

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

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

Развитие методов компьютерного моделирования направлено на открытие новых возможностей автоматизированного исследования различных объектов и систем. В представленной работе объектами моделирования являются сложные технические управляемые системы (СТУС), направленные на установление и поддержание соответствующих режимов работы химико-технологических систем (ХТС) предприятий газовой промышленности. Актуальность выбранной темы диссертационного исследования обусловлена необходимостью создания новых программно-инструментальных средств автоматизированного решения задач исследования и функционального проектирования СТУС, а также разработки современных средств обучения и переподготовки управляющих кадров предприятий газовой промышленности.

В качестве базового метода автором выбран метод компонентных цепей, как универсальный метод компьютерного моделирования технических устройств и систем. На основе исследования математической модели СТУС, представленной в векторно-матричной форме, было установлено, что уравнения устройства управления, а также уравнения исполнительных и измерительных устройств могут быть представлены в явной форме, а уравнения, описывающие непрерывные процессы функционирования ХТС требуют представления в неявной форме. Это явилось предпосылкой к построению многоуровневой компонентной цепи (МКЦ), в которой модели ХТС с непрерывными процессами являются моделями объектного уровня, а функциональные модели устройств управления, а также сценарии различных вычислительных экспериментов образуют логический уровень. Для отображения результатов моделирования и осуществления интерактивного управления параметрами исследуемых моделей автором предусмотрен визуальный уровень.

Формирование многоуровневой компонентной цепи производится в многослойном графическом редакторе разработанного автором комплекса программ компьютерного моделирования химико-технологических систем на языке многоуровневых компонентных цепей. В нем автор объединяет три подязыка: язык моделирования ХТС, язык моделирования алгоритмических конструкций и язык виртуальных инструментов и приборов, каждый из которых предназначен для формирования определенного уровня МКЦ.

Особенностью языка моделирования ХТС являются неоднородные векторные связи между его компонентами. Каждая такая связь, представленная совокупностью энергетических и информационных связей, позволяет передавать между компонентами многокомпонентные вещественные потоки, характеризующиеся гидравлическими и термодинамическими характеристиками, а также вектором концентраций веществ, входящих в рассматриваемый поток. В третьей главе диссертации в виде компонентов языка моделирования ХТС с неоднородными векторными связями разработаны модели основных элементов и функциональных блоков технологического оборудования предприятий газовой промышленности: источник многокомпонентной смеси веществ, смеситель, теплообменник, сепаратор и абсорбер.

Язык моделирования алгоритмических конструкций открывает возможности формирования сценариев проведения различных вычислительных экспериментов, в которых помимо анализа моделей ХТС реализуются этапы параметризации модели ХТС, обработка результатов



их анализа, а также, при необходимости, вычисление новых значений параметров компонентов химико-технологических систем. С помощью конструкций данного языка открываются возможности автоматизации решения задач многовариантного анализа и параметрической оптимизации моделей СТУС, а также определение значений управляющих воздействий, позволяющих устанавливать и поддерживать в ХТС требуемые режимы функционирования.

Компонентами языка виртуальных инструментов и приборов на визуальном уровне многоуровневой компонентной цепи формируются панели визуализации результатов экспериментов и интерактивного управления значениями параметров исследуемой модели ХТС.

В разработанном комплексе программ помимо основных модулей, осуществляющих построение и анализ моделей, разработаны алгоритмы повышения адекватности и быстродействия моделирования ХТС. В частности разработан алгоритм явно- неявного анализа, в котором ряд переменных получают свои значения на этапе формирования системы уравнений. По сравнению с неявными методами анализа, разработанными ранее в универсальном вычислительном ядре, реализованный алгоритм позволяет увеличить быстродействие на 25-50% без потери точности результатов.

Наиболее значимым практическим результатом диссертации можно считать возможность реализации сетевых тренажеров на базе многоуровневой компонентной цепи, которая может быть распределена между одним сервером и несколькими клиентами. Это открывает новые возможности группового обучения и переподготовки кадров, занятых в управлении технологическими объектами предприятий газовой промышленности.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1) в автореферате упоминается возможность подключения многоуровневой компонентной цепи к измерительно-управляющему контроллеру X-Mega, но не приводятся программно-инструментальные средства, реализующую эту возможность;

2) не приводятся реальные примеры из практики химико-технологических систем предприятий газовой промышленности, которые могли бы продемонстрировать принципы использования интерактивных панелей и их функциональные возможности.

Несмотря на замечания, автореферат и сама диссертация «Развитие метода компонентных цепей для реализации комплекса программ моделирования химико-технологических систем» отвечает требованиям ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации, а также соответствует паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а её автор – Ганджа Тарас Викторович – заслуживает присуждения ему степени доктора технических наук.

Профессор кафедры технологии материалов  
и метрологии Балтийской государственной академии  
рыбопромышленного флота ФГБОУ ВО «Калининградский  
государственный технический университет»  
доктор технических наук, профессор

236029, г. Калининград,

ул. Молодежная, 6

тел. 4012-92-50-02

e-mail: [rector@dga.gazinter.net](mailto:rector@dga.gazinter.net)

Факс: 4012- 91-66-90

Подпись Веревкина В.И. заверяю.

Нач. ОК БГАРФ ФГБОУ ВО КГТУ



В.И. Веревкин

Т.Н. Лукьянова