

Н.Г. ШИЛОВ

**ПРОБЛЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ  
КОНФИГУРИРОВАНИИ ГИБКИХ СЕТЕВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

---

*Шилов Н.Г. Проблемы поддержки принятия решений при конфигурировании гибких сетевых организаций.*

**Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы поддержки принятия решений при конфигурировании гибких сетевых организаций. Показано, что одним из наиболее перспективных форм поддержки принятия решений в данной области являются групповые рекомендуемые системы. Такие системы предлагают некоторые решения (связанные с изделиями, услугами, технологиями, инструментами, материалами и бизнес-моделями) на основе требований групп пользователей, их предпочтений, и желании идти на компромисс и предлагать свои идеи. Рассмотрены особенности групповых рекомендуемых систем и основные проблемы, которые необходимо решить для повышения эффективности работы таких систем. Предложены подходы для решения вышеуказанных проблем.

**Ключевые слова:** поддержка принятия решений, групповые рекомендуемые системы, контекстно-ориентированные системы.

*Shilov N.G. Problems of decision support for configuring flexible networked organizations.*

**Abstract.** The paper discusses problems of decision support for configuring flexible networked organizations. It is shown that one of the most perspective forms of decision support in the above domain is collaborative recommending systems. Such systems recommend some solutions (related to products, services, technologies, tools, materials and business-models) based on user groups' requirements, their preferences, and willingness to compromise and propose new ideas. Specific features of collaborative recommending systems are considered together with major problems that need to be solved in order to increase the efficiency of such systems. Approaches to solve the above mentioned problems are proposed.

**Keywords:** decision support, collaborative recommending systems, context-driven systems.

---

**1. Введение.** В настоящее время в связи с развитием информационных и телекоммуникационных технологий появилось большое количество сложных систем, состоящих из независимых элементов и имеющих сетевую структуру. Такие системы принято называть сетевыми организациями (networked organizations). К ним можно отнести: распределенные сети сенсоров (distributed sensor networks), сети источников знаний/информации, производственные сети и др. Появление таких организаций предъявляет новые требования к их системам поддержки принятия управленческих решений.

Относительно недавно появился новый класс сложных систем, а именно системы «продукт-услуга». В отличие от классических производственных систем, ориентированных на производство продуктов/изделий, системы «продукт-услуга» ориентированы на продолжи-

тельное взаимодействие с потребителем, достигаемое посредством предоставления дополнительных услуг (сервисов), повышающих потребительские качества продукта на различных стадиях его жизненного цикла. Данная работа в первую очередь ориентированна на поддержку принятия решений при конфигурировании систем данного класса.

Актуальность поставленной задачи вызвана повышенным интересом различных компаний к привлечению большего числа клиентов к своим продуктам за счет предоставления дополнительных услуг (сервисов) при их использовании, а также развитием информационных и телекоммуникационных технологий, приведшим к появлению большого количества сложных систем, и, в частности, к появлению нового класса систем «продукт-услуга». В первую очередь это относится к автомобильной (такие компании как Ford, DaimlerChrysler, Boeing, Airbus) и авиационной промышленности, сектору телекоммуникаций (в частности, компания Nokia) и др.

Это подтверждается такими фактами как (i) включение научных проектов по указанной тематике в 7-ю рамочную программу Европейской комиссии, (ii) поддержка проектов по данной тематике такими крупными компаниями как DaimlerChrysler, Ford, Airbus, Boeing, ThyssenKrupp, BMW, Siemens и другие, (iii) проведение научных международных конференций по управлению сетевыми организациями.

В современных проектах, относящихся к области поддержки принятия решений при управлении сетевыми организациями, особое внимание уделяется созданию интеллектуальных систем, т.е. систем, ориентированных на работу со знаниями. Данные системы используют такие технологии как управление онтологиями, мягкие вычисления, профилирование, методы представления и обработки знаний и т.п.

Сложные системы как объект конфигурирования накладывают определенные требования и ограничения на системы поддержки принятия решений (СППР). Так, необходимо учитывать динамическую природу как самих систем, так и их окружения, СППР должны быть масштабируемыми и легко адаптируемыми к изменяющимся требованиям и условиям, СППР должны использовать (извлекать, актуализировать, анализировать, интегрировать) информацию и знания, получаемые из различных источников.

Растущие требования со стороны потребителей и разнообразие изделий вызывают рост сложности всех процессов управления жизненным циклом изделий (ЖЦИ). Это, в свою очередь, повышает степень сотрудничества (кооперирование между предприятиями, между

проектированием и производством, между производством и обслуживанием и т.д.) между различными участниками, поддерживающими ЖЦИ.

Интенсивное сотрудничество требует значительной поддержки процессов принятия решений со стороны информационных технологий для учета предпочтений как личных предпочтений многочисленных пользователей, так и групповых предпочтений [9]. Современным перспективным направлением развития систем поддержки принятия решений, ориентированным на выявление и учет групповых предпочтений, являются групповые рекомендующие системы.

**2. Групповые рекомендующие системы.** Групповые рекомендующие (рекомендательные) системы широко используются в Интернете для подбора изделий и услуг индивидуальным пользователям с учетом их предпочтений и вкусов [8] в различных бизнес-приложениях (например, [10, 5]). Определение рекомендаций для групп пользователей усложняется необходимостью учитывать не только индивидуальные интересы, но и искать компромисс между интересами группы пользователей и их индивидуальными интересами. В [2] предложена архитектура групповой рекомендующей системы, основанная на трех компонентах: (а) поиск характерных элементов в профилях индивидуальных пользователей, (б) группировка (кластеризация) пользователей на основе их предпочтений (например, [11]) и (в) разработка окончательных рекомендаций на основе созданных групп пользователей. Разработка алгоритмов кластеризации, способных непрерывно улучшать структуру групп на основе постоянно поступающей информации, может сделать возможным самоорганизацию пользователей в группы [6].

Типовая архитектура групповой рекомендующей системы (рис. 1), предложенная в [2], основана на трех компонентах: (i) выбор характерных особенностей профилей на основе анализа индивидуальных профилей, (ii) метод кластеризации пользователей на основе их предпочтений (например, [11]) и (iii) выработка окончательных рекомендаций на основе созданных групп пользователей.

Существуют два основных типа рекомендующих систем: (i) контентные или «content-based» (рекомендующие системы, основанные на ранее принятых решениях пользователя) и (ii) коллаборативной фильтрации или «collaborative filtering» (рекомендующие системы, основанные на ранее принятых решениях пользователей, чьи интересы и характеристики сходны с рассматриваемым пользователем).

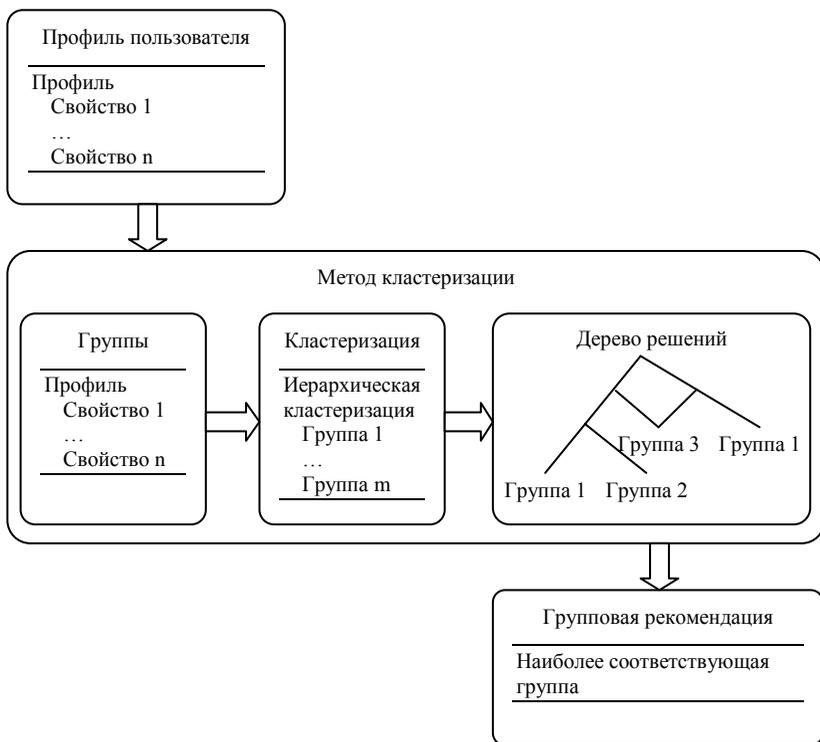


Рис. 1. Типовая архитектура групповой рекомендующей системы.

Оба типа рекомендующих систем имеют свои достоинства и недостатки. Ниже приведено краткое описание типов систем, а также указаны их основные недостатки.

В контентных рекомендующих системах вывод о полезности товара для потребителя делается на основании полезности, присвоенной потребителем товарам, сходным с данным товаром. Например, в системе, рекомендующей компоненты промышленных манипуляторов, для того чтобы рекомендовать продукт (компонент) потребителю, контентная рекомендующая система пытается найти сходство между компонентами, выбранными и высоко оцененными потребителем ранее (например, тот же тип привода (сжатый воздух или электричество), те же требования к условиям работы (влаго- или пылезащищенность) и т.д.) И только продукты, обладающие высокой степенью общности с предпочтениями потребителя, будут рекомендованы.

Контентный подход к рекомендуемым системам основан на работах, изучающих методы поиска информации [3], [7] и информационной фильтрации [4].

Однако, если система рекомендует только те товары, чьи характеристики совпадают с содержащимися в профиле потребителя, он получит рекомендации только таких товаров, которые сходны с товарами, ранее уже получившими его оценку. Например, человек, никогда не имевший дела с компонентами промышленных манипуляторов, использующими сжатый воздух, никогда не получит совета приобрести даже самый часто используемый пневматический манипулятор. Для решения этой проблемы часто используется фактор случайности.

В отличие от контентных рекомендуемых систем коллаборативные рекомендуемые системы (или системы коллаборативной фильтрации) пытаются предсказать полезность товара для отдельного потребителя, исходя из оценок, данных ранее другими пользователями. Более формально полезность товара для пользователя оценивается исходя из полезностей, приписанных товару теми пользователями, которые «похожи» на данного пользователя. Например, в системах, рекомендуемых компоненты промышленных манипуляторов, для того чтобы рекомендовать продукт пользователю, коллаборативная рекомендуемая система пытается найти пользователей, схожих в своем выборе с данным пользователем, и тогда рекомендовать будут только продукты, наиболее часто выбранные и наиболее высоко оцененные такими «похожими» пользователями.

Однако, поскольку коллаборативные системы при выработке рекомендаций руководствуются только предпочтениями пользователей, они не могут рекомендовать товар, пока он не получит достаточное количество оценок. Данная проблема решается с использованием гибридных методов.

Большинство существующих рекомендуемых систем оперируют в двумерном пространстве «Пользователь-Товар». Это значит, что они выдают рекомендации, основываясь исключительно на информации о пользователе или о товаре, и обходят стороной контекстуальную информацию, которая может оказаться первостепенно важной в некоторых приложениях (и при некоторых специальных обстоятельствах). Например, во многих случаях, полезность товара или услуги может зависеть от того, когда происходит потребление (время года, день недели, время суток). Полезность может также зависеть от того, с кем, в какой компании, при каких обстоятельствах потребляется продукт. В таких случаях простая рекомендация продукта клиенту недостаточна;

при выработке рекомендации система должна обратиться к дополнительной контекстной информации о времени и обстоятельствах предполагаемого потребления. Например, рекомендуя турпоездку, система должна учесть время года и погодные условия [1].

**3. Основные проблемы и пути их решения.** Ниже приведены основные проблемы (курсив), возникающие при создании и использовании рекомендуемых систем для конфигурирования гибких сетевых организаций.

1. *Использование контекстной информации при выработке рекомендаций.* Рекомендуемые системы должны быть контекстно-ориентированными. Для этого предлагается применение технологии управления контекстом вместе с онтологическим описанием проблемной области. Применение методов управления контекстом позволит выбирать только те информацию и знания, которые являются наиболее актуальными для конкретной задачи, а также позволит существенно снизить размерность решаемых задач, и, следовательно, упростить их решение.
2. *При использовании контекстной информации условия выработки рекомендаций постоянно меняются, что требует разработки механизмов самоорганизации групп [6].* Разработка алгоритмов кластеризации, способных непрерывно совершенствовать составы групп на основе поступающей новой информации, позволит реализовать вышеуказанные механизмы.
3. *Поскольку условия выработки рекомендаций постоянно меняются, необходимы механизмы, позволяющие наиболее полно многократно использовать имеющуюся информацию.* Двухуровневое моделирование проблемной области, в отличие от одноуровневого, позволит разделить структурное и контекстное представление проблемной области. Под контекстным представлением проблемной области в данном случае понимается модель последней с актуальными данными, соответствующими конкретной ситуации.
4. *Представление комплексной проблемной области.* Описание проблемной области на основе комплекса мультидисциплинарных интеллектуальных моделей, интегрируемых посредством общей онтологии проблемной области, предоставит возможность разбиения комплексной проблемной области на более простые подзадачи, а также использования существующих

ющих моделей и онтологий, описывающих различные аспекты рассматриваемой проблемной области.

5. *Объединение мультимедийных моделей.* Онтологическое описание сетевых организаций с помощью единого формализма, в отличие от других методов описания, позволит избежать многочисленных переводов информации и знаний из одного формализма в другой, а также повторной формализации проблемы при структурном синтезе их облика.

Представление знаний об облике сетевых организаций на основе формализма объектно-ориентированных сетей ограничений позволит интегрировать объектно-ориентированное представление информации и знаний с технологией удовлетворения ограничений. Использование типовых решений при управлении сетевыми организациями с динамической структурой позволит повысить эффективность технологии удовлетворения ограничений за счет использования схем, основанных на знании типовых решений (известных базовых структур сетевых организаций).

6. *Интеграция информации, получаемой из различных источников.* Использование технологий интеллектуальных пространств вместе со стандартами Интернет-сервисов позволит обеспечить стандартизированный и легко реализуемый обмен информацией и знаниями между различными элементами сложной системы. Кроме того, виртуализация представления элементов сложной системы на основе технологии сервисов позволит свести задачу конфигурирования сложной системы к задаче конфигурирования сети сервисов.

**4. Выводы.** В статье рассматриваются проблемы поддержки принятия решений при конфигурировании гибких сетевых организаций на примере относительно нового класса систем «продукт-услуга». Показано, что одним из наиболее перспективных форм поддержки принятия решений в данной области являются групповые рекомендуемые системы. Рассмотрены особенности групповых рекомендуемых систем. Выявлены шесть основных проблем, возникающих при создании и использовании рекомендуемых систем для конфигурирования гибких сетевых организаций, а также предложены пути их решения.

## Литература

1. *Adomavicius G., Tuzhilin A.* Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions // IEEE Transactions on

- Knowledge and Data Engineering (2005). Vol. 17. No. 6. IEEE Educational Activities Department, 2005. Pp. 734-749.
2. *Baatarjav E.-A., Phithakkimukoon S., Dantu R.* Group Recommendation System for Facebook // OTM 2008: Proceedings of On the Move to Meaningful Internet Systems Workshop (2008). LNCS 5333. Springer, 2009. Pp. 211-219.
  3. *Baeza-Yates R., Ribeiro-Neto B.* Modern Information Retrieval. Addison-Wesley, 1999. 513 p.
  4. *Belkin N., Croft B.* Information Filtering and Information Retrieval // Communications of the ACM, Special issue on information filtering. Vol. 35. No. 12. ACM New York, 1992. Pp. 29-37.
  5. *Chen Y.-J., Chen Y.-M., Wu M.-S.* An expert recommendation system for product empirical knowledge consultation // ICCSIT2010: The 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology. IEEE, 2010. Pp. 23-27.
  6. *Flake G. W., Lawrence S., Giles C. L., Coetzee F.* Self-Organization and identification of Web Communities // IEEE Computer. Vol. 35. No. 3. IEEE, 2002. Pp. 66-71.
  7. *Salton G.* Automatic Text Processing: The Transformation Analysis and Retrieval of Information by Computer. Addison-Wesley, 1989. 543 p.
  8. *Garcia I., Sebastia L., Onaindia E., Guzman C. A.* Group Recommender System for Tourist Activities // EC-Web 2009: Proceedings of E-Commerce and Web Technologies, The 10th International Conference (2009). LNCS 5692. Springer, 2009. Pp. 26-37.
  9. *McCarthy K., Salamo M., Coyole L., McGinty L., Smyth B., Nixon P.* Group Recommender Systems: A Critiquing Based Approach // IUI '06: Proceedings of the 11th international conference on Intelligent user interfaces, 2006. Pp. 267-269.
  10. *Moon, S. K., Simpson T. W., Kumara S. R. T.* An agent-based recommender system for developing customized families of products // Journal of Intelligent Manufacturing. Vol. 20. No. 6. Springer, 2009. Pp. 649-659.
  11. *Romesburg H. C.* Cluster Analysis for Researchers. Lulu Press, California, 2004. 340 p.

**Шилов Николай Германович** — канд. техн. наук, старший научный сотрудник лаборатории интегрированных систем автоматизации СПИИРАН. Область научных интересов: конфигурирование сетевых организаций, управление знаниями. Число научных публикаций — 130. [nick@ias.spb.su](mailto:nick@ias.spb.su), [cais.ias.spb.su](mailto:cais.ias.spb.su); СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)328-8071, факс +7(812)328-4450.

**Shilov Nikolay Germanovich** — PhD in computer science, senior researcher, Laboratory of Computer Aided Integrated Systems, SPIIRAS. Research interests: configuration of networked organisations, knowledge management. The number of publications — 130. [nick@ias.spb.su](mailto:nick@ias.spb.su), [cais.ias.spb.su](mailto:cais.ias.spb.su); SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-8071, fax +7(812)328-4450.

**Поддержка исследований.** В публикации представлены результаты исследований, поддержанные грантами РФФИ 12-07-00298, рук. Н.Г. Шилов, и 12-07-00302, рук. Б.В. Соколов.

Рекомендовано лабораторией ИСА, зав. лаб. Смирнов А.В., д. т. н., проф.  
Статья поступила в редакцию 20.04.2012.

## РЕФЕРАТ

### **Шилов Н.Г. Проблемы поддержки принятия решений при конфигурировании гибких сетевых организаций.**

В настоящее время в связи с развитием информационных и телекоммуникационных технологий появилось большое количество сложных систем, состоящих из независимых элементов и имеющих сетевую структуру. Такие системы принято называть сетевыми организациями (network organizations). К ним можно отнести: распределенные сети сенсоров (distributed sensor networks), сети источников знаний/информации, производственные сети и др. Появление таких организаций предъявляет новые требования к их системам поддержки принятия управленческих решений.

Относительно недавно появился новый класс сложных систем, а именно системы «продукт-услуга». В отличие от классических производственных систем, ориентированных на производство продуктов/изделий, системы «продукт-услуга» ориентированы на продолжительное взаимодействие с потребителем, достигаемое посредством предоставления дополнительных услуг (сервисов), повышающих потребительские качества продукта на различных стадиях его жизненного цикла. Данная работа в первую очередь ориентирована на поддержку принятия решений при конфигурировании систем данного класса.

Растущие требования со стороны потребителей и разнообразие изделий вызывают рост сложности всех процессов управления жизненным циклом изделий (ЖЦИ). Это, в свою очередь, повышает степень сотрудничества (кооперирование между предприятиями, между проектированием и производством, между производством и обслуживанием и т.д.) между различными участниками, поддерживающими ЖЦИ.

Интенсивное сотрудничество требует значительной поддержки процессов принятия решений со стороны информационных технологий для учета как личных предпочтений многочисленных пользователей, так и групповых предпочтений. Современным перспективным направлением развития систем поддержки принятия решений, ориентированным на выявление и учет групповых предпочтений, являются групповые рекомендуемые системы. Такие системы предлагают некоторые решения (связанные с изделиями, услугами, технологиями, инструментами, материалами и бизнес-моделями) на основе требований групп пользователей, их предпочтений и желании идти на компромисс и предлагать свои идеи. Рассмотрены особенности групповых рекомендуемых систем и основные проблемы, которые необходимо решить для повышения эффективности работы таких систем. Предложены подходы для решения вышеуказанных проблем.

## SUMMARY

### ***Shilov N.G.* Problems of decision support for configuring flexible networked organisations.**

Today, the development of information and communication technologies has caused an appearance of a large amount of complex systems consisting of independent elements and having a network structure. Such systems are referred to as networked organizations. They include distributed sensor networks, knowledge/information source networks, production networks and others. Appearance of such organizations demands new requirements to decision support systems.

A new class of complex systems called “product-service” has recently appeared. Unlike “classic” production systems oriented on producing goods, “product-service” systems are oriented to the long-term interaction with customers achieved through offering additional services, which increase the consumer value of the product at different stages of its life cycle. The presented work is mainly oriented to decision support for configuring systems of this class.

The increasing requirements of customers and diversity of products on the markets cause an increase of complexity of supporting processes at all stages of product lifecycle. This, in turn, gives a rise to the collaboration (cooperation between enterprises, between engineering and production, between production and service, etc.) between different production network members supporting the product lifecycle.

The intensive collaboration requires significant decision support taking into account both personal preferences of multiple users and preferences of user groups. Collaborative recommending systems is a modern perspective direction of the decision support systems development oriented to revealing and taking into account user group preferences. Such systems recommend some solutions (related to products, services, technologies, tools, materials and business-models) based on user groups’ requirements, their preferences, and willingness to compromise and propose new ideas. Specific features of collaborative recommending systems are considered together with major problems that need to be solved in order to increase the efficiency of such systems. Approaches to solving the above mentioned problems are proposed.