

УДК 004.051

**МЕТОДИКА СОГЛАСОВАННОГО СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ ERP-СИСТЕМЫ  
ПОД КОМПЛЕКС ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКАЗЧИКА\***

**THE SYNTHESIS METHOD OF ERP-SYSTEM STRUCTURE  
IN THE CONDITIONS OF COMPLEX PRODUCTION REQUIREMENTS  
OF THE CUSTOMER INDUSTRY**

*И.И. СЕМЕНОВА, А.П. КУЗНЕЦОВА*  
*I.I. SEMENOVA, A.P. KUZNETSOVA*

(Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)  
(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs)  
E-mail: osobaii@gmail.com

*В статье представлен подход к решению задачи синтеза структуры многокомпонентного программного комплекса (структуры ERP-системы) на основе онтологического и мультиагентного подходов, отличающийся от известных тем, что включает применение онтологии в качестве хранилища данных о компонентах системы, требований заказчика и задание правил поведения агентов для организации работы в мультиагентной системе.*

---

\* Работа выполняется при поддержке РФФИ № 13-07-97536.

*The paper presents an approach to the problem of the synthesis of the structure of a multi- component software system (ERP-system structure) based on ontological and multi-agent approaches. This approach is different from the known fact that it involves the use of ontology as a repository for data about system components, customer requirements and setting the rules of conduct for agents in the multiagent system.*

**Ключевые слова:** задача структурного синтеза, многокомпонентные программные комплексы, ERP, онтология, мультиагентная система.

**Keywords:** the task of structural synthesis, multi-software systems, ERP, ontology, multi-agent system.

В работе [1] обозначены проблемы в системе автоматизации управления предприятием. Но кроме указанных в работе проблем существует еще одна проблема, присущая крупным производствам и предприятиям. А именно – это задача обоснованного, согласованного и экономически эффективного выбора комплексного программного решения, позволяющего создать единый, прозрачный с точки зрения контроля текущей ситуации контур управления.

На современном рынке информационных технологий (ИТ-рынке) существует большое количество предложений по внедрению ERP-систем, направленных на организацию управления ресурсами всего промышленного предприятия.

Преимущество ERP-систем состоит в том, что они более универсальны, поскольку могут с равным успехом использоваться как на промышленных предприятиях, так и в банках, страховых компаниях, образовательных учреждениях, то есть в организациях с принципиально различной спецификой работы. Именно поэтому отдельные модули/компоненты ERP, отвечающие за неприменимые к данной отрасли процессы, зачастую вообще не используются [2...3]. В результате ERP-системы можно рассматривать как многокомпонентные программные системы, для заказчиков которых задача обоснованного, согласованного и экономически эффективного выбора комплексного программного решения является актуальной [4]. Эту задачу будем рассматривать как задачу синтеза структуры многокомпонентных программных систем.

В данной работе предлагается решать данную задачу на основе онтологического и мультиагентного подходов.

Для решения задачи выделим классы компонентов (один экземпляр класса должен присутствовать в решении), имеется  $n$  классов компонентов  $M = \{M_1, \dots, M_i, \dots, M_n\}$ , где  $M$  – множество всех классов компонентов, из которых должна состоять синтезируемая структура. Каждый класс компонентов может быть описан множеством атрибутов:  $A_i = \{A_{i1}, \dots, A_{ij}, \dots, A_{ik_i}\}$ , где  $A_i$  – множество атрибутов  $i$ -го класса,  $i = \overline{1..n}$ ,  $j = \overline{1..k_i}$ ,  $k_i$  – число атрибутов  $i$ -го класса. Каждый класс компонентов может быть представлен на ИТ-рынке множеством готовых решений компонентов – экземпляров класса:  $M_i = \{M_{i1}, \dots, M_{iv}, \dots, M_{iV}\}$ , где  $M_i$  – множество всех экземпляров  $i$ -го класса компонентов, которые представлены на ИТ-рынке и описаны в онтологии,  $v = \overline{1..V}$ .

Некоторые экземпляры одного класса могут корректно взаимодействовать с компонентами другого класса с помощью правил взаимодействия, некоторые экземпляры разных классов несовместимы и не могут войти в итоговое решение по структуре синтезируемой системы, эти правила отражаются в онтологии.

Основными параметрами, на основе которых будет выбираться структура системы, являются: затраты, связанные с общим временем (всем периодом) внедрения; стоимость выбранных компонент системы; квалификация сотрудников, занимающихся

внедрением системы; квалификация эксплуатирующего персонала; коэффициенты взаимодействия между выбранными компонентами, зависящие от форматов ввода-вывода, единообразия отчетов, интерфейсов взаимодействия компонентов и пр.

Соответственно при выборе альтернатив в целевой функции затраты минимизируются, квалификация и коэффициенты взаимодействия компонентов максимизируются.

Множество ограничений для выбора оптимальной структуры будут зависеть от требований заказчика, которые отражаются в онтологии.

Так как в работе используется мультиагентная система, то дополнительно каждый класс агентов использует свою целевую функцию и ограничения, которые также отражаются в онтологии. Каждый агент имеет целевую функцию выбора очередного агента, а также учитывает все входящие в его компетенцию пожелания заказчика. Онтология в предлагаемой методике занимает место базы знаний и базы данных компонентов ERP-систем. Однако помимо данных о компонентах также задаются и связи между ними с помощью отношений.

Таким образом, онтология позволяет хранить данные и заранее описывать действия, с помощью которых будут действовать агенты в мультиагентной системе (МАС), а сама МАС играет роль основного исполнителя в решении задачи синтеза структуры ERP-системы.

Опишем методику согласованного синтеза структуры ERP-системы.

Для синтеза структуры системы с применением онтологического и мультиагентного подходов можно применить следующую последовательность действий.

Шаг 1. Определение комплекса производственных требований заказчика, которые могут быть решены применением программных средств.

Шаг 2. Определение наличия у заказчика готовых программных модулей, которые должны войти в состав синтезируемой структуры.

Шаг 3. Определение типовых модулей синтезируемой структуры и определение требований заказчика к каждому модулю.

Шаг 4. Определение требований заказчика ко всей многокомпонентной системе в целом.

Шаг 5. Разработка новой либо доработка существующей онтологии, содержащей сведения о классах компонент системы и отношениях между ними, а также содержащей сведения об экземплярах классов компонент системы (существующие на ИТ-рынке готовые программные компоненты, которые могут участвовать в процессе синтеза) и отношениях между ними.

Шаг 6. Проверка полноты базы знаний онтологии по требуемым классам компонент системы заказчика. Если информация отсутствует или неполная, то возврат на шаг 5.

Шаг 7. Выбор варианта использования онтологии для структурного синтеза системы.

Шаг 8. Назначение агента каждого класса компонент в выбранной онтологии.

Шаг 9. Создание агентов заказчика, оптимизатора.

Шаг 10. Общее построение мультиагентной системы.

Шаг 11. Синтез альтернативы с помощью взаимодействия агентов.

Шаг 12. Определение соответствия вариантов синтезированных решений требованиям заказчика. Если нет, то возврат на шаг 3, иначе выбор одной из альтернатив, удовлетворяющих заказчика.

Основной прецедент в проекте "Синтез системы" включает в себя несколько прецедентов на рис. 1. Упрощенная диаграмма классов для данного прецедента представлена на рис. 2.

Для заказчика, перед которым стоит описанная в работе задача, было разработано приложение, позволяющее вносить свои требования к ERP-системе, работать с онтологией, а также запускать поиск решения с помощью модуля, реализующего МАС. На рис. 3 показан пример окна программы с возможностью внесения требований к классу компонентов "Управление проектами".

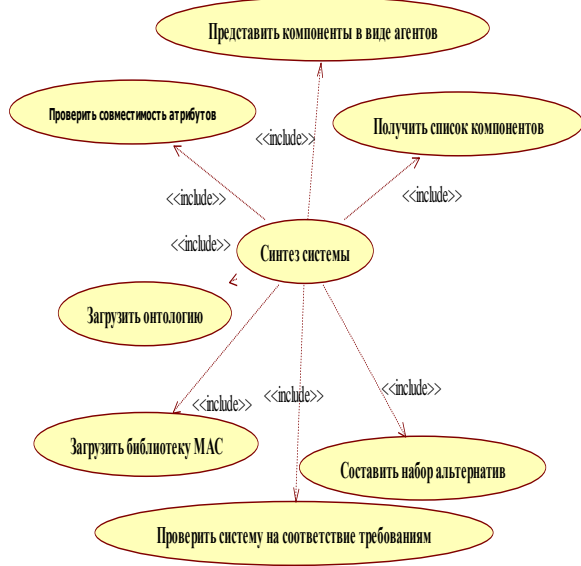


Рис. 1

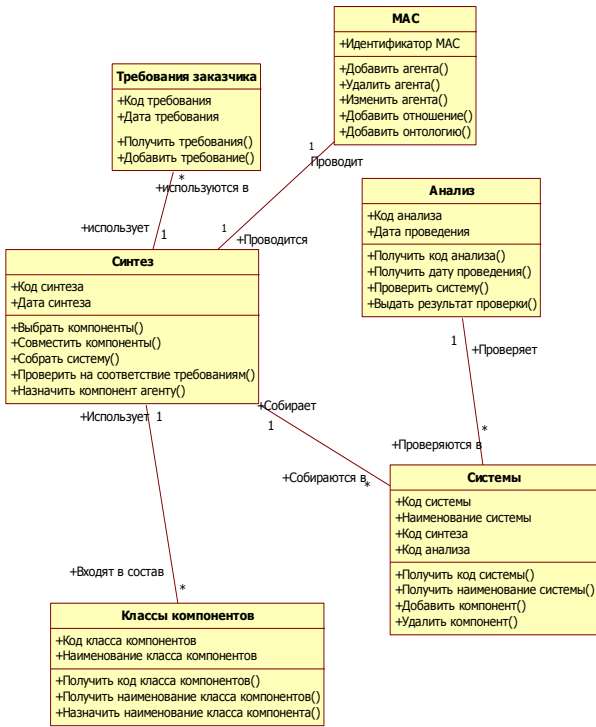


Рис. 2

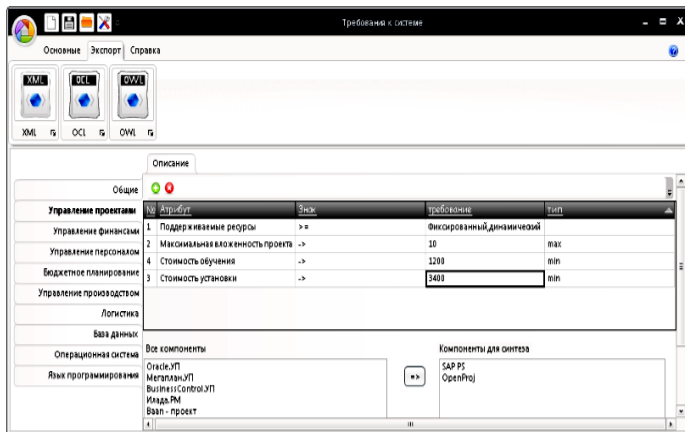


Рис. 3

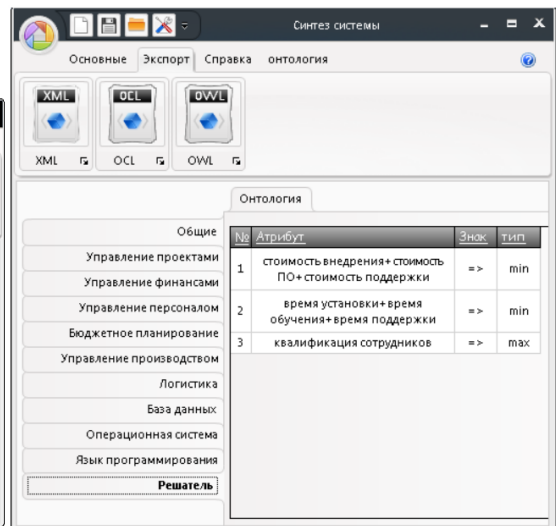


Рис. 4

С целью добавления правил для классов и в последующем агентов необходимо выбрать вкладку с необходимым классом и задать правила его взаимодействия с остальными классами. Пример задания целевых функций агенту-решателю показан на рис. 4.

Для редактирования онтологии также разработаны интерфейсные формы, пример показан на рис. 5. После создания или редактирования онтологии необходимо запустить разработанную мультиагентную систему, промежуточный фрагмент работы которой в виде взаимодействия агентов показан на рис. 6.

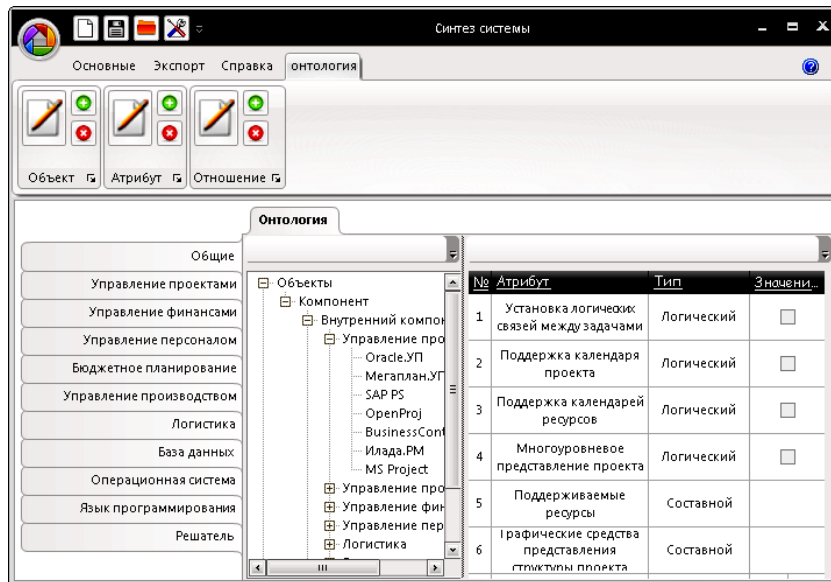


Рис. 5

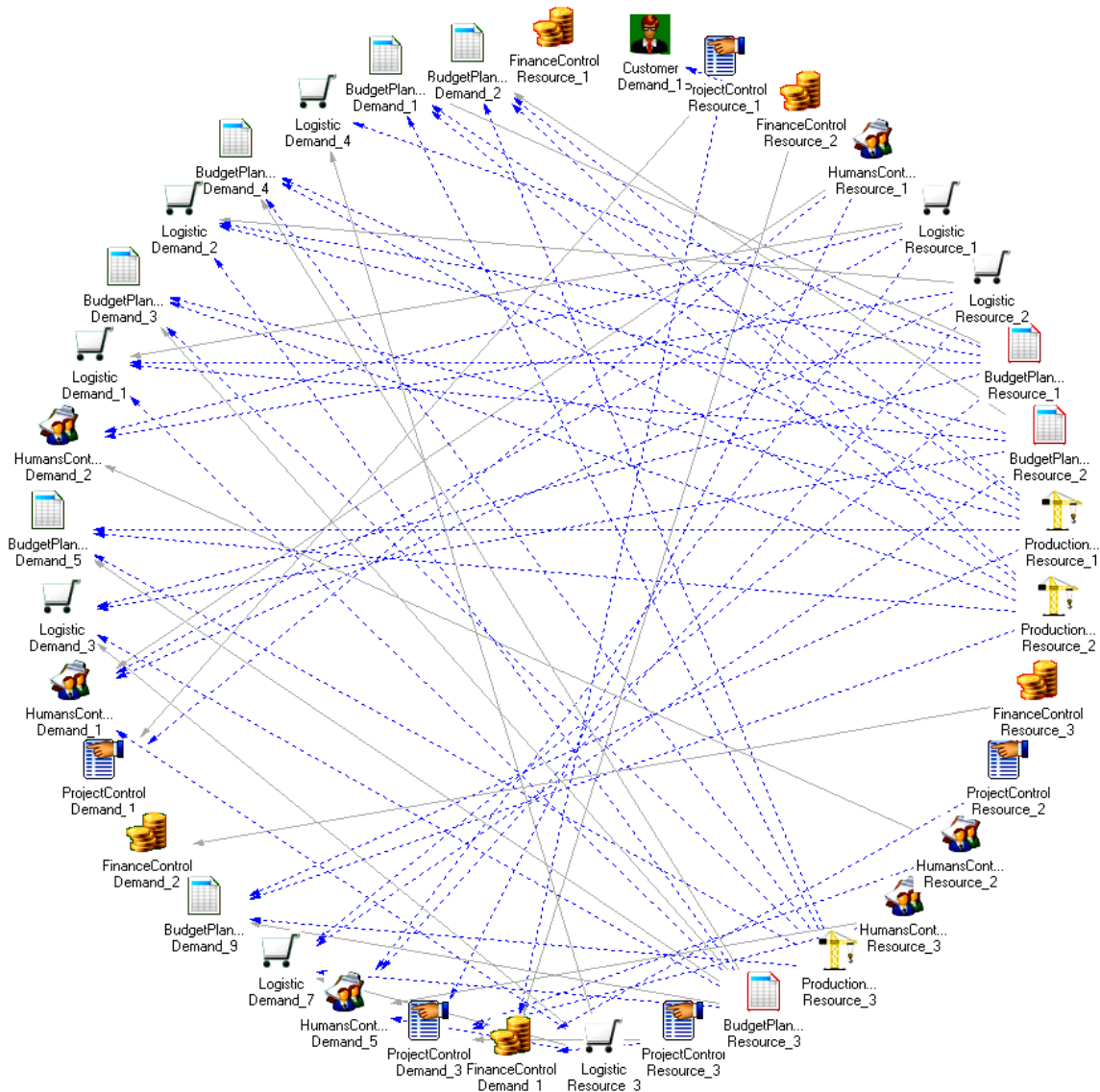


Рис. 6

## ВЫВОДЫ

По результатам работы можно отметить, что предложенный метод может сократить время и трудоемкость синтеза систем данного класса, осуществлять подбор компонентов и сборку их в единую систему. Тестирование показало, что методика пригодна для использования на практике. Также предлагаемая реализация методики обладает значительной гибкостью в случае изменения требований заказчиком или при появлении новых компонентов, из которых можно синтезировать многокомпонентный программный комплекс. Работа выполняется при поддержке РФФИ № 13-07-97536.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова И.И. Повышение достоверности информации в автоматизированных системах управления ткацким производством // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №4.
2. Голубева В.В. Существенные вопросы выбора ERP-системы и оценки затрат на ее владение // Вестник Поволжского государственного университета сервиса. – Серия: Экономика. – 2008, № 4.

3. O'Leary Daniel L. Enterprise resource planning systems. – Cambridge University Press, 2000.

4. Зайцев Б.Ю. Задача структурного синтеза ERP-систем на основе онтологий// Мат. IV региональной науч.-практ. конф. ОмГТУ, 24-27 апреля 2012: Информационные технологии и автоматизация управления. – Омск: ОмГТУ, 2012.

## REFERENCES

1. Semenova I.I. Povyshenie dostovernosti informacii v avtomatizirovannyh sistemah upravlenija tkackim proizvodstvom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №4.
2. Golubeva V.V. Sushhestvennye voprosy vybora ERP-sistemy i ocenki zatrat na ee vladenie // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo universiteta servisa. – Serija: Jekonomika. – 2008, № 4.
3. O'Leary Daniel L. Enterprise resource planning systems. – Cambridge University Press, 2000.
4. Zajcev B.Ju. Zadacha strukturnogo sinteza ERP-sistem na osnove ontologij// Mat. IV regional'noj nauch.-prakt. konf. OmGTU, 24-27 aprelja 2012: Informacionnye tehnologii i avtomatizacija upravlenija. – Omsk: OmGTU, 2012.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга. Поступила 09.07.15.