

**ОТЗЫВ**  
официального оппонента на диссертацию  
**Белозерова Владимира Валерьевича «МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ**  
**АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ ПОТОЧНО-**  
**ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ»,**  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических  
наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление  
технологическими процессами и производствами (технические науки,  
отрасль – промышленность)

**Актуальность темы выполненной работы**

Многие технологические процессы на промышленных предприятиях (нефтехимии, энергетики, агропромышленного комплекса и др.) находятся под техническим контролем Ростехнадзора, для обеспечения их безопасного функционирования. Такие промышленные предприятия квалифицируются в законодательстве Российской Федерации как опасные производственные объекты (ОПО), к которым предъявляются специальные требования безопасности, изложенные в технических регламентах (ТР) и правилах безопасности (ПБ), являющихся обязательными для ОПО.

В соответствии со 116-ФЗ «О промышленной безопасности» конкретные решения по обеспечению пожаровзрывозащиты ОПО изложены в десятках ПБ (например, для нефтехимии - ПБ-613.5, ПБ-09-540-03, для растительного сырья - ПБ 14-586-03, ПБ-03-517-02 и т.д.), в связи с чем, ответственность за выполнение требований ТР и ПБ при проектировании возложена на проектную организацию, а для исключения ошибок проекты ОПО проходят государственную экспертизу.

Однако, выполнение требований ТР и ПБ в управляющих программах АСУТП подтверждается только протоколом между заказчиком и проектировщиком по методике испытаний АСУТП, которую они сами же и составляют. В некоторых случаях (зарубежные системы) протоколы и методики отсутствуют вообще.

Именно поэтому тема диссертационного исследования является чрезвычайно актуальной, т.к. решает указанную выше проблему, путем создания моделей, алгоритмов и программно-технического комплекса (ПТК), позволяющих реализовать задачу автоматизации ОПО строго по проекту и провести тестирование на ПТК (без подключения к ОПО) в режиме «виртуального функционирования» АСУТП ОПО, включая имитацию отказов и аварий.

*Вх. л. в/134 от 21.11.2014*

Целью диссертации являлась разработка и реализация моделей и алгоритмов автоматизации пожаровзрывоопасных поточно-транспортных систем путем создания программно-технического комплекса, обеспечивающего разработку и проверку работоспособности АСУТП ОПО, а также «виртуального прогона» всех режимов функционирования, включая имитацию инцидентов и аварий, чтобы исключить «человеческий фактор» и снизить трудоемкость при создании АСУТП ОПО.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что впервые разработаны модели и алгоритмы автоматизации создания АСУТП пожаровзрывоопасных поточно-транспортных систем, включая программно-технический комплекс, их реализующий, а именно:

- разработана иерархическая 4-х уровневая классификация всех средств АСУТП пожаровзрывоопасных поточно-транспортных систем, как множества функционально-технологических моделей элементов объекта;

- разработан метод описания динамических связей функционально-технологических моделей элементов объекта для выполнения технологических процессов в управляющих контроллерах;

- созданы алгоритмы для контроля и управления технологическим оборудованием поточно-транспортных систем в ряде отраслей пищевой и нефтеперерабатывающей промышленности, реализующие требования пожаровзрывобезопасности;

- разработан метод конфигурирования алгоритмов функционирования всего объекта автоматизации, включая систему сообщений, прием команд и передачу состояний для систем SCADA;

- синтезирован алгоритм конвертирования технологической схемы и необходимых проектных данных в формализованный проект АСУТП;

- разработан редактор конфигурации формализованного проекта АСУТП для инженера-технолога, позволяющий модифицировать АСУТП, увеличивая её «жизненный цикл» и надежность;

- создан программно-технический комплекс имитации поведения технологического оборудования, включая инциденты и аварии для проверки настроенных алгоритмов без использования реального объекта автоматизации;

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- разработанные в диссертации методы и средства автоматизации создания АСУТП пожаровзрывоопасных поточно-транспортных систем являются инструментом синтеза рабочих программ для технологических

контроллеров без участия программистов (без написания кода программ), путем редактирования конфигурации объекта;

- разработанный в диссертации программно-технический комплекс позволяет реализовать при создании АСУТП требования ТР и ПБ заложенные в проекте ОПО в безусловном порядке;

- разработанный в диссертации программно-технический комплекс позволяет проверить выполнение управляющих программ при моделировании любых ситуаций, включая инциденты и аварии, без использования реального оборудования;

- разработанный в диссертации программно-технический комплекс предоставляет инженерам и технологам ОПО осуществить расширение и/или модификация АСУТП самостоятельно.

Апробация работы и внедрение результатов. Теоретические и практические результаты, представленные в диссертации, в период с 2004 по настоящее время докладывались на 13 международных, всероссийских и региональных научных конференциях, а также были внедрены в десятках крупнейших компаний агропромышленного комплекса России.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 132 страницах машинописного текста, содержит 15 формул, иллюстрируется 16 графиками, 59 рисунками и 8 таблицами, состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 117 наименований, с 3-мя Актами внедрения в приложении.

В первой главе - *«Теоретические, нормативные и практические подходы к созданию АСУТП объектов промышленности»*, представлен обзор состояния проблем автоматизации различных промышленных объектов (нефтехимии, энергетики, агропромышленного комплекса и др.).

Результаты системного анализа создания и функционирования АСУТП ОПО, в т. ч. статистика инцидентов и аварий, показывают, что применяемые методы и средства не решают всех необходимых задач.

В конце главы приведены примеры реализации АСУТП Новошахтинского НПЗ и зернового терминала Порт-Кавказ, на которых обрабатывались постановка задач и разработанные в ходе диссертационного исследования модели.

Во второй главе - *«Модель автоматизации создания АСУТП по формализованному проекту»*, представлен обзор существующих подходов к задачам проектирования, по аналогии с которыми разработана

классификация функционально-технологических элементов и математическая модель АСУТП ОПО в виде булевых множеств.

Здесь же приведены результаты синтеза алгоритмов и структуры программно-технического комплекса, которые смогут реализовать математическую модель АСУТП ОПО с помощью «виртуальных контроллеров и машин».

В третьей главе - «Разработка программно-технического комплекса автоматизации содействия и проверки АСУТП», описаны алгоритмы и реализация ПТК: технические требования, контекст ввода-вывода, каналы технологических датчиков контроля, технологическое оборудование, технологические узлы, устройства, диспетчеризация и визуализация.

Подробно описан программный модуль ПК и способ генерации метаданных верхнего и нижнего уровня, а также структурирование и загрузка для любых контроллеров с использованием SCADA WINCC.

В четвертой главе - «Имитатор виртуального объекта АСУТП», изложены принципы, способы, модули и описание программно-технического комплекса, реализующего разработанные модели и алгоритмы.

Имитатор использует ту же классификацию и математическую модель объекта автоматизации, но отличается тем, что вместо физических параметров ОА, принимает цифровые сигналы воздействия на множество элементов ОА и с помощью алгоритма естественного поведения ОА, меняет контролируемые параметры и значения «датчиков и устройств» в соответствующих массивах состояний и событий ОА.

В заключении систематизированы и представлены основные результаты работы.

Автор имеет более 50 публикаций в РИНЦ (число цитирований – 245, индекс Хирша – 7), из которых в 25 опубликованы результаты диссертационного исследования, в т. ч. 3 статьи в рецензируемых журналах из перечня ВАК и 2 патента РФ на изобретение, 4 работы опубликованы самостоятельно и 6 публикаций в соавторстве с сотрудниками и студентами, которыми он руководил.

В качестве замечания по диссертации следует отметить следующее.

В первой главе слишком много соответствующего материала (с.11-49), который не влияет на обоснование направления исследований, но затрудняет понимание проблем. В частности, таблицы с «образцами» технологических элементов можно было вынести в Приложение.

Во второй главе также излишне подробно (с.53-69) описаны

существующие математические модели и пакеты автоматизированного проектирования технологий (с.50-58), файлы из которых конвертируются в исходные данные для разработанного ПТК. А новизна подхода, заключающаяся в разработке 4-х уровневой классификации (с.59-61) и метода динамических связей (с.64-66) практически не описаны.

Также очень кратко (с.67-69) представлен «редактор конфигурации», который, как это следует из следующих глав, является основным инструментом в ПТК.

В третьей главе подробно описан редактор конфигурации, что было бы логичнее сделать в предыдущей главе.

Глава «перегружена» таблицами и рисунками (с.70-92), что затрудняет восприятие обоснованности синтеза разработанной структуры ПТК и её оптимальности.

В четвертой главе слишком детально описана методология реализации имитатора объекта автоматизации и избыточен графический материал, а модель диагностики «виртуального внедрения АСУТП», что является, несомненно, находкой автора, представлена слишком кратко.

Указанные замечания не умаляют ценности и пользы работы, ее научной и практической значимости.

Содержание автореферата полностью соответствует диссертации. И автореферат, и диссертация по содержанию и оформлению удовлетворяют требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

#### **Общая оценка диссертационной работы**

Диссертация написана четким научным языком и достаточно хорошо структурирована. Каждая глава содержит выводы по результатам исследований автора, и их последовательное применение приводит к достигнутой цели, т.е. к созданию ПТК «ТРНТЭРА», реализующего создание и проверку АСУТП ОАО без объекта с безусловным выполнением требований ТР и ПБ.

Основные результаты проведенного исследования, выводы и рекомендации отражены в автореферате и публикациях автора. Материал, содержащийся в диссертации, соответствует специальности 05.13.06, а именно:

и.5 «Теоретические основы, средства и методы промышленной технологии создания АСУТП, АСУН, АСПИП и др.»

п.10 «Методы синтеза специального математического обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУИ, АСТПП и др.»

п.12 «Методы контроля, обеспечения достоверности, защиты и резервирования информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУИ, АСТПП и др.»

п.13 «Теоретические основы и прикладные методы анализа и повышения эффективности, надежности и живучести АСУ на этапах их разработки, внедрения и эксплуатации».

п.14 «Теоретические основы, методы и алгоритмы диагностики (определения работоспособности, поиск неисправностей и прогнозирования) АСУТП, АСУИ, АСТПП и др.»

п.17 «Использование методов автоматизированного проектирования для повышения эффективности разработки и модернизации АСУ».

п.18 «Средства и методы проектирования технического, математического, лингвистического и других видов обеспечения АСУ».

Диссертационная работа полностью отвечает современным требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям такого профиля, а ее автор – Белозеров Владимир Валерьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

Директор Института компьютерных технологий  
и информационной безопасности Нижегородской  
технологической академии Южного  
федерального университета  
доктор технических наук, доцент

Г.Е. Веселов

*Геннадий Владимирович Веселов*

*344922, Ростовская обл., г.Тонкино, ул.Чертова, 2*