



ПАО «ГАЗПРОМ»

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК»**

(ООО «Газпром трансгаз Томск»)

«14» 11 2017г.

№ \_\_\_\_\_

г. Томск

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ганджи Тараса Викторовича «Развитие метода компонентных цепей для реализации комплекса программ моделирования химико-технологических систем», представленной на соискание степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

**Актуальность темы диссертации** обусловлена широким применением сложных технических управляемых систем (СТУС) для управления процессами добычи, переработки, транспортирования и использования природного газа и его отдельных компонентов. Объектами управления в СТУС выступают химико-технологические системы (СТУС), допускающие декомпозицию на взаимосвязанные элементы с протекающими между ними мультифизическими энергетическими и многокомпонентными вещественными потоками в связях. Развитие метода компонентных цепей и реализация на его основе нового комплекса программ компьютерного моделирования ХТС безусловно позволит автоматизировать решения важных народно-хозяйственных задач газовой отрасли промышленности.

Одной из них является разработка локальных и сетевых компьютерных тренажеров операторов-технологов на основе компьютерной модели СТУС. Их реализация позволит проводить комплексные занятия по отработке совместных навыков управления, как в штатном режиме функционирования технологического оборудования, так и при возникновении внештатных, предаварийных и аварийных ситуаций.

**Основными научными результатами**, полученными в ходе решения поставленных в диссертации задач, являются теоретические и экспериментально обоснованные программно-алгоритмические решения, состоящие в совокупности математических моделей и численных алгоритмов компьютерного моделирования ХТС, в частности:

– аппарат для формирования многоуровневой компонентной цепи СТУС, состоящей из трёх взаимосвязанных уровней: объектного, на котором располагается компьютерная модель ХТС с подключенными к ней компонентами исполнительных и измерительных устройств; логического, на котором в формате языка моделирования алгоритмических конструкций формируется алгоритм исследования и проектирования СТУС, включающий в себя функциональную модель устройства управления; визуального, на котором располагаются компоненты-визуализаторы, обеспечивающие отображения для пользователя выбранных результатов анализа компьютерной модели ХТС, а также средства интерактивного управления, позволяющие пользователю формировать команды интерактивного управления;

– схемотехнический язык моделирования ХТС, в формате которого на объектном уровне многоуровневой компонентной цепи формируется компонентная цепь анализируемой химико-технологической системы с неоднородными векторными связями, а также программно-алгоритмический аппарат данного языка, представленный интерпретатором языка ХТС и универсальным вычислительным ядром, адаптированным

для анализа объектов и протекающих в них процессов преобразования мультифизических энергетических и многокомпонентных вещественных потоков;

– новый численный метод явно-неявного анализа вычислительных моделей ХТС с возможностью непосредственного определения значений ряда переменных на этапе формирования системы алгебро-дифференциальных уравнений;

– реализованный комплекс программ «Среда моделирования химико-технологических систем» и совокупность методик его применения для моделирования СТУС предприятий газовой промышленности, в том числе для автоматизации задач производственного, научно-исследовательского и учебного характера.

**Теоретическая значимость результатов работы** заключается в том, что:

– в диссертации решена крупная народнохозяйственная задача создания нового подхода, обеспечивающего автоматизацию решения задач исследования и функционального проектирования сложных технических управляемых систем предприятий газовой промышленности;

– автором диссертации осуществлено развитие методов компьютерного моделирования СТУС, обеспечивающих одновременное моделирование протекающих в химико-технологических системах непрерывных процессов, дискретно-событийных процессов сценариев проведения экспериментов и функционирования устройств управления;

– разработаны новые численные методы и алгоритмы явно-неявного формирования и решения систем уравнений, обеспечивающие повышение эффективности и быстродействия анализа моделей ХТС.

**Практическая значимость и ценность работы**

В диссертации на базе предложенного автором аппарата компьютерного моделирования ХТС реализованы компьютерные модели основных элементов и аппаратов химической технологии переработки газовых потоков. К ним относятся модели смесителя, теплообменника, сепаратора и абсорбера. Положительным фактором такой реализации является предложенная автором блочная структура обобщенного компонента ХТС, обеспечивающая подключение каждой реализованной модели к единому блоку расчета коэффициентов уравнений, функционирующему с использованием свойств отдельных веществ, хранящихся в базе данных характеристик компонент потока.

**Апробация работы**

Основные теоретические положения и программно-алгоритмические разработки, полученные в ходе решения задач диссертации, докладывались автором на Всероссийских и Международных конференциях, а также опубликованы в виде статей в журналах, входящих в перечень ВАК и цитируемых в SCOPUS.

**Достоверность основных теоретических положений, выводов и практических результатов** подтверждена:

– непротиворечивостью полученных результатов анализа компонентов основных элементов и аппаратов, которые сравнивались с данными, полученными в известных, в основном зарубежных, комплексах программ;

– сравнением результатов численных методов с результатами теоретических расчётов;

– непротиворечивостью использования основных положений объектно-ориентированного программирования, лежащего в основе разработки комплекса программ моделирования химико-технологических систем, а также актами внедрения результатов в научно-исследовательские и образовательные учреждения, а также в промышленные предприятия.

**Недостатки.** В качестве недостатков работы необходимо отнести следующее:

1. В автореферате не приводится математической модели ни одного из разработанных компонентов языка моделирования химико-технологических систем, что не позволяет судить о сложности моделей и их реализации;

2. Не раскрыт подход к моделированию СТУС, в которых управление сводится к определению необходимых коэффициентов регулятора линейного или нелинейного типа.

### **Заключение**

Судя по автореферату, диссертация Ганджи Т.В. «Развитие метода компонентных цепей для реализации комплекса программ моделирования химико-технологических систем» является научным исследованием, выполненным на актуальную тему и содержащим решение актуальной научно-технической проблемы компьютерного моделирования сложных технических управляемых систем, объектом управления в которых являются химико-технологические системы предприятий газовой промышленности. Выводы, рекомендации и основные положения достаточно обоснованы, полученные на основе проводимых исследований и разработок и соответствуют паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Автореферат написан грамотным языком и достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

По уровню решения важной научно-технической проблемы и её практической значимости диссертационная работа полностью соответствует п.п. 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**Начальник отдела управления  
интегрированной системой менеджмента,  
кандидат физ.-мат. наук**

Общество с ограниченной ответственностью  
«Газпром трансгаз Томск», (3822) 60-36-86,  
634029, Томск, пр. Фрунзе, 9.  
V.Ovcharenko@gtt.gazprom.ru.



**Овчаренко  
Владимир  
Владимирович**