

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ  
ВСЕРОССИЙСКАЯ ГРУППА ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ ИЕЕЕ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ООО «ОТКРЫТЫЕ РЕШЕНИЯ»  
ОБЩЕСТВО «ЗНАНИЕ» РОССИИ  
ПРИВОЛЖСКИЙ ДОМ ЗНАНИЙ

*XVI Международная  
научно-техническая конференция*

# **ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ В ОБРАЗОВАНИИ, УПРАВЛЕНИИ, ЭКОНОМИКЕ И ТЕХНИКЕ**

*Сборник статей*

*17 – 18 ноября 2016 г.*

Пенза

УДК 004  
ББК 32.81я43+74.263.2+65.050.2я43  
П781

П781      **ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ В ОБРАЗОВАНИИ,  
УПРАВЛЕНИИ, ЭКОНОМИКЕ И ТЕХНИКЕ :**  
сборник статей XVI Международной научно-технической  
конференции. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2016. – 272 с.

ISBN 978-5-8356-1612-1  
ISSN 2311-0406

**Под редакцией *В.И. Горбаченко***, доктора технических наук,  
профессора;  
***В.В. Дроздина***, кандидата технических наук,  
профессора

Информация об опубликованных статьях предоставлена в систему Рос-  
сийского индекса научного цитирования (РИНЦ) по договору  
№ 573-03/2014К от 18.03.2014.

ISBN 978-5-8356-1612-1  
ISSN 2311-0406

© Пензенский государственный  
университет, 2016  
© АННМО «Приволжский Дом знаний», 2016

*XVI International  
scientific and technical conference*

**PROBLEMS OF INFORMATICS  
IN EDUCATION, MANAGEMENT,  
ECONOMICS AND TECHNICS**

*November, 17 – 18, 2016*

Penza

### **3. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

УДК 519.876.5

#### **АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МОДЕЛИ**

А.А. Веселов

#### **CONTROL ALGORITHM OF FUNCTIONING OF THE DISTRIBUTED MODEL**

A.A. Veselov

**Аннотация.** Предложена модификация консервативного волнового алгоритма управления распределенными моделями, построенными на базе сетей Петри.

**Ключевые слова:** распределенная модель, сети Петри, алгоритм управления, функциональный модуль, внешний представитель, события.

**Abstract.** Modification of a conservative wave control algorithm of the distributed models, constructed on the basis of Petri nets, is offered.

**Keywords:** distributed model, Petri nets, control algorithm, functional module, proxy, events.

При построении распределенных моделей особое внимание уделяется алгоритму управления их функционированием, эффективность которого во многом определяет возможности и эффективность модели в целом. В данной работе рассматривается алгоритм функционирования распределенной модели, построенной на базе сетей Петри, специально приспособленной для моделирования поведения цифровых устройств автоматики и вычислительной техники [1]. Особенность этой модели заключается в том, что она реализует новый подход к построению распределенных систем, заключающийся в представлении каждой ее компоненты в виде объекта, состоящего из двух взаимодействующих между собой частей: представительской и функциональной, обладающих одинаковым интерфейсом. Такой взгляд на распределенную компоненту позволяет размещать эти части в разных местах физического пространства и осуществлять взаимодействие с их функциональными модулями только через их полномочных представителей [2]. Реализация такого подхода в соответствующем инструментальном средстве распределенного моделирования привела к необходимо-

сти создания и соответствующего алгоритма управления ее функционированием.

Структура распределенной модели представлена на рис. 1. На этом рисунке функциональные модули распределенной модели изображаются в виде прямоугольников, а их внешние представители – в виде окружностей. Как видно из рисунка, на верхнем иерархическом уровне главный функциональный модуль имеет в своем составе подчиненные компоненты, представленные внешними представителями своих функциональных модулей.

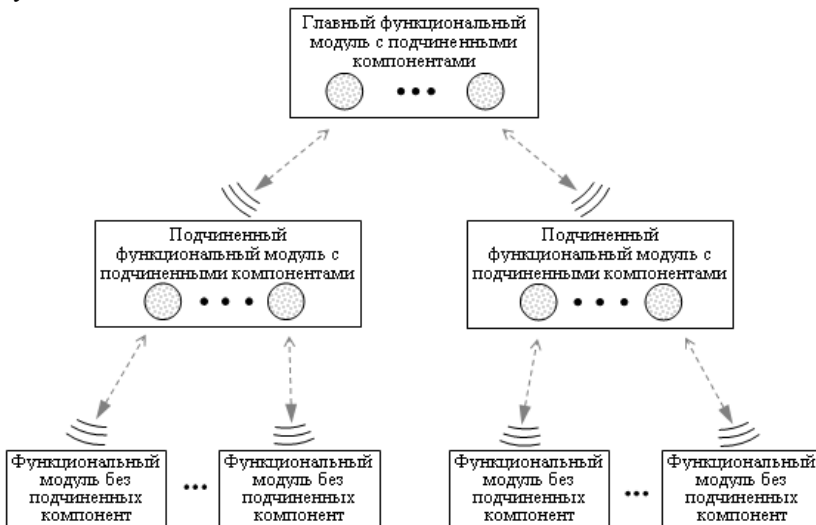


Рис. 1. Структура распределенной модели

При формировании структуры модели устанавливаются связи между функциональными модулями и их внешними представителями. Это делается на основе применения клиент-серверной технологии организации удаленного взаимодействия. Поскольку обмен данными между функциональным модулем и его удаленным представителем осуществляется в обоих направлениях, то каждый из них выполняет функции как клиента, так и сервера. Установление непосредственного взаимодействия осуществляется уже на основе использования механизма подписки реагировать на события, происходящие в удаленных объектах. Во внешних представителях функциональных модулей генерируются два основных вида событий: команда на выполнение модуля в течение заданного интервала и сообщение об изменении маркировки (состояния) его входных полюсов (сигналов).

Функциональный модуль способен генерировать только события об изменении маркировки его выходных позиций. Функции, реагирующие на эти события, имеют следующие форматы:

*управление функционированием модели*, содержат информацию о величине временного шага, на который следует увеличить текущее модельное время;

*изменение маркировки позиций*, содержат данные о номере позиции и ее новой маркировке.

Работа функциональных модулей начинается с получения команды на выполнение с указанием шага смещения модельного времени ( $dT$ ). В процессе реакции на данную команду функциональный модуль выполняет следующие операции:

уменьшает время, оставшееся до срабатывания возбужденных переходов, на величину заданного временного шага, и если оно при этом становилось равным нулю, то переводит их из разряда возбужденных в разряд срабатывающих переходов;

при появлении срабатывающих переходов выполняется изменение маркировки (состояния) связанных с ними позиций, а сами переходы исключались из списка срабатывающих. Если же новая маркировка нарушает условие срабатывания уже возбужденных или срабатывающих переходов, то эти переходы переводятся в разряд обычных (невозбужденных) переходов;

определялось минимальное время, оставшееся до срабатывания какого-либо из возбужденных переходов собственной модели функционального модуля.

Если в составе функционального модуля имеется хотя бы одна подчиненная компонента, то кроме перечисленных операций (через их внешних представителей) функциональным модулям отсылаются сообщения о запуске на функционирование в течение заданного шага изменения модельного времени –  $dT$ . При этом каждый из них выполняет все вышеперечисленные операции. В ответ на такое сообщение функциональный модуль получает от каждой подчиненной компоненты ответ с информацией о минимальном интервале времени, оставшегося до срабатывания его возбужденных переходов. Получив подобные ответы от всех подчиненных компонент, функциональный модуль выбирает из них (включая и минимальный интервал, оставшийся до срабатывания его собственных возбужденных переходов) наименьшее значение и отправляет его своему внешнему представителю на более высокий иерархический уровень.

Если после запуска какого-либо подчиненного функционального модуля в нем и его подчиненных компонентах не оказывается ни одного воз-

бужденного перехода, то в этом случае просто увеличивается его модельное время на заданный шаг, а своему внешнему представителю возвращается ответ в виде любой отрицательной величины, интерпретируемой как признак отсутствия возбужденных переходов.

Срабатывание возбужденных переходов в процессе функционирования модели сопровождается изменением ее состояния, проявляющемся в виде изменения маркировки позиций в главном функциональном модуле или функциональных модулях его подчиненных компонент. При изменении маркировки позиций любого функционального модуля им генерируется событие, на которое подписан реагировать его внешний представитель. Как уже было сказано, это событие содержит информацию о номере позиции и ее новой маркировке. Реагируя на это событие, внешний представитель функционального модуля изменяет маркировку своего соответствующего полюса. Поскольку этот полюс органически входит в состав владеющего им функционального модуля то функциональный модуль изменяет маркировку этой позиции и проводит проверку – не появился ли в результате этого действия новый возбужденный переход или не привело ли это действие к нарушению условий возбуждения какого-либо из его возбужденных или срабатывающих переходов. В первом случае переход, ставший возбужденным, вносится в список возбужденных переходов, а во втором – исключается из списка возбужденных и срабатывающих переходов.

По существующей классификации подобный алгоритм управления функционированием распределенной модели можно отнести к категории консервативных волновых алгоритмов управления модельным временем.

Программная реализация представленного алгоритма прошла успешные испытания, показавшие ее принципиальную работоспособность и способность заметно повысить быстродействие распределенных моделей устройств цифровой и вычислительной техники по сравнению с их монолитными аналогами.

#### Библиографический список

1. Веселов А.А. Распределенная модель устройств цифровой и вычислительной техники на основе сетей Петри // Интернет-журнал «Науковедение», Том 7, №3, 2015. [Электронный ресурс]. М.: Науковедение, 2015. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/124TVN315.pdf>.
2. Веселов А.А. Система распределенного моделирования устройств цифровой электроники на основе сетей Петри // Приборы и системы. Контроль, измерение, диагностика. 2016. №2. С. 11–22.

**Веселов Алексей Аркадьевич**  
Тверской государственный  
технический университет,  
г. Тверь, Россия  
E-mail: Veselov\_A\_A@mail.ru

**Veselov A.A.**  
Tver State Technical University,  
Tver, Russia

---

УДК 004.023

## **ОБРАБОТКА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА**

Ю.Н. Матвеев, А.Е. Данышина, Н.А. Стукалова, А.В. Туляков

### **SPECTROPHOTOMETRIC INFORMATION PROCESSING BY USING CLUSTER ANALYSIS ALGORITHMS**

Yu.N. Matveev, A.E. Dan'shina, N.A. Stukalova, A.V. Tuljakov

**Аннотация.** Описан метод кластерного анализа, который позволяет обработать большие объёмы информации, приведены меры сходства объектов, на основании которых делаются выводы о «похожести» этих объектов. Примером метода кластеризации обработки информации служит метод  $k$ -средних.

**Ключевые слова:** фотометрия, спектрофотометрия, биологические жидкости, кластерный анализ, метод  $k$ -средних, массив данных.

**Abstract.** There is given a review of a cluster analysis method which allows to process large volumes of information. The measurement of element similarities on the basis of which conclusions about resembling of these objects are drawn is described. The method of  $k$ -averages is an example of a method of a clustering of information processing.

**Keywords:** photometry, spectrophotometry, body liquids, cluster analysis, qualifier,  $k$ -means, multiple data.

Одним из методов исследования биологических жидкостей пациентов лечебных учреждений является спектрофотометрический анализ. Данный анализ основан на исследовании спектра излучения исследуемого препарата. Известно, что каждый химический элемент излучает определённый спектр оптических волн, по которому можно идентифицировать этот элемент. Подобно химическим элементам, молекулы также испускают опре-