не исключает возможности попадания рассматриваемого далее программного управления $v = p(t)$ на границу множества Ω . Однако, если хотя бы одна компонента $v = p(t)$ принадлежит границе множества Ω , реализация дополнительного к программному стабилизирующего управления $u(t,x)$ может привести к превышению возможностей исполнительных приводов. Исходя из этого, программное управление $v = p(t)$ может быть только внутренней точкой множества Ω . Вопрос о том, насколько близко к границе множества Ω может располагаться программное управление, имеет особое значение для практического применения полученных в работе результатов и требует уточнения.
3. В четвертой главе показано, что вычислительные ресурсы разработанного ПАК позволили запускать на его базе обученную нейросеть, разработанную в программном пакете TensorFlow. Далее говорится о недостатках такого решения, выявленных в процессе опытной эксплуатации. По представленным в диссертации кратким сведениям о результатах этой эксплуатации сделаны выводы о возможности применения разработанного ПАК для работы с готовой нейронной сетью. Приведенная в этой части работы информация представляется недостаточной для обоснования выводов.
4. На стр. 39 диссертации указано «по самым скромным оценкам 70-100%»?

5. На странице 46 диссертации рисунок 7 следовало бы назвать таблицей, поскольку он таковой и является.
6. Имеются сложные схемы, приведенные в мелком масштабе, что затрудняет восприятие (например, рисунок 35 диссертации).
7. Численные значения компонент матриц коэффициентов функции Ляпунова и матрицы коэффициентов стабилизирующего управления в силу их больших размерностей набраны слишком мелким шрифтом, что значительно затрудняет их восприятие. Следовало бы представить их в виде таблиц, как это сделано для корней характеристического уравнения замкнутой стабилизирующим управлением системы.

Сделанные замечания не снижают в целом положительную оценку выполненной работы и во многом имеют характер пожеланий с учетом дальнейшего продолжения исследований.

В целом, на основе анализа содержания диссертации, автореферата, опубликованных автором работ можно сделать заключение, что диссертация Аитова Василий Григорьевича является законченной научно-квалификационной работой, имеющей важное народно-хозяйственное значение, и соответствует п.9 требований «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (пищевая промышленность)».

Профессор кафедры «Системы
обработки информации и управления»
ФГБОУ ВО «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»,

доктор технических наук

Строганов Виктор Юрьевич

Электронная почта: vy_str@mail.ru

Почтовый адрес: 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

Телефон: 8(499)-267-54-34

