

УДК 519.816+519.876.5

КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ГЛОБАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

А.В. Чуваков

Самарский государственный технический университет
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Территориально распределенные организации, имеющие глобальный пространственный характер, рассматриваются как единая глобально распределенная организационная система с учетом двух методов организационного управления: централизованного и децентрализованного. Принятие решения о выборе того или иного способа управления координируется системой поддержки принятия решений (СППР) с использованием единого информационного пространства знаний. Глобально распределенная организационная система представлена в виде семантической GRID-системы с возможностью равномерного распределения работ между элементами с учетом их эффективности.

Ключевые слова: *глобально распределенная организационная система, системы поддержки принятия решений, единое пространство знаний, GRID-технологии, бионические алгоритмы.*

Существует большой класс территориально распределенных организаций (ТРО), имеющих глобальный пространственный размах (страна, регион), таких как предприятия нефтеперерабатывающей области, электроэнергетические системы, системы управления железнодорожного транспорта, учреждения государственного и муниципального управления и т. д. Они, в свою очередь, декомпозируются на более простые организационные элементы (подсистемы), например отделы на промышленных предприятиях или департаменты в муниципалитете. Совокупность структурных единиц ТРО, их функций, потоков между ними, бизнес-процессов и их отношений, технологий может быть рассмотрена как единая глобально распределенная организационная система (ГРОС) (рис. 1). В настоящее время каждый элемент ГРОС в основном имеет централизованную организационную структуру управления, что является именно тем «узким звеном», которое приводит к неоправданному увеличению времени реакции, лишнему вмешательству во внутренние дела подсистем и в конечном счете к инертности организационной системы в целом.

Стремление ГРОС к централизации должна быть минимальной, но обеспечивающей достижение поставленной цели, однако и у децентрализованного управления есть недостаток – увеличенное время адаптации системы, что весьма существенно для быстро меняющихся сред. То, что в централизованных системах можно сделать за короткое время, в децентрализованной будет осуществляться медленнее. Недостатком централизованного подхода также является сложность управления из-за огромного потока данных, подлежащих переработке в старшей по иерархии системе управления [1].

В идеале в ТРО должны присутствовать два способа организационного

Александр Владимирович Чуваков (к.х.н., доц.), доцент кафедры «Вычислительная техника».

управления. Если экономическая ситуация меняется латентно, то децентрализованная часть ГРОС успешно справляется с адаптацией к среде и с достижением глобальной цели за счет оперативного управления, а при резких изменениях среды применяется централизованное управление по быстрому переводу системы в новое состояние. В то же время централизованное управление плохо масштабируется, тогда как в децентрализованной структуре масштабирование реализуется эффективно [2]. Следовательно, для максимальной эффективности всей ГРОС в целом должно быть налажено взаимодействие между локальными центрами управления и элементами системы (рис. 2) и, самое главное, оперативное принятие решения об изменении организационного управления в зависимости от изменений в среде, как локальных, так и глобальных.

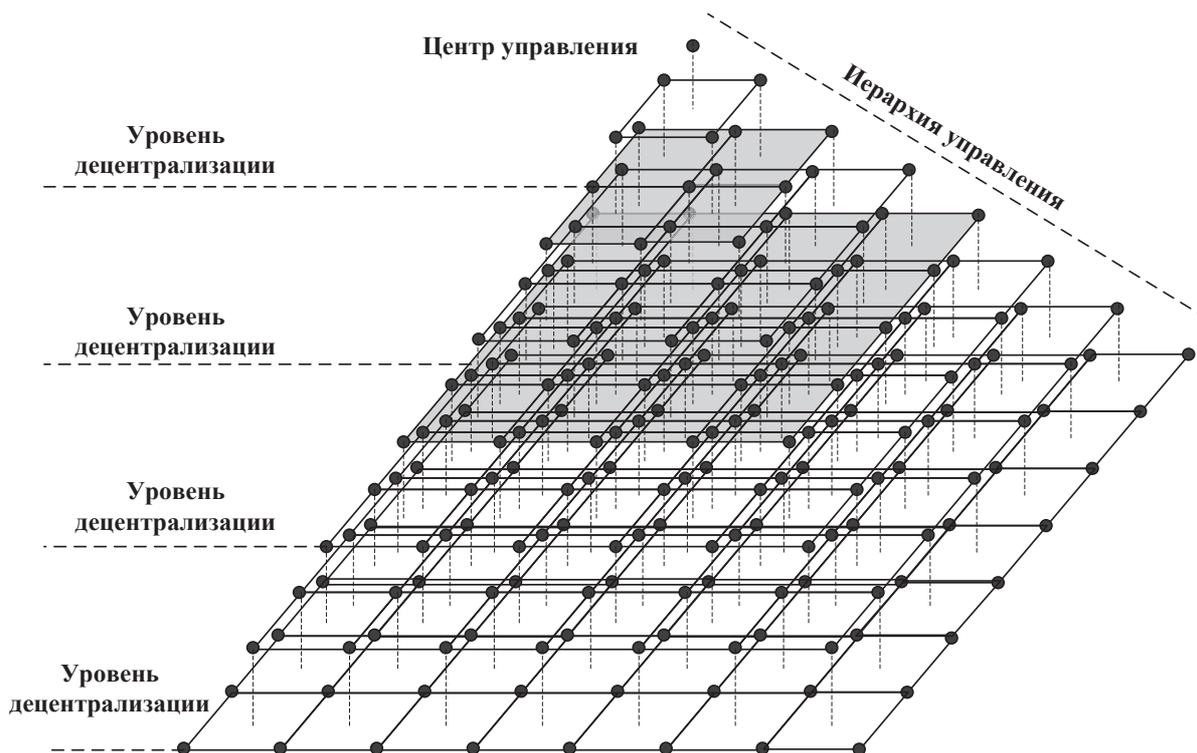


Рис. 1. Общая структура системы организационного управления ГРОС

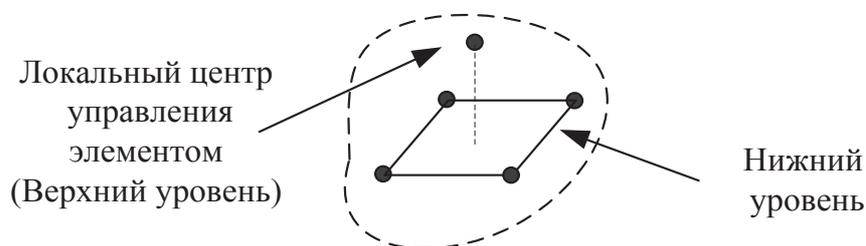


Рис. 2. Общая структура элемента организационного управления ГРОС системы управления

В работе [3] предлагается для достижения этой цели применять территориально распределенную вычислительная среда (ТРВС), призванную объединить удаленные вычислители в единое целое с согласованным параллельным взаимодействием вычислителей на относительно больших расстояниях и обеспечением

обработки исходных и текущих данных по месту их возникновения для решения, например, задач управления и распределения ресурсов в глобальных проектах.

В настоящее время большое распространение получили системы класса ERP (Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия). При их внедрении происходят изменения в организационно-функциональной структуре, корпоративной культуре, общем уровне производительности. Меняются функциональные обязанности, системы мотивации и продуктивности работы отдельных структурных единиц организации [4, 5], позволяющие оперативно получить информацию об экономической ситуации на предприятии, провести некоторую аналитику и принять решения об изменениях в структуре управления организации.

Но даже использование TPBC и ERP в совокупности не позволяет решить задачу координирующего процесса и требует больших затрат для внедрения, а также колоссальных вычислительных мощностей для использования в ГРОС. Следовательно, только объединение этих средств под управлением систем поддержки принятия решений (СППР) [6, 7], основанных на знаниях, позволит скоординировать взаимодействие составляющих элементов ГРОС для принятия оперативных решений при переходе от централизованного управления к децентрализованному и обратно. Использование GRID-технологий [8] поможет в управлении и структуризации элементов ГРОС, а значит, в распределении в равной степени ресурсов организации и создании возможности сокращения вычислительных мощностей для обработки данных.

Единое информационное пространство знаний ГРОС

Огромный объем информации, поступающей в органы управления ГРОС и непосредственно к руководителям, усложнение решаемых задач, необходимость учета большого числа взаимосвязанных факторов и быстро меняющейся обстановки настоятельно требуют использовать вычислительную технику в процессе принятия решений [9] и такой класс вычислительных систем, основанных на знаниях, как СППР.

Независимо от типа организационного управления иерархия подчиненности ГРОС относится к несбалансированному типу. Она может иметь циклы с нечетким распределением знаний по вертикальным уровням и взаимодействием по горизонтали через верхние уровни. Применяя разные базисы знаний, сотрудники различных служб (отделы, департаменты и т. д.) используют разнообразные информационные системы (ИС). Даже в одной ветви управления возможно использование ИС, не интегрированных в единую информационную среду корпоративных знаний. Это основная сложность взаимодействия всех типов пользователей для синтезированного анализа данных и дальнейшего принятия рационального решения без использования СППР. Следовательно, разрабатываемая СППР должна консолидировать знания всех служб, ветвей, уровней иерархий ГРОС и организовать непрерывное информационное пространство знаний ГРОС для принятия рациональных решений тактического, стратегического и оперативного уровней (рис. 3).

Единое информационное пространство знаний должно содержать формальные явные описания терминов предметной области и отношений между ними, то есть требуется разработка соответствующей онтологии [10].

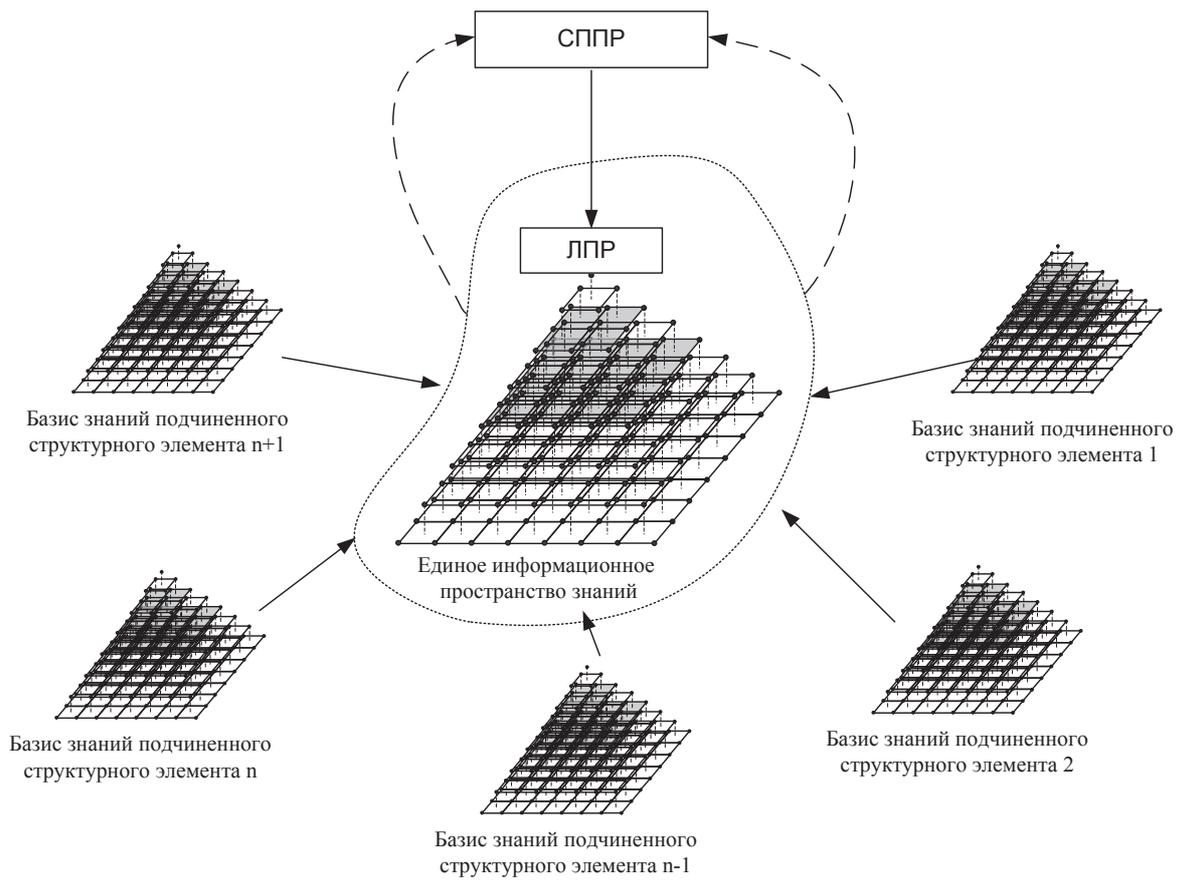


Рис. 3. Единое информационное пространство знаний ГРОС

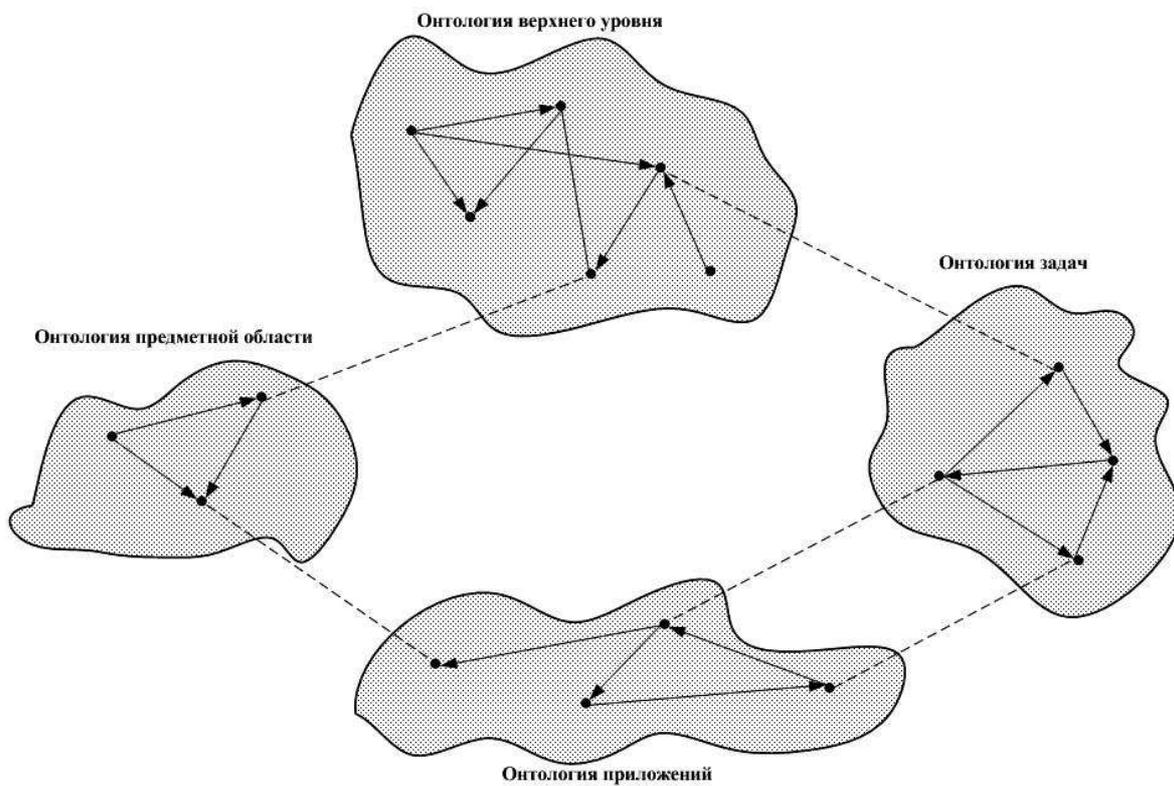


Рис. 4. Классификация онтологий по назначению

В настоящий момент отсутствует комплексный общий подход, который бы унифицировал многочисленные методики решения локальных задач по использованию онтологических моделей в системах управления знаниями [11], но некоторая классификация онтологий все же имеется, например по назначению: онтологии верхнего уровня, онтологии предметных областей, онтологии задач и онтологии приложения (рис. 4) [12]. В нашем случае предпочтительнее разработка онтологий верхнего уровня, так как они решают задачи определения соответствий различных онтологий нижнего уровня и, следовательно, устраняют проблему взаимодействия систем и подсистем.

GRID концепция представления ГРОС

Распределенная система является кластером, если общее количество элементов не превышает несколько десятков. Распределенная система корпоративного уровня содержит в своем составе уже сотни, а в некоторых случаях и тысячи элементов. Глобальной системой называется распределенная система с количеством элементов, входящим в ее состав, более тысячи. При этом зачастую элементы таких систем также глобально распределены [13]. По типу предоставляемых ресурсов различают [14]: распределенные вычислительные системы (Computational GRID), распределенные информационные системы (Data GRID), семантический GRID (Semantic GRID). В Computational GRID в качестве основного ресурса предоставляется вычислительная мощность всей системы. Основное направление развития систем подобного типа заключается в наращивании вычислительных мощностей системы посредством увеличения числа вычислительных узлов. Распределенные информационные системы (Data GRID) предоставляют вычислительные ресурсы для обработки больших объемов данных для задач, не требующих больших вычислительных ресурсов. Семантический GRID предоставляет не только отдельные вычислительные мощности, но и совокупность вычислительных и информационных систем для каждой конкретной предметной области [15]. В GRID-системах децентрализованной ГРОС часто используются матричные организационные структуры с P2P (peer-to-peer) взаимодействием [16].

Для ГРОС наиболее подходящим по типу является семантический GRID, который объединяет разнородные вычислительные ресурсы: персональные компьютеры, рабочие станции, кластеры и суперкомпьютеры, находящиеся на различных уровнях децентрализованной системы (рис. 5). Тогда в общем виде GRID-система для ГРОС строится по следующей схеме: уровень исполнителей, уровни локальных узлов, уровень координирующего центра и уровень СППР (рис. 6).

Уровень исполнителей – программно-аппаратные средства, используемые для решения поставленных задач в GRID. Организационно сюда могут входить как один пользователь с персональным устройством, так и отдел, выполняющий одну функцию.

Уровень локальных узлов – программно-аппаратные средства, обеспечивающие функционирование каждого из GRID-системы. Данные узлы являются диспетчерами каждого из GRID отдельно и назначаются координирующим центром.

Уровень координирующего центра – программно-аппаратные средства, обеспечивающие функционирование локальных узлов GRID-системы. В зависимости от поставленной на данный момент задачи происходит децентрализация

системы на GRID нижних уровней, назначение локальных центров и их координация.

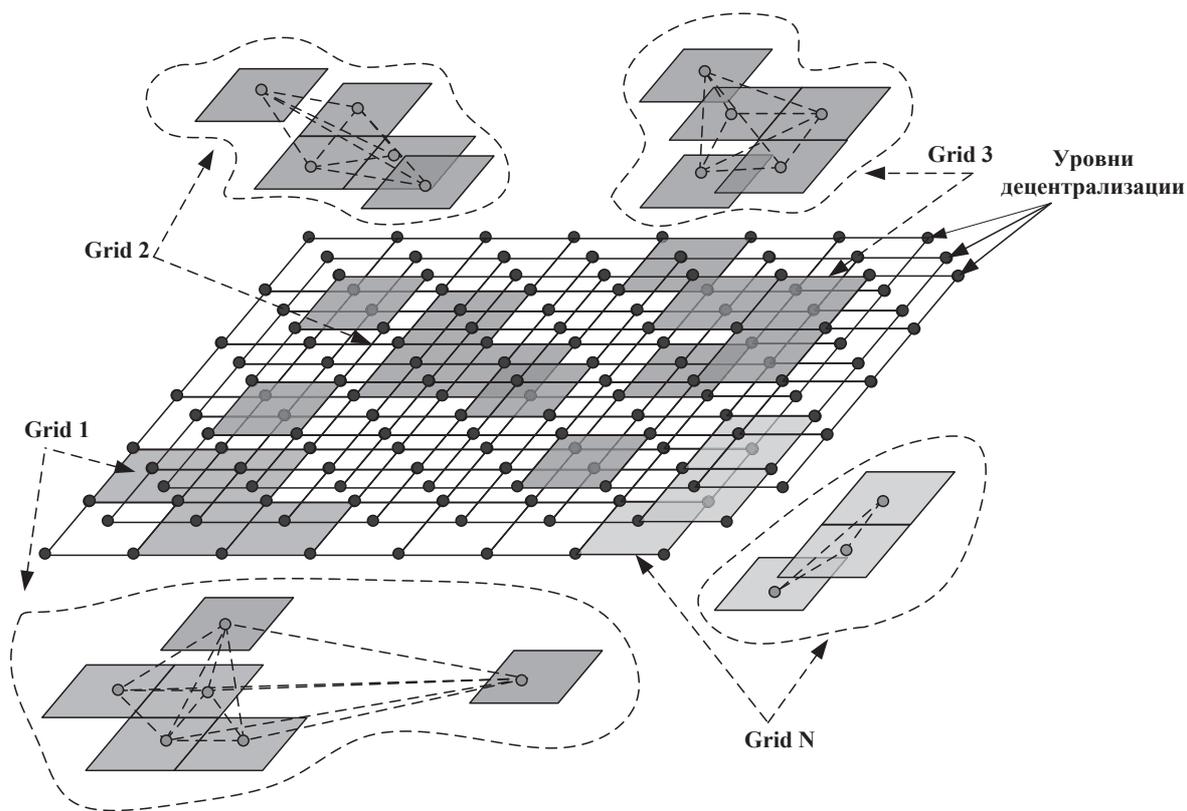


Рис. 5. GRID-системы децентрализованной ГРОС

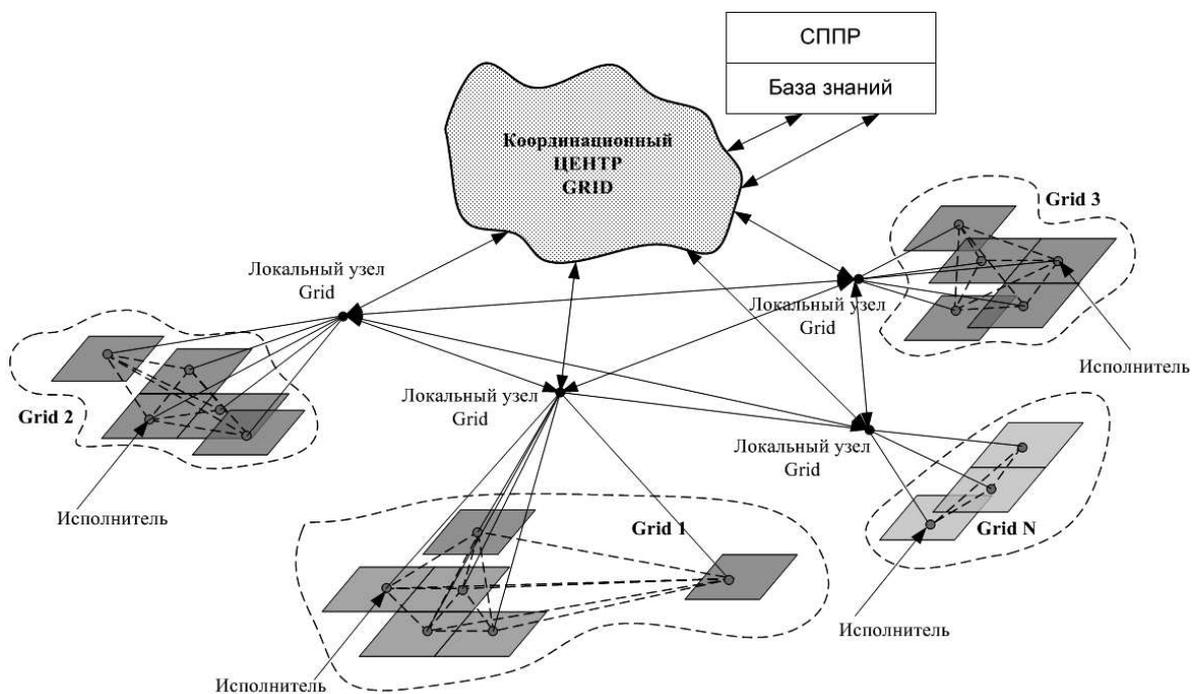


Рис. 6. Схема GRID-системы для ГРОС

Уровень СППР – программно-аппаратные средства, на которых формируются задачи для GRID, заполняется (изменяется) база знаний резолюциями, выданными GRID, и подготавливается информация о вариантах решений для лица, принимающего решения (ЛПР).

Несмотря на то, что уже сейчас предлагаются стандартные средства создания GRID-инфраструктур, существует ряд важных научных задач, в том числе и теоретических, без решения которых полномасштабное использование возможностей GRID-технологий невозможно. Одной из актуальных задач в настоящее время является эффективное управление уровнем исполнителей, или задача о равномерном распределении работ между элементами данного уровня. С ростом числа равноправных исполнителей, входящих в распределенную инфраструктуру, отсутствие хорошего планировщика, обеспечивающего равномерное распределение нагрузки, не только значительно снижает эффективность использования всей GRID-инфраструктуры, но может сделать бессмысленным ее создание. При этом следует отметить, что для таких распределенных систем характерным является динамичное развитие, что делает невозможным решение задачи эффективного управления «в статике» – один раз и навсегда [17].

Задача о равномерном (наилучшем) распределении некоторого числа работ между таким же числом исполнителей при условии взаимно однозначного соответствия между множествами работ и исполнителей сводится к поиску оптимального назначения из условия максимума общей производительности, равной сумме производительности исполнителей. Производительность каждого исполнителя при выполнении каждой из имеющихся работ задается заранее. В математической модели задача представляется в виде двудольного графа, разбитого на два подмножества вершин Z и V одинаковой мощности n и множество ребер R , соединяющих вершины из разных подмножеств. Информация о графе хранится в матрице чисел D_{ij} , где $i, j \in 1, 2, \dots, n$, представляющих собой эффективность выполнения j -й работы i -м исполнителем. Требуется найти перестановку φ из элементов множества Z , такую, что

$$F(\varphi) = \sum_i D(i, \varphi_i) \rightarrow \min.$$

На данный момент в IT-инфраструктуре широко используется инженерный подход к решению такого рода задач, но имеется и множество других – в частности, построенных на принципах бионики при сочетании инженерии и биологии.

В бионических алгоритмах, основанных на наблюдениях за живой природой NIA (Nature Inspired Algorithms), на уровне искусственного интеллекта репродуцируют поведение колоний насекомых, птиц или рыб. Данные алгоритмы нашли применение в различных оптимизационных приложениях и все чаще распространяются и на задачи управления. Так как природные процессы обладают естественным параллелизмом, то выполнение NIA может быть ускорено при использовании больших пулов данных [1].

В большинстве своем NIA имитируют свойства сообществ, состоящих из примитивных особей, в первую очередь способность к децентрализованному принятию решения. Сообщества простых организмов представляют пример синергетического эффекта, когда совокупная способность сообщества больше суммы способностей отдельных частей – из мелких составляющих образуется коллективный интеллект, или интеллект роя SI (Swarm Intelligence), благодаря которому рой демонстрирует поведение и принятие таких решений, которые по

своей сложности заведомо недоступны одной отдельно взятой особи. За время использования SI в оптимизационных задачах были созданы десятки различных подходов, и из их разнообразия можно выделить три основных типа алгоритмов: муравьиный алгоритм (Ant Colony Optimization, ACO), метод оптимизации роем частиц (Particle Swarm Optimization, PSO) и пчелиный алгоритм (Bee Colony Optimization, BCO) [18].

Результаты

Предложено рассматривать территориально распределенные организации, имеющие глобальный пространственный характер, как единую глобально распределенную организационную систему. В ней должны реализовываться два способа организационного управления: централизованное и децентрализованное. При этом переходы из одного способа управления в другой должны координироваться СППР в зависимости от ситуации, наступившей в тот или иной момент времени. Работа СППР основывается на едином информационном пространстве знаний, описываемом с помощью онтологий верхнего уровня.

Саму глобально распределенную организационную систему предложено представлять в виде семантического GRID, разделенного на несколько уровней: уровень исполнителей, уровни локальных узлов, уровень координирующего центра и уровень СППР. Это обеспечивает возможность равномерного распределения работ между элементами системы с помощью бионических алгоритмов с учетом их эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Черняк Л.Л.* Интеллект роя для ИТ // Открытые системы. СУБД. – 2014. – № 2. – С. 68–75. ISSN 1028-7493
2. Иерархические модели в анализе и управлении режимами электроэнергетических систем / О.А. Суханов, Ю.В. Шаров. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007. – 312 с.
3. *Дзегеленок И.И., Кузнецов А.Ю.* Параллельные мультимедийные сети как направление развития распределенных суперЭВМ // Системы управления и силовая электроника. – М.: Изд-во ВЭИ, 2011. – С. 26–32.
4. Менеджмент процессов / Й. Бэкер, Л.Л. Вилков, В.Л. Таратухин и др. – М.: Эксмо, 2007. – 384 с.
5. *Esteves J.* A Framework Proposal for Monitoring and Evaluating Training in ERP Implementation Projects / J. Esteves, J. Pastor, J. Casanovas // Technical Research Report. – 2012.
6. *Орлов С.П., Чуваков А.В., Нечаев Д.А.* Разработка экспертной системы в составе интеллектуальной системы поддержки принятия решений в области водоподготовки и водоочистки природных вод // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 5. – С. 44–52.
7. *Орлов С.П., Нечаев Д.А.* Модели анализа и принятия решений при управлении региональными программами // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – № 2(52). – С. 35–38.
8. *Дзегеленок И.И., Абдулрадх О.А., Оцоков Ш.А., Ильин П.Е.* Декомпозиционный подход к осуществлению GRID- технологий // Информационная математика. – 2005. – № 1(5). – С. 139–148.
9. *Кириллов М.И.* Территориально-распределенная система поддержки принятия проектных решений при проектировании и производстве высокотехнологичных изделий: дис. ... канд. тех. наук. – М.: Моск. гос. инст. электроники и математики, 2006. – 185 с.
10. Онтологии в компьютерных системах / В.А. Лапшин. – М. Научный мир, 2010. – 224 с. ISBN 978-5-91522-193-1
11. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, Ф.В. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2010. – 384 с.
12. *Тузовский А.Ф.* Онтолого-семантические модели в корпоративных системах управления знаниями: дис. ... докт. техн. наук. – Томск: ТГПУ, 2007. – 381 с.
13. *Rodin A.V., Burtsev V.L.* Parallelnye ili raspredelennye vychislitel'nye sistemy? // Trudy Nauchnoi

- sessii MIFI-2006. Т. 12. Informatika i protsessy upravleniia. Komp'iuternye sistemy i tekhnologii [Parallel or distributed computing system? // Proceedings of the Scientific session МЕРPhI-2006. V. 2. Informatics and management processes. Computer systems and technology]. pp. 149-151.
14. *Цветков В.Я., Алпатов А.Н.* Проблемы распределенных систем // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 6(12). – С. 31-36.
 15. *Бабич А.В., Берсенев Г.Б.* Алгоритмы динамической балансировки нагрузки в распределенной системе активного мониторинга // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2011. – № 3. – С. 251–261.
 16. *Орлов С.П., Леднев А.М., Иващенко А.В.* Применение P2P аутсорсинга в задачах управления проектами на предприятиях нефтегазовой отрасли // Вестник Волжского университета им. Татищева. – 2013. – № 5(21). – С. 5-10.
 17. *Шокин Ю.И. и др.* Распределенная информационно-аналитическая система для поиска, обработки и анализа пространственных данных // Вычислительные технологии. – 2007. – Т. 12. – № 3. – С. 108-115.
 18. *Штовба С.Д.* Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях. – 2003. – № 4. – С. 70-75.

Статья поступила в редакцию 4 марта 2016 г.

CONCEPT FORMATION OF DECISION SUPPORT SYSTEM IN THE MANAGEMENT OF GLOBAL DISTRIBUTED ORGANIZATIONAL SYSTEMS

A.V. Chuvakov

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation

Geographically-distributed organizations with a global spatial scope are treated as a single globally distributed organizational system based on two organizational management methods of centralized and decentralized. The decision to choose one or another method of control of DSS is coordinated with a common information space of knowledge. Globally distributed organizational system is presented in the form of semantic Grid with a uniform distribution of work between the elements of the system with regard to their effectiveness.

Keywords: *global distributed organizational system, decision support system, a common space of knowledge, Grid technology, bionic algorithms.*

Alexander V. Chuvakov (Ph.D (Chem.)), Associate Professor.