

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ СИСТЕМ И ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ
имени В.М. МАТРОСОВА
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИДСТУ СО РАН)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИДСТУ СО РАН
академик / *✓*

И.В. Бычков

«12» сентября 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова
Сибирского отделения Российской академии наук
на диссертацию Фёдорова Романа Константиновича
«Сервис-ориентированная информационно-аналитическая среда композиции сервисов
обработки пространственных данных»**

Диссертация **«Сервис-ориентированная информационно-аналитическая среда композиции сервисов обработки пространственных данных»** выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук (ИДСТУ СО РАН).

В период подготовки диссертации соискатель **Фёдоров Роман Константинович** работал в ИДСТУ СО РАН в должностях ведущего научного сотрудника, а также заведующего лабораторией 4.1 Комплексных информационных систем.

В 1999 г. Фёдоров Р.К. окончил Иркутский государственный университет, специальность – «Математические методы и исследование операций в экономике». В 2005 г. защитил кандидатскую диссертацию по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки) в диссертационном совете Д 003.021.01 при ИДСТУ СО РАН, что подтверждается дипломом кандидата наук, регистрационный номер КТ № 167943, выданным 09.10.2005 ВАК РФ.

Научный консультант – академик, доктор технических наук Бычков Игорь Вячеславович, директор ИДСТУ СО РАН.

Диссертация Фёдорова Р.К. посвящена разработке методов, языков, алгоритмов и программных средств, повышающих эффективность процессов подготовки и проведения научных экспериментов на основе сервис-ориентированной парадигмы за счет автоматизации построения и применения композиций сервисов, реализующих методы анализа и обработки пространственных данных.

Актуальность темы диссертации.

В современном мире активно растет количество сервисов, реализующих предоставление, обработку и публикацию данных в рамках сервис-ориентированной архитектуры (СОА). Например, существуют и активно используются сервисы предоставления данных дистанционного зондирования земли, обработки пространственных данных (ПД), расшифровки генома,

геокодирования адресов и т. д., которые значительно упрощают решение многих задач. В области обработки ПД определены и широко используются стандарты Open Geospatial Consortium (OGC). При этом возникает ряд сложных научно-технических задач поиска нужных сервисов, построения их связей между собой, проверки корректности совместного выполнения этих сервисов и др. Создание композиции сервисов (объединение) позволяет эффективно решать большое количество задач. СОА значительно упрощает и ускоряет интеграцию программного обеспечения, созданного разработчиками из разных предметных областей, за счет упрощения и стандартизации интерфейсов. Композиции сервисов обеспечивают повышение уровня автоматизации решения задач, начиная от ввода данных и заканчивая публикацией результатов.

В то же время создание композиций сервисов является нетривиальной задачей. Большое количество сервисов, с одной стороны, увеличивает возможности пользователей, а с другой стороны, значительно усложняет поиск нужных сервисов для решения конкретной задачи. Объединение найденных сервисов в композиции в некоторых случаях может оказаться комбинаторно сложной задачей, при этом возможна генерация достаточно большого числа альтернативных композиций сервисов. Все эти альтернативы необходимо оценить, выбрать наиболее релевантные для решаемой задачи, а также проверить их на возможность взаимодействия. Например, часто композиция из двух потенциально возможных сервисов не реализуема из-за того, что структуры данных и форматы входных и выходных данных отличаются.

Композиции сервисов позволяют объединить результаты работы исследователей, но создание таких композиций в силу сложного процесса требует высокой квалификации. Поэтому актуальной научной проблемой, имеющей важное научно-техническое значение, является разработка новых моделей, алгоритмов, методов и технологии для повышения эффективности процессов подготовки и проведения научных экспериментов по решению задач в области геоинформатики за счет автоматизации построения и применения композиций сервисов.

Научную новизну и значимость представляют следующие результаты исследования, выносимые на защиту и расширяющие существующий базис теории и практики сервис-ориентированных вычислений:

- 1) создана модель сервис-ориентированной информационно-аналитической среды обработки пространственных данных междисциплинарных исследований, которая в сравнении с подобными моделями обеспечивает оценку композиций сервисов на основе многопользовательской статистики их применения;
- 2) разработан метод создания композиций сервисов, базирующийся на применении предложенной модели, который в отличие от существующих методов проводит комплексный анализ метаданных, онтологий, экспертных знаний и статистики применения сервисов, что позволяет находить композиции сервисов на основе комбинации данных;
- 3) разработан оригинальный программный инструмент создания сервисов ввода и публикации реляционных данных, обеспечивающий предоставление метаданных, пользовательский и программный интерфейс редактирования данных, поддержку передачи данных WPS сервисам. Создание сервисов данных впервые производится на основе иерархической модели данных с возможностью задания асинхронного вычисления значений атрибутов с помощью сервисов. Создаваемые сервисы можно сразу включать во множество композиций;
- 4) разработан оригинальный программный компонент выполнения композиций сервисов, заданных на процедурном языке, с обработкой промежуточных данных с помощью средств языка и его библиотек, для которого в отличие от других подходов обеспечивается формирование DAG с помощью процедурного языка и одновременно его планирование и выполнение с учетом добавляемых в процессе выполнения новых заданий в гетерогенной динамической вычислительной среде;
- 5) разработан комплекс программных компонентов, реализующий модель сервис-ориентированной информационно-аналитической среды, который обеспечил создание композиций сервисов и их обмен между пользователями.

Практическая значимость результатов проведенного исследования. Предложенные в рамках диссертационной работы методы, модели, алгоритмы и программное обеспечение позволяют снизить трудозатраты и сократить сроки разработки программного обеспечения за счет автоматизации построения композиций сервисов обработки междисциплинарных пространственных данных. Комплекс программных компонентов, реализующий модель сервис-ориентированной информационно-аналитической среды, активно используется на практике. В ходе выполнения различных проектов созданы более 200 сервисов предоставления данных, более 40 сервисов обработки данных и 250 сервисов публикации данных. Развернуты 6 различных геопорталов, ориентированных на различные предметные области и коллективы: ИДСТУ СО РАН; «Информационно-аналитическая система по фиторазнообразию Байкальской Сибири»; «Атлас ИГ СО РАН»; ИЗК СО РАН; «Очаги распространения иксодовых клещей»; «Информационная система (ИС) «Л.». В рамках перечисленных геопорталов сформированы композиции сервисов, объединяющие сервисы данных, сервисы обработки и публикации, созданные разными коллективами. Практическая значимость результатов подтверждена полученными актами внедрения комплекса программных компонент ИГ СО РАН, СИФИБР СО РАН, ПАБСИ КНЦ РАН, ИППЭС КНЦ РАН, Самарский университет им. Королева, ИЦ ПЗСРЧ. Автором в составе коллектива получено 8 свидетельств о регистрации программ для электронных вычислительных машин (ЭВМ).

Основные результаты диссертационного исследования использованы при выполнении государственных заданий и научных исследований:

- гранта Министерства науки и высшего образования РФ на выполнение крупного научного проекта по приоритетным направлениям научно-технического развития «Фундаментальные основы, методы и технологии цифрового мониторинга и прогнозирования экологической обстановки Байкальской природной территории» (№ 075-15-2020-787);
- проектов Программы фундаментальных исследований Президиума РАН: программа II.1, тема «Разработка и экспериментальное исследование эффективности методов оценки антропогенного воздействия на окружающую среду» ФНМ-51, 49, 27 (2012 г., 2013-2015 гг., 2018-2019 гг.);
- проектов РФФИ 18-07-00758_a (2018-2020 гг.), 17-57-44006 Монг_a (2018-2020гг.), 17-47-380007_p-а (2017-2019 гг.), 17-29-05089_a (2017-2019 гг.), 16-57-44034 Монг_a (2016-2017 гг.), 16-07-00554-а (2016-2018 гг.), 16-07-00411_a (2016-2018 гг.), 15-47-04348_a (2015-2017 гг.), 14-07-00166_a (2014-2016 гг.), 14-47-04125 p_сибирь_a (2014-2016 гг.), 13-07-12080 офи_м (2014-2016 гг.), 13-05-41105 РГО_a (2013-2014 гг.);
- проекта Программы фундаментальных исследований Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН № 4.1 (2012-2014 гг.);
- проектов междисциплинарных интеграционных программ СО РАН № 17, 131 (2012-2014 гг.);
- проектов междисциплинарных интеграционных программ СО РАН и ДВО РАН № 73, 74 (2012-2014 гг.);
- базовых проектов Программы фундаментальных исследований СО РАН:
 1. № IV.38.1.2. «Методы и технологии облачной сервис-ориентированной цифровой платформы сбора, хранения и обработки больших объёмов разноформатных междисциплинарных данных и знаний, основанные на применении искусственного интеллекта, модельно-управляемого подхода и машинного обучения» (2020-2021 гг.);
 2. № IV.38.1.2 «Методы и технологии создания распределенной сервисно-ориентированной среды сбора, хранения, обработки больших объёмов разноформатных междисциплинарных научных данных и знаний, основанные на конструктивных средствах спецификации, порождающем программировании и интеллектуализации» (2017-2019 гг.);
 3. № IV.38.2.3 «Новые методы, технологии и сервисы обработки пространственных и тематических данных, основанные на декларативных спецификациях и знаниях» (2013-2015 гг.);
 4. № IV.31.2.4 «Методы и технологии разработки программного обеспечения для анализа, обработки и хранения разноформатных междисциплинарных данных и знаний,

основанные на применении декларативных спецификаций форматов представления информации и программных систем» (2010-2012 гг.).

Достоверность и обоснованность полученных в диссертации результатов подтверждается корректным применением классических методов исследования; публикациями и их индексацией в РИНЦ, WoS, Scopus; работоспособностью разработанного программного обеспечения; решением прикладных, тестовых задач и активным использованием большого числа пользователей.

Полнота изложения результатов диссертации в печатных работах, опубликованных соискателем, подтверждается следующим перечнем основных работ:

Монографии

1. Маджара Т.И., Бычков И.В., Ружников Г.М., Хмельнов А.Е., Федоров Р.К., Парамонов В.В., Шигаров А.О., Фереферов Е.С., Гаченко А.С., Михайлов А.А., Шумилов А.С., Авраменко Ю.В. Инфраструктура информационных ресурсов и технологии создания информационно-аналитических систем территориального управления: моногр. 2016.

2. Бычков И.В., Ружников Г.М. и др. Фундаментальные основы, методы и технологии цифрового мониторинга и прогнозирования экологической обстановки Байкальской природной территории: моногр. Новосибирск. 2022.

В изданиях, рекомендованных ВАК:

3. Бычков И.В., Ружников Г.М., Хмельнов А.Е., Федоров Р.К., Маджара Т.И., Шигаров А.О., Дорж Т., Нергуй Б. Технологические основы развития инфраструктуры пространственных данных Монгольской академии наук // Вычислительные технологии. 2013. Т. 18, № 5. С. 16–26.

4. Федоров Р.К., Шумилов А.С., Бычков И.В., Ружников Г.М. Компоненты среды WPS-сервисов обработки геоданных // Вестник Новосибирского гос. ун-та. Сер. Информационные технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 16-24 (РИНЦ).

5. Федоров Р.К., Бычков И.В., Шумилов А.С., Ружников Г.М. Система планирования и выполнения композиций веб-сервисов в гетерогенной динамической среде // Вычислительные технологии. 2016. Т. 21, № 6. С. 18-35.

6. Бычков И.В., Ружников Г.М., Парамонов В.В., Шумилов А.С., Фёдоров Р.К. Инфраструктурный подход к обработке пространственных данных в задачах управления территориальным развитием // Вычислительные технологии. 2018. Т. 23, № 4. С. 15-31.

7. Бычков И.В., Ружников Г.М., Фёдоров Р.К., Шумилов А.С. Выполнение JAVASCRIPT-композиций WPS-сервисов в распределенной гетерогенной среде // Вычислительные технологии. 2019. Т. 24, № 3. С. 44-58.

8. Фёдоров Р.К., Бычков И.В., Ружников Г.М. Формирование композиций сервисов на основе статистических данных пользователей // Вестник Новосибирского гос. ун-та. Сер. Информ. технологии. 2021. Т. 19, № 2. С. 115-130.

9. Бычков И.В., Ружников Г.М., Федоров Р.К., Попова А.К., Будээбазар А., Балт Б., Ууганбаатар Д. Цифровая трансформация экологического мониторинга оз. Хубсугул и Прихубсугуля // Вычислительные технологии. 2022. Т. 27. № 5. С. 14-29

10. Бычков И.В., Федоров Р.К., Фереферов Е.С. Инструментальные компоненты цифровой платформы экологического мониторинга Байкальской природной территории // Вычислительные технологии. 2023. Т. 28. № 6. С. 95-107

11. Бычков И.В., Маджара Т.И., Новопашин А.П., Фереферов Е.С., Феоктистов А.Г., Федоров Р.К. Информационно-вычислительные ресурсы ИРНОК: инфраструктура, данные, приложения // Вычислительные технологии. 2023. Т. 28. № 3. С. 117-135

В изданиях, входящих в базы цитирования Web of Science и Scopus:

12. Bychkov I.V., Plyusnin V.M., Ruzhnikov G.M., Fedorov R.K., Khmel'nov A.E., Gachenko A.S. The creation of a spatial data infrastructure in management of regions (exemplified by Irkutsk oblast) // Geography and Natural Resources. 2013. Vol. 34, № 2. P. 191–195. (Scopus).

13. Paramonov V., Fedorov R., Ruzhnikov G., Shumilov A. Web-Based Analytical Information System for Spatial Data Processing // Communications in Computer and Information Science. 2013. Vol. 403. P. 93-101 (Web of Science Emerging Sources Citation Index).
14. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Paramonov V.V., Shumilov A.S., Fedorov R.K., Sanjaa B. Infrastructural approach to spatial data processing in applications to territorial development management // CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 2033. P. 7-9 (Scopus).
15. Fedorov R.K., Shumilov A.S., Ruzhnikov G.M. Geoportal cloud // CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 2033. P. 305-308 (Scopus).
16. Bychkov I.V., Fedorov R.K., Avramenko Y.V., Shumilov A.S., Shigarov A.O., Ruzhnikov G.M. et al. Information-analytical environment supporting interdisciplinary research of natural resources in the Baikal region // CEUR Workshop Proceedings, Proc. 1st Scientific-Practical Workshop on Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2018). 2018. Vol. 2221. P. 42-52. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2221/paper8.pdf> (Scopus).
17. Fedorov R.K., Shumilov A.S. Service compositions in problems of urban planning // Proc. 1st Scientific-Practical Workshop on Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2018). 2018. Vol. 2221. P. 1-6. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2221/paper1.pdf> (Scopus).
18. Fedorov R.K., Shumilov A.S., Voskoboynikov M.L. Analysis of service calls for construction of the semantic network of services // Proc. 1st Scientific-Practical Workshop on Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2018). 2018. Vol. 2221. P. 20-24. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2221/paper4.pdf> (Scopus).
19. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Paramonov V.V., Shumilov A.S., Fedorov R.K., Levi K.G., Demberel S. Infrastructural approach and geospatial data processing services in the tasks of territorial development management // Proceedings 1st Intern. Geographical Conference of North Asian Countries on China-Mongolia-Russia Economic Corridor: Geographical and Environmental Factors and Territorial Development Opportunities. 2018. Vol. 190, № 1. (Web of Science Emerging Sources Citation Index).
20. Fereferov E.S., Gachenko A.S., Hmelnov A.E., Fedorov R.K. Information Technologies for Monitoring of Anthropogenic Impacts to Lake Baikal // Proceedings for First Scientific-practical Workshop Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2018). 2018. Vol. 2221. P. 61-69. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2221/paper10.pdf> (Scopus).
21. Avramenko Y.V., Fedorov R.K. The technology of classification geospatial data based on WPS standard // Proceedings 1st Scientific-Practical Workshop on Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2018). 2018. Vol. 2221. P. 37-41. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2221/paper7.pdf> (Scopus).
22. Bychkov I.V., Gachenko A.S., Hmelnov A.E., Fedorov R.K., Fereferov E.S. Geological Information System of environmental and human intervention impact assessment on bodies of water of the Irkutsk region // Proceedings 1st Intern. Geographical Conference of North Asian Countries on China-Mongolia-Russia Economic Corridor: Geographical and Environmental Factors and Territorial Development Opportunities. 2018. Vol. 190, № 1. (Web of Science Emerging Sources Citation Index).
23. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Khmelnov A.E., Fedorov R.K., Madzhara T.I. Digital monitoring of the ecosystem of Lake Baikal // CEUR Workshop Proceedings. Volume: All-Russian Conference «Spatial Data Processing for Monitoring of Natural and Anthropogenic Processes» (SDM 2019). 2019. Vol. 2534. P. 8-14 (Scopus).
24. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Khmelnov A.E., Fedorov R.K., Madzhara T.I., Popova A.K. Digital monitoring of Lake Baikal and its coastal area // CEUR Workshop Proceedings: Proceedings of 2nd Scientific-Practical Workshop Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2019). 2019. Vol. 2463. P. 13-23. (Scopus).
25. Bychkov I., Ruzhnikov G., Paramonov V., Mikhailov A., Fedorov R., Klyuchevskii A., Dem'yanovich V., Demberel S. The Framework of the Digital Environment for Analysing of Seismic Hazards of Lithosphere Blocks in Baikal-Mongolian Region // CEUR Workshop Proceedings: Proceedings of 2nd Scientific-Practical Workshop Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2019). 2019. Vol. 2463. P. 84-92 (Scopus).

26. Batuev A.R., Batuev D.A., Beshentsev A.N., Bogdanov V.N., Dashpilov T.B., Korytniy L.M., Tikunov V.S., Fedorov R.K. Atlas information system for providing socio-economic development of the Baikal region // *InterCarto, InterGIS*. 2019. Vol. 25. P. 66-80. (Scopus).
27. Fedorov R.K., Kitov A.D., Avramenko Y.V. Automation of forming a database of the glaciers based on remote sensing // *CEUR Workshop Proceedings: All-Russian Conf. «Spatial Data Processing for Monitoring of Natural and Anthropogenic Processes» (SDM 2019)*. 2019. Vol. 2534. P. 207-211 (Scopus).
28. Fedorov R. Building service composition based on statistics of the services use // *CEUR Workshop Proceedings: Proc. of 2nd Scientific-Practical Workshop Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2019)*. 2019. Vol. 2463. P. 40-46. (Scopus).
29. Ruzhnikov G.M., Klyuchevskii A.V., Paramonov V.V., Mikhailov A.A., Fedorov R.K., Dem'yanovich V.M., Dembrel S. Service-oriented Information and Analytical the System of Estimation of Influence of the Lithosphere Model on Dynamic Parameters of Rocky Soil Oscillations From Earthquakes of Southern Baikal Region // *CEUR Workshop Proceedings: Proceedings Information Technologies in Earth Sciences and Applications for Geology, Mining and Economy (ITES&MP-2019)*. 2019. Vol. 2527. P. 42-46 (Scopus).
30. Bychkov I., Feoktistov A., Gorsky S., Edelev A., Sidorov I., Kostromin R., Fereferov E., Fedorov R. Supercomputer Engineering for Supporting Decision-making on Energy Systems Resilience // *Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies (IEEE, 2020)*. 2020. P. 1-6 (Scopus).
31. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Fedorov R.K., Khmel'nov A.E., Popova A.K. Digital environmental monitoring technology Baikal natural territory // *CEUR Workshop Proceedings: 3rd Scientific-Practical Workshop Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2020)*. 2020. Vol. 2677 (Scopus).
32. Avramenko Y.V., Fedorov R.K. Applied digital platform for remote sensing data processing // *CEUR Workshop Proceedings: 3rd Scientific-Practical Workshop Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2020)*. 2020. Vol. 2677 (Scopus).
33. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Fedorov R.K., Popova A.K. Digital platform for forest resources monitoring in the BAIKAL natural territory // *Journal of Physics: Conference Series: 13th Multiconference on Control Problems (MCCP 2020)*. 2021. Vol. 1864, № 1. (Scopus).
34. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Fedorov R.K., Popova A.K. A platform approach to the organization of digital forest monitoring of the Baikal natural territory // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 11th Intern. Conf. and Early Career Scientists School on Environmental Observations, Modeling and Information Systems (ENVIROMIS 2020)*. 2021. Vol. 611. P. 012056. (Scopus).
35. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Fedorov R.K., Khmel'nov A.E., Popova A.K. Organization of digital monitoring of the Baikal natural territory // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. (Scopus).
36. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Fedorov R.K., Popova A.K. Digital technologies for forest monitoring in the Baikal natural territory // *CEUR Workshop Proceedings: 4th Scientific-Practical Workshop Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2021)*. 2021. Vol. 2984. P. 1-5 (Scopus).
37. Avramenko Y.V., Popova A.K., Fedorov R.K. Cloud service of Geoportal ISDCT SB RAS for machine learning // *CEUR Workshop Proceedings: 4th Scientific-Practical Workshop Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2021)*. 2021. Vol. 2984. P. 6-10 (Scopus).
38. Bychkov I.V., Paramonov V.V., Ruzhnikov G.M., Mikhailov A.A., Fedorov R.K., Klyuchevskii A.V., Dem'yanovich V.M., Demberel S. Russian-Mongolian scientific initiative for assessing the seismic hazards of the Baikal region and Mongolia // *CEUR Workshop Proceedings: 4th Scientific-Practical Workshop Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS-2021)*. 2021. Vol. 2984. P. 112-119 (Scopus).

39. Zubova E., Kashulin N., Terentyev P., Melekhin A., Fedorov R.K., Shalygin S. Occurrence of fish species in the inland water of Murmansk Region (Russia): research in 1972-2021 // Biodiversity Data Journal. 2021. Vol. 9. (Web of Science Q3).

40. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Fedorov R.K., Popova A.K., Avramenko Y.V. Classification of Sentinel-2 satellite images of the Baikal Natural Territory // Computer Optics. 2022. Vol. 46, № 1. P. 90-96. URL: <http://www.computeroptics.ru/KO/PDF/KO46-1/460111.pdf> (Web of Science Emerging Sources Citation Index).

41. Feoktistov A., Gorsky S., Kostromin R., Fedorov R., Bychkov I. Integration of web processing services with workflow-based scientific applications for solving environmental monitoring problems // ISPRS International Journal of Geo-Information. 2022. Vol. 11, № 1 DOI: 10.3390/ijgi11010008 (Web of Science Q2).

42. Bychkov I.V., Feoktistov A.G., Gorsky S.A., Kostromin R.O., Fedorov R.K. Automating the Integration of Services for the Web Processing of Environmental Monitoring Data with Distributed Scientific Applications // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. 2022. Vol. 58, №4. P. 373–379.

Личный вклад автора. Все выносимые на защиту научные положения получены соискателем лично. Из совместных исследований в диссертацию включены только те результаты, которые принадлежат непосредственно автору. Модель сервис-ориентированной информационно-аналитической среды, метод создания композиций сервисов [4, 8, 18, 28, 41, 42], программный инструмент создания сервисов ввода и публикации реляционных данных, комплекс программных компонентов, реализующий модель сервис-ориентированной информационно-аналитической среды [1, 2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 15], программный компонент выполнения композиций сервисов, заданных на процедурном языке [5, 7], разработаны соискателем лично на всех этапах от постановки задач до разработки правил, моделей, программных компонентов. Программная реализация модуля интерпретации сценариев выполнена совместно с Шумиловым А.С. Часть компонентов и сервисов СОИАС, которые непосредственно не касаются создания композиций сервисов, но необходимы для полноценной работы среды, разработаны совместно с коллегами: Авраменко Ю.В., Хмельновым А.Е., Поповой А.К., Ветровым А.А., Парамоновым В.В. Совместно с научным консультантом Бычковым И.В. и Ружниковым Г.М. выделены проблемы, сформулированы направления, и обобщены результаты исследований, сформулированы научные выводы и практические рекомендации.

Апробация научных работ соискателя подтверждена участием в следующих научных мероприятиях: Международная конференция «3th Russia and Pacific Conference on Computer Technology and Applications» (Владивосток, 2017 г.); Международная научно-практическая конференция «Использование современных информационных технологий в ботанических исследованиях» (Апатиты, 2017 г.); Всероссийская конференция «Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов» (Новосибирск, 2017 г.; Бердск, 2019 г.); XVIII Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям (Барнаул, 2013 г.; Новосибирск, 2017 г.); Национальный суперкомпьютерный форум (НСКФ, Переславль-Залесский, 2016 г.); Российско-монгольская конференция молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению (Иркутск-Ханх (Монголия), 2013, 2015, 2016 гг.); III Всероссийская конференция «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях» (Иркутск, 2013 г.); Всероссийская конференция «Ляпуновские чтения» (Иркутск, 2014-2017 гг.); Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» (САИТ, Светлогорск, 2015 г.; Иркутск, 2019 г.); Scientific-practical Workshop Information Technologies: Algorithms, Models, Systems (ITAMS, Иркутск, 2018-2021 гг.); Всероссийская конференция с международным участием «Информационные и математические технологии в науке и управлении» (ИМТ, Иркутск, 2009, 2011, 2013, 2014, 2016, 2019-2021 гг.); Международная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» (Москва, 2019 г.); Всероссийская конференция «Обработка пространственных данных в задачах

мониторинга природных и антропогенных процессов» (Бердск, 2019 г.); Международная конференция «Математические и информационные технологии» (МИТ-2011, Врнячка Баня, Сербия, 2011 г.); «Международная географическая конференция» (Иркутск, п. Листвянка, 2018 г.); VIII Всероссийская конференция «Безопасность и мониторинг природных и техногенных систем» (Красноярск, 2023 г.); Всероссийская конференция «Информационные технологии в управлении» (Санкт-Петербург, 2020 г.); 16-я Международная конференция «Системный анализ, управление и навигация» (Евпатория, 2011 г.); Всероссийская конференция «Распределенные информационно-вычислительные ресурсы. Наука – цифровой экономике» (DICR, Новосибирск, 2017 г.); Международный научно-технический конгресс «Интеллектуальные системы и информационные технологии» (Дивногорское, 2022 г.).

Основные результаты диссертации и ее отдельные положения, а также результаты конкретных прикладных исследований и разработок обсуждались на научных семинарах ИДСТУ СО РАН.

Соответствие паспорту специальности. В соответствии с паспортом специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» диссертационная работа Фёдорова Р.К. охватывает решение задач повышения эффективности процессов подготовки и проведения научных экспериментов на основе сервис-ориентированной парадигмы за счет автоматизации построения и применения композиций сервисов, реализующих методы анализа и обработки пространственных данных, включая разработку: модели сервис-ориентированной информационно-аналитической среды, метода создания композиций сервисов, программного инструмента создания сервисов ввода и публикации реляционных данных, комплекса программных компонентов, реализующий модель сервис-ориентированной информационно-аналитической среды, программного компонента выполнения композиций сервисов, заданных на процедурном языке.

Тема и основные результаты диссертации соответствуют следующим областям исследований паспорта специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»:

- модели, методы, архитектуры, алгоритмы, языки и программные инструменты организации взаимодействия программ и программных систем;
- модели, методы, алгоритмы, облачные технологии и программная инфраструктура организации глобально распределенной обработки данных.

Диссертационное исследование Фёдорова Р.К. является завершенной, самостоятельной научно-исследовательской работой, подводящей итог многолетним и плодотворным исследованиям соискателя. Полученные в диссертации результаты можно квалифицировать как **совокупность научно обоснованных технических, технологических и иных решений, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны посредством повышения эффективности и надежности процессов обработки и передачи данных и знаний в вычислительных машинах, комплексах и компьютерных сетях при подготовке и проведения научных экспериментов на основе сервис-ориентированной парадигмы за счет автоматизации построения и применения композиций сервисов, реализующих методы анализа и обработки пространственных данных.** Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, не содержит заимствованного материала без ссылок на автора и (или) источник заимствования.

Диссертационная работа Фёдорова Р.К. «Сервис-ориентированная информационно-аналитическая среда композиции сервисов обработки пространственных данных» рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Обсуждение диссертации проведено на заседании Объединенного семинара ИДСТУ СО РАН (протокол № 1 от 29 сентября 2023 г.).

Заключение принято на заседании Ученого совета ИДСТУ СО РАН. На заседании присутствовало 17 чел. Результаты голосования: «за» – 16 чел., «против» – 0, «воздержались» – 1 (протокол № 6 от 12 сентября 2024 г.).

Председатель Ученого совета,
директор ИДСТУ СО РАН,
академик

И.В. Бычков