

В.И. ЕРМОЛАЕВ, Т.В. ЛЕВАШОВА, Н.Г. ШИЛОВ  
**СЕМАНТИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ СЕРВИСОВ ДЛЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
В ГИБКИХ СЕТЯХ ПОСТАВОК**

---

*Ермолаев В.И., Левашова Т.В., Шилов Н.Г. Семантическая интеграция сервисов для интеллектуальной поддержки принятия решений в гибких сетях поставок.*

**Аннотация.** В работе рассмотрены проблемы семантической интеграции сервисов для обеспечения взаимодействия системы интеллектуальной поддержки принятия решений участников сетей поставок с ресурсами внешней среды.

**Ключевые слова:** интеграция сервисов, семантическая сервис-ориентированная архитектура, гибкие сети поставок, семантическое соответствие.

*Ermolaev V.I., Levashova T.V., Shilov N.G. Semantic service integration for intelligent decision support in flexible supply networks.*

**Abstract.** Problems of semantic service integration to enable interoperability between an intelligent decision support system of supply networks' participants and environmental resources are considered.

**Keywords:** service integration, semantic service-oriented architecture, flexible supply networks, semantic similarity.

---

**1. Введение.** Сети поставок являются одной из организационных форм кооперации на основе сообщества, формируемого автономными сторонами, называемыми участниками сети поставок, посредством их объединения для решения общей проблемы – выполнения заказа, т.е. удовлетворения спроса на определенные изделия (услуги). Целью кооперативного конфигурирования групп участников является максимизация их выгод (например, прибылей). Координация достигается за счет формирования сети обязательств участников сети поставок друг перед другом, при этом участники ведут переговоры и идут на компромиссы в духе кооперации с целью выполнения своих обязательств [1–3].

Таким образом, можно сформулировать следующее определение сети поставок. Сетью поставок называется временная организация, основанная географически распределенными партнерами по рынку, на время выполнения совместного заказа. Сеть поставок не является предприятием, физически объединяющим необходимые ресурсы в определенной географической точке для достижения своих бизнес целей, а является распределенной организацией, использующей удаленные ресурсы. Многопрофильные участники команды объединены на основе информационных технологий посредством компьютерных сетей, таких как Интернет.

Системы интеллектуальной поддержки принятия решений (СИППР) участников сетей поставок функционируют в окружении, состоящем из автономных (физических, информационных и вычислительных) ресурсов. На техническом уровне совместимость СИППР поддерживается сервис-ориентированными архитектурами (СОА), а на семантическом уровне – онтологиями. Предлагаемый в данной работе подход заключается в интеграции этих уровней в семантическую СОА.

В настоящее время задача создания семантической СОА является чрезвычайно актуальной. Это подтверждается такими фактами, как: 1) поддержка научных проектов по указанной тематике в рамках проектов Евросоюза по паутине знаний (Knowledge Web) и объявление конкурсов в рамках 7-й рамочной программы Европейской комиссии; 2) поддержка проектов по данной тематике ведущими ИТ компаниями и интеграторами ИТ решений (Microsoft, IBM, Google); 3) поддержка данной тематики в рамках инициатив семантической паутины (Semantic Web 3.0); 4) интерес ведущих зарубежных и российских компаний потребителей ИТ, таких как US Navy, Аэрофлот, Альфа-Банк, Ренессанс Кредит и др.; 5) увеличение количества научных международных конференций по семантическим СОА и др. Вместе с тем, теоретическое обоснование и формализация этой концепции находятся в начальном состоянии, а техническая реализация пока состоит из ряда иллюстративных примеров. Большинство текущих работ ориентированных как на синтаксическое (например, реестр Универсального Описания, Обнаружения и Интеграции UDDI), так и на семантическое описание сервисов, фокусируются на поиске сервиса с точным соответствием запросу, что не всегда возможно. Существует несколько предложений объединения синтаксических (регистрируемых в XML-реестре UDDI) и семантических свойств сервисов. С одной стороны, они основаны на улучшении существующих синтаксических техник обнаружения, а с другой – на семантическом расширении сервисных запросов. Такое расширение, в свою очередь, может быть достигнуто различными методами: генерированием сервисных описаний на естественном языке для специальных предметных областей с целью выбора наиболее подходящего сервиса в случае неопределенностей, генерированием запросов с использованием комбинаций синонимов параметров и т.д. Однако большинство этих подходов учитывают только прямое соответствие между входами–выходами–предусловиями–эффектами (IOPE) либо требуют развития семантических UDDI. В первом случае, значительно уменьшается множество потенциально

пригодных сервисов, а в последнем, приводит к семантическим расширениям запросов порядка нескольких миллионов.

Несмотря на то, что в последние годы задаче семантической совместимости и семантического взаимодействия сервисов был посвящен ряд российских и зарубежных проектов, многие существующие в этой области проблемы так и остаются нерешенными. Это стало особенно очевидным в последнее время, когда многие компании, активно использующие сервис-ориентированные архитектуры для построения и интеграции информационных систем предприятия осознали, что дальнейший прогресс в этой области невозможен без соответствующего развития семантической составляющей. Это требует разработки новых информационных технологий распределенных автономных систем, обеспечивающих принятие решений ресурсами «интеллектуальной среды» без вмешательства человека. Необходимы концептуальные модели семантической интеграции сервисов, которые позволили бы гарантировать семантическое взаимодействие сервисных интерфейсов. С другой стороны, необходимы новые технологии и архитектуры для реализации этих моделей и протоколов и их использования в рамках «интегрированной интеллектуальной среды» гибких сетей поставок. В данной работе представлены результаты исследований, направленных на разработку концептуальной модели семантической интеграции сервисов, которая позволяет а) гарантировать семантическое взаимодействие сервисных интерфейсов, в основе которого лежит формальная модель, позволяющая описать сервисы, б) идентифицировать сходства между сервисами, в) скомпоновать сложные сервисы.

**2. Спецификация требований к семантической СОА.** Интеграция сервисов возможна, если удовлетворяются следующие основные требования:

1. *Вклад*: сервисы должны кооперировать с целью достижения наилучшего результата работы всей сети, а не каждого сервиса в отдельности;
2. *Выполнение задачи*: основной целью кооперации сервисов является выполнение задачи, а не персональное извлечение прибыли;
3. *Доминирование*: во всех процессах переговоров присутствует отдельный сервис, управляющий процессом переговоров и принимающий окончательное решение;
4. *Доверие*: поскольку сервисы работают в рамках одной сети, они могут доверять друг другу и не должны проверять информацию, полученную от других сервисов, если это дополнительно не указано в сценарии;

5. *Общая терминология*: поскольку сервисы работают в рамках единой сети, они используют общий словарь и общую терминологию (общую онтологию) для "общения" (нет необходимости переводить сообщения сервисов, возможность "непонимания" сервисами друг друга отсутствует).

**3. Интеграция сервисов.** Задача интеграции сервисов связана с объединением функциональных возможностей различных сервисов для получения новой функциональности, которая недостижима при автономном использовании сервисов. Получение новой функциональности является отличительной особенностью интеграции сервисов. На основании анализа исследований, посвященных интеграции сервисов, выделено несколько процессов интеграции, приводящих к различным результатам (таблица).

Таблица. Способы и результаты интеграции сервисов

№№	Процесс интеграции сервисов	Результат интеграции
1.	Вовлечение нескольких сервисов в решение задачи, приводящее к образованию нового сложного сервиса	Новый сложный сервис, решающий задачу
2.	Интеллектуальная семантическая интеграция нескольких разнородных сервисов в новый сложный сервис, который может быть использован в качестве основы для решения задач и принятия решений	Новая сложная задача, которая может быть решена той же самой сетью сервисов, составляющей сложный сервис
3.	Логический вывод новых знаний и информации на основании знаний и информации, скрытых в интегрируемых сервисах	Новые (дополнительные) знания о сети поставок, приводящие к ее новой (дополнительной) функциональности
4.	Комбинирование различных автономных сервисов различными способами в различных сценариях, приводящее к обнаружению новых отношений между различными сервисами	Новые отношения между сервисами, приводящие к новой (дополнительной) функциональности сети поставок
5.	Переконфигурирование сети сервисов, образующей сложный сервис, для достижения новой конфигурации с новыми возможностями или компетенциями	Новые возможности и/или компетенции сети сервисов

Для интеграции разнородных сервисов необходимо обеспечить их семантическую совместимость. В настоящее время для обеспечения семантической совместимости широко используются онтологии, которые формально описывают знания проблемной области. Онтологии включают в себя словарь понятий, используемых в конкретной про-

блемной области, и множество логических выражений, ограничивающих интерпретацию данных понятий.

В предлагаемом здесь подходе (рисунок 1) онтологическая модель используется для устранения семантической разнородности сервисов.

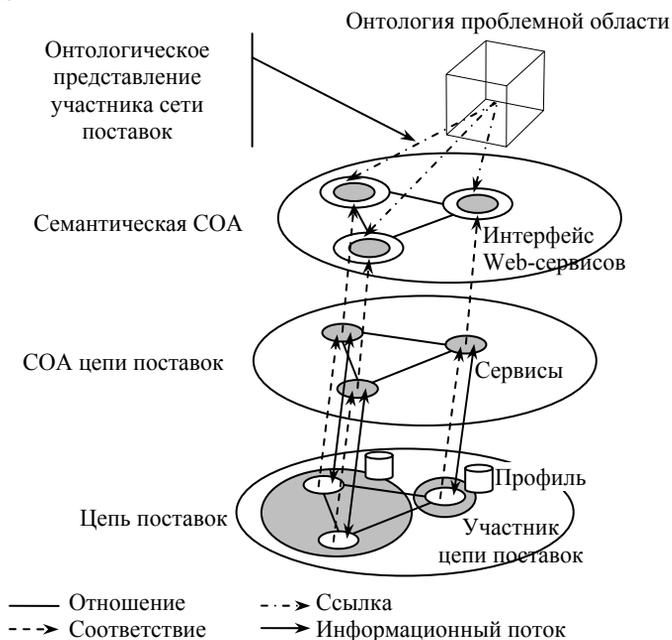


Рис. 1. Концепция сервис-ориентированной цепи поставок

Эта модель позволяет достичь интероперабельности разнородными сервисами за счет предоставления им общей семантики и терминологии.

**4. Модель поиска соответствий для семантической интеграции сервисов.** При разработке модели поиска соответствий между WSDL-описаниями сервисов был выполнен обширный анализ литературы, охватывающий около 20 систем / подходов / проектов, направленных на решение проблемы поиска соответствий между разнородными источниками информации (знаний). Среди них можно выделить следующие: GLUE System [4, 5], Falcon-AO [6], MLMA [7], Hovy [8], SKAT [9], ONION [10], Promt [11], H-Match [12], CTX-MATCH [13], SMART [14], Chimaera [15], Cupid [15], COMA [16], Similarity Flooding Algorithm [17], AgreementMaker [18], Pattern Based Approach [19], MinSMATCH [20], OntoView [21], THALIA [22], Mapsom [23].

Рассматриваемая в данной работе модель поиска соответствий [24] позволяет устанавливать отображения между онтологией проблемной области и WSDL-описаниями сервисов на лексическом, синтаксическом и семантическом уровнях (рисунок 2). Для онтологии проблемной области рассматривается ее базовая составляющая – таксономия. Сервисы также представлены онтологиями, в которых классами верхнего уровня являются имена сервисов, подклассами – имена реализованных в сервисах функций. Атрибутами классов верхнего уровня являются характеристики сервисов (URL, время доступа, стоимость и т.п.), атрибуты подклассов соответствуют именам входных (выходных) аргументов функций.



Рис. 2. Модель поиска соответствий между онтологией и WSDL-описаниями сервисов

Результатом выполнения блоков 1 – 3 являются отношения соответствия между двумя концептами (один концепт принадлежит общей онтологии, второй – описанию) с приспанными им мерами близости концептов. В блоке 4 оценивается окружение (семантический контекст) сопоставленных концептов в структурах. Если в двух структурах для семантически близких концептов существуют семантически близкие контексты, то значение меры близости двух концептов может быть повышено.

После выполнения операции поиска соответствий имена концептов в описаниях сервисов, для которых найдены близкие им кон-

цепты в онтологии, заменяются соответствующими именами концептов из онтологии. Концепты сервисов, для которых в онтологии не найдено соответствий, передаются на рассмотрение экспертам. В результате сервисам дается семантическое описание в терминах общей онтологии, за счет чего они становятся интероперабельными компонентами.

**5. Заключение.** В работе рассмотрены проблемы интеграции сервисов для обеспечения взаимодействия системы интеллектуальной поддержки принятия решений участников сетей поставок с ресурсами внешней среды. Разработана спецификация требований к семантической сервис-ориентированной архитектуре. Систематизированы известные способы интеграции сервисов и описаны получаемые при этом результаты. Предложена модель поиска соответствий для семантической интеграции сервисов. Данная модель объединяет лексические способы, структурные и семантические подходы к поиску соответствий между разнородными источниками информации (знаний).

### Литература

1. *Яблочников Е. И.* Автоматизация технологической подготовки производства в приборостроении // СПб.: Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики. 2002. 92 с.
2. *Яблочников Е. И., Маслов Ю. В.* Автоматизация ТПП в приборостроении // СПб.: Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики. 2003. 104 с.
3. *Smirnov A., Chandra C.* Ontology-based Knowledge Management for Cooperative Supply Chain Configuration // Proc. of the AAAI Spring Symposium Bringing Knowledge to Business processes (AAAI Press). 2000. pp. 85–92.
4. *Doan A., Madhavan J., Domingos P., Halevy A.* Learning to map between ontologies on the semantic web // Proceedings of the 11th international conference on World Wide Web. 2002. pp. 662–673.
5. *Doan A., Hai D., Jayant M., Pedro D., Alon H.* Ontology Matching: A Machine Learning Approach. Handbook on Ontologies in Information Systems // Springer. 2004. pp. 397–416.
6. *Hu W., Jian N., Qu Y., Wang Y.* GMO: A Graph Matching for Ontologies // Proceedings of the K-CAP Workshop on Integrating Ontologies. 2005. pp. 43–50.
7. *Alasoud A., Haarslev V., Shiri N.* An Effective Ontology Matching Technique // Proceedings of the 17th International Symposium ISMIS 2008, 2008. pp. 585–590.
8. *Hovy E.* Combining and Standardizing Largescale, Practical Ontologies for Machine Translation and Other Uses // Proceedings of the First International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC). 1998. pp. 535–542.
9. *Mitra P., Wiederhold G., Jannink J.* Semi-automatic Integration of Knowledge Sources // Proceedings of the 2nd International Conference on Information Fusion (FUSION 1999). 1999. URL: <http://isif.org/fusion/proceedings/fusion99CD/C-095.pdf> (дата обращения: 15.10.2014).
10. *Mitra P., Kersten M., Wiederhold G.* Graph-Oriented Model for Articulation of Ontology Interdependencies // Proceedings of the 7th International Conference on Extending Database Technology. 2000. pp. 86–100.
11. *Noy N., Musen M.* Anchor-PROMPT: Using Non-Local Context for Semantic Matching // Proceedings of the Workshop on Ontologies and Information Sharing at the Seventeenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-2001). 2001. pp. 63–70.

12. *Castano S., Ferrara A., Montanelli S.* H-Match: an Algorithm for Dynamically Matching Ontologies in Peer-based Systems // Proceedings of the 1st VLDB International Workshop on Semantic Web and Databases (SWDB 2003). 2003. pp. 231–250.
13. *Serafini L., Bouquet P., Magnini B., Zanobini S.* An algorithm for matching contextualized schemas via SAT. Technical report // DIT University of Trento. Italy. 2003. 8 p.
14. *Noy N. Musen M.* SMART: Automated Support for Ontology Merging and Alignment // Proceedings of the 12th Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling, and Management. 1999. URL: [http://pdf.aminer.org/000/289/945/creation\\_and\\_merging\\_of\\_ontology\\_top\\_levels.pdf](http://pdf.aminer.org/000/289/945/creation_and_merging_of_ontology_top_levels.pdf) (дата обращения: 15.10.2014).
15. *McGuinness D. L., Fikes R., Rice J., Wilder S.* An Environment for Merging and Testing Large Ontologies // Proceedings of the Seventh International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'2000). 2000. pp. 483–493. URL: <http://www.ksl.stanford.edu/software/chimaera/> (дата обращения 15.08.2014).
16. *Aumüller D., Do H., Massmann S., Rahm E.* Schema and Ontology Matching with COMA++ // Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. 2005. pp. 906–908.
17. *Melnik S., Garcia-Molina H., Rahm E.* Similarity Flooding: a Versatile Graph Matching Algorithm and its Application to Schema Matching // Proceedings of the 18th International Conference on Data Engineering. 2002. pp. 117–128.
18. *Cruz I., Antonelli F., Stroe C.* Efficient Selection of Mappings and Automatic Quality-Driven Combination of Matching Methods // Proceedings of the Fourth International Workshop on Ontology Matching. CEUR Workshop proceedings. 2009. Vol. 551. URL: [http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009\\_Traper5.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009_Traper5.pdf) (дата обращения: 15.10.2014).
19. *Ritze D., Meilicke C., Sváb-Zamazal O., Štuckenschmidt H.* A Pattern-Based Ontology Matching Approach for Detecting Complex Correspondences // Proceedings of the Fourth International Workshop on Ontology Matching. CEUR Workshop proceedings. 2009. vol. 551. URL: [http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009\\_Traper3.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009_Traper3.pdf) (дата обращения: 15.10.2014).
20. *Giunchiglia F., Maltese V., Autayeu A.* Computing Minimal Mappings // Proceedings of the Fourth International Workshop on Ontology Matching. CEUR Workshop proceedings. 2009. vol. 551. URL: [http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009\\_Traper4.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009_Traper4.pdf) (дата обращения: 15.10.2014).
21. *Klein M., Kiryakov W., Ogiyanov D., Fensel D.* Ontology Versioning and Change Detection on the Web // Proceedings of the 13th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management. (EKAW02). 2002. pp. 197–212.
22. *Vincini M., Beneventano D., Bergamaschi S.* Semantic Integration of Heterogeneous Data Sources in the MOMIS Data Transformation System // Journal of Universal Computer Science. 2013. vol. 19. no. 13. pp. 1986–2012.
23. *Jirkovsk'ý V., Ichise R.* Mapsom: User involvement in ontology matching. Semantic Technology. LNCS 8388 // Springer. 2014. pp. 348–363.
24. *Smirnov A., et al.* On-the-Fly Ontology Matching in Smart Spaces: A Multi-Model Approach // Smart Spaces and Next Generation Wired/Wireless Networking (Proceedings of the third Conference on Smart Spaces (ruSMART 2010) and 10th International Conference NEW2AN 2010 (St. Petersburg, Russia, August 23–25, 2010)). LNCS 6294. Springer. 2010. pp. 72–83.

## References

1. Yablochnikov E. *Avtomatizacija tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva v priborostroenii* [Automation of process engineering in instrument engineering]. SPb: St. Petersburg State Institute of Fine Mechanics and Optics, 2002. 92 p. (In Russ.).
2. Yablochnikov E., Maslov Yu. V. *Avtomatizacija TPP v priborostroenii* [Automation of PE in instrument engineering]. SPb: St. Petersburg State Institute of Fine Mechanics and Optics]. 2003. 104 p. (In Russ.).
3. Smirnov A., Chandra C., Ontology-based Knowledge Management for Cooperative Supply Chain Configuration. Proc. of the AAAI Spring Symposium Bringing Knowledge to Business processes (AAAI Press, 2000). 2000. pp. 85–92.

4. Doan A., Madhavan J., Domingos P., Halevy A. Learning to map between ontologies on the semantic web. Proceedings of the 11th international conference on World Wide Web. 2002. pp. 662–673.
5. Doan A., Hai D., Jayant M., Pedro D., Alon H. Ontology Matching: A Machine Learning Approach. Handbook on Ontologies in Information Systems. Springer. 2004. pp. 397–416.
6. Hu W., Jian N., Qu Y., Wang Y. GMO: A Graph Matching for Ontologies. Proceedings of the K-CAP Workshop on Integrating Ontologies. 2005. pp. 43–50.
7. Alasoud A., Haarslev V., Shiri N. An Effective Ontology Matching Technique. Proceedings of the 17th International Symposium (ISMIS 2008). 2008. pp. 585–590.
8. Hovy E. Combining and Standardizing Largescale, Practical Ontologies for Machine Translation and Other Uses. Proceedings of the First Inter-national Conference on Language Resources and Evaluation (LREC). 1998. pp. 535–542.
9. Mitra P., Wiederhold G., Jannink J. Semiautomatic Integration of Knowledge Sources. Proceedings of the 2nd International Conference on Information Fusion. 1999. Available at: <http://isif.org/fusion/proceedings/fusion99CD/C-095.pdf> (accessed: 15.10.2014).
10. Mitra P., Kersten M., Wiederhold G. Graph-Oriented Model for Articulation of Ontology Interdependencies. Proceedings of the 7th International Conference on Extending Database Technology. 2000. pp. 86–100.
11. Noy N., Musen M.: Anchor-PROMPT: Using Non-Local Context for Semantic Matching. Proceedings of the Workshop on Ontologies and Information Sharing at the Seventeenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-2001). 2001. pp. 63–70.
12. Castano S., Ferrara A., Montanelli S. H-Match: an Algorithm for Dynamically Matching Ontologies in Peer-based Systems. Proceedings of the 1st VLDB International Workshop on Semantic Web and Databases (SWDB 2003). 2003. pp. 231–250.
13. Serafini L., Bouquet P., Magnini B., Zanobini S. An algorithm for matching contextualized schemas via SAT. Technical report. DIT University of Trento. Italy. 2003. 8 p.
14. Noy N., Musen M. SMART: Automated Support for Ontology Merging and Alignment. Proceedings of the 12th Work-shop on Knowledge Acquisition, Modeling, and Management. 1999. Available at: [http://pdf.aminer.org/000/289/945/creation\\_and\\_merging\\_of\\_ontology\\_top\\_levels.pdf](http://pdf.aminer.org/000/289/945/creation_and_merging_of_ontology_top_levels.pdf) (accessed: 15.10.2014).
15. McGuinness D. L., Fikes R., Rice J., Wilder S. An Environment for Merging and Testing Large Ontologies. Proceedings of the Seventh International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'2000). 2000. pp. 483–493. Available at: <http://www.ksl.stanford.edu/software/chimaera/> (accessed 15.08.2014).
16. Aumüller D., Do H., Massmann S., Rahm E. Schema and Ontology Matching with COMA++. Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. 2005. pp. 906–908.
17. Melnik S., Garcia-Molina H., Rahm E. Similarity Flooding: a Versatile Graph Matching Algorithm and its Application to Schema Matching. Proceedings of the 18th International Conference on Data Engineering, 2002. pp. 117–128.
18. Cruz I., Antonelli F., Stroe C. Efficient Selection of Mappings and Automatic Quality-Driven Combination of Matching Methods. Proceedings of the Fourth International Workshop on Ontology Matching. CEUR Workshop proceedings. 2009. vol. 551. Available at: [http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009\\_Tpaper5.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009_Tpaper5.pdf) (accessed 15.10.2014).
19. Ritze D., Meilicke C., Šváb-Zamazal O., Stuckenschmidt H. A Pattern-Based Ontology Matching Approach for Detecting Complex Correspondences. Proceedings of the Fourth International Workshop on Ontology Matching, 2009. CEUR Workshop proceedings. vol. 551. Available at: [http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009\\_Tpaper3.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009_Tpaper3.pdf) (accessed 15.10.2014).
20. Giunchiglia F., Maltese V., Autayeu A. Computing Minimal Mappings [Electronic resource]. Proceedings of the Fourth International Work-shop on Ontology Matching, 2009. CEUR Workshop proceedings. vol. 551. Available at: [http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009\\_Tpaper4.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-551/om2009_Tpaper4.pdf) (accessed 15.10.2014).

21. Klein M., Kiryakov W., Ognyanov D., Fensel D. Ontology Versioning and Change Detection on the Web. Proceedings of the 13th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW02). 2002. pp. 197–212.
22. Vincini M., Beneventano D., Bergamaschi S. Semantic Integration of Heterogeneous Data Sources in the MOMIS Data Transformation System. Journal of Universal Computer Science. 2013. vol. 19. no. 13. pp. 1986–2012.
23. Jirkovsk' y V., Ichise R. Mapsom: User involvement in ontology matching. Semantic Technology. LNCS 8388. Springer. 2014. pp. 348–363.
24. Smimov A., et al. On-the-Fly Ontology Matching in Smart Spaces: A Multi-Model Approach. Smart Spaces and Next Generation Wired/Wireless Networking: Proc. Third Conf. on Smart Spaces (ruS-MART 2010) and 10th Intern. Conf. NEW2AN 2010 (St. Petersburg, Russia, August 23–25, 2010). LNCS 6294. Springer. 2010. pp. 72–83.

**Ермолаев Виктор Иванович** — к-т техн. наук, доцент ВУНЦ ВМФ "Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова". Область научных интересов: геоинформационные системы, гидроакустика, имитационное моделирование. Число научных публикаций — 36. V.Ermolaev@iias.spb.su; Галерный проезд 5, Санкт-Петербург; р.т. 355-96-82.

**Ermolaev Victor Ivanovich** — Ph.D., associate professor, Military Training and Research Center of the Navy "Naval Academy. Admiral of the Fleet of the Soviet Union NG Kuznetsov". Scientific interests: Geographic information systems, hydroacoustics, simulation. The number of publications — 36. V.Ermolaev@iias.spb.su; Goncharnii passage 5, St.Petersburg; office phone 355-96-82.

**Левашова Татьяна Викторовна** — к-т техн. наук, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН). Область научных интересов: поддержка принятия решений, управление знаниями, онтологии, контекст. Число научных публикаций — 215. tatiana.levashova@iias.spb.su; 14 линия, 39, Санкт-Петербург; р.т. 8123288071.

**Levashova Tatiana Viktorovna** — Ph.D., St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of Russian Academy of Sciences (SPIIRAS). Scientific interests: decision support, knowledge management, ontologies, context. The number of publications — 215. tatiana.levashova@iias.spb.su; 39, 14 line, St.Petersburg, 199178; р.т. 8123288071.

**Шилов Николай Германович** — к-т техн. наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН). Область научных интересов: интеллектуальная поддержка принятия решений, крауд-вычисления, инфомобильные приложения. Число научных публикаций — 150. nick@iias.spb.su; Санкт-Петербург, 199178, 14 линия, 39; р.т. +79112139558.

**Shilov Nikolay Germanovich** — Ph.D., senior researcher, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of Russian Academy of Sciences (SPIIRAS). Scientific interests: croud-computing, infomomobility, intelligent decision support, ontology, context. The number of publications — 150. nick@iias.spb.su; 39, 14 line, St.Petersburg, 199178; office phone +79112139558.

**Поддержка исследований.** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№ 12-07-00298, 14-07-00378, 14-07-00427).

**Acknowledgements.** The research was supported by RFBR (projects nos. 12-07-00298, 14-07-00378, 14-07-00427).

## РЕФЕРАТ

### *Ермолаев В.И., Левашова Т.В., Шилов Н.Г. Семантическая интеграция сервисов для интеллектуальной поддержки принятия решений в гибких сетях поставок.*

В работе рассмотрены проблемы семантической интеграции сервисов для обеспечения взаимодействия системы интеллектуальной поддержки принятия решений участников сетей поставок с ресурсами внешней среды.

В начале работы сформулировано определение цепи поставок, и описана проблема совместимости системы интеллектуальной поддержки принятия решений (СИППР) участников сетей поставок с окружением системы. Для решения этой проблемы предложено разработать семантическую сервис-ориентированную архитектуру СИППР. Данная архитектура предполагает возможность интеграции разнородных сервисов, что позволит гарантировать семантическое взаимодействие сервисных интерфейсов.

С целью разработки сервис-ориентированной архитектуры выявлены и специфицированы требования к такой архитектуре, сформулирована задача интеграции сервисов, рассмотрены известные способы и результаты интеграции. Для устранения семантической разнородности сервисов предлагается онтологическая модель.

Отдельное внимание в работе уделено задаче поиска соответствий между сервисами для их семантической интеграции. С целью решения этой задачи был выполнен анализ множества подходов, направленных на решение проблемы поиска соответствий между разнородными источниками информации (знаний). В качестве варианта решения авторами была разработана модель поиска соответствий, которая также описана в данной работе. Разработанная модель объединяет лексические способы, структурные и семантические подходы к поиску соответствий между разнородными источниками информации (знаний).

## SUMMARY

### *Ermolaev V.I., Levashova T.V., Shilov N.G.* **Semantic service integration for intelligent decision support in flexible supply networks.**

Problems of semantic service integration to enable interactions of an intelligent decision support system (DSS) and supply chains participants with environmental resources are considered in the paper.

At the beginning of the paper a supply chain is defined and the problem of interoperability between the intelligent DSS of supply chain participants and the system's environment is described. It is proposed to develop semantic service-oriented architecture of the DSS to solve the described problem. The architecture suggests a possibility for integration of heterogeneous services. This possibility will ensure semantic service interface interactions.

Requirements to service-oriented architecture are identified and specified as a step toward the architecture development. Additionally, the problem of service integration is formulated; various integration processes and their outcomes are considered. An ontology model is proposed to overcome the service heterogeneity.

A special attention is paid to the problem of service semantic matching to enable the service integration. In the direction of solving this problem, an analysis of approaches dealing with matching heterogeneous information and knowledge sources has been done. In the paper, a semantic matching model developed by the authors is described. This model proposes one of the possible solutions of the problem mentioned above. The developed model combines lexical, structural and semantic approaches to matching heterogeneous sources.