

УДК 004.9

## УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ: ГЕОПОРТАЛЬНЫЙ ПОДХОД

**Ямашкин С.А.***ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: yamashkinsa@mail.ru*

В статье представлены результаты научно-исследовательской работы, направленной на разработку практико-ориентированной технологии управления организационными системами, построенными вокруг использования территориально распределенных ресурсов и основанных на анализе больших массивов пространственных данных посредством геопортальных систем. Новизна предлагаемого решения основана на интеграции в едином геопортальном фреймворке системы ключевых компонентов управления пространственно распределенными ресурсами: подсистем визуализации пространственных данных, сбора пространственных данных, интеграции с внешними системами для решения задачи удаленного управления распределенными в пространстве объектами посредством отправки управляющих команд через интерфейс диспетчера, интерактивной генерации отчетной документации и администрирования. Разработанный фреймворк представляет собой программную платформу, способную существенно облегчить и удешевить процесс развертывания и внедрения проектно-ориентированных геопортальных систем в организации, деятельность которых связана с оптимальным использованием природных ресурсов, анализом структуры и состояния земель (природных и техногенных систем), управлением логистическими системами, мониторингом развития и ликвидацией последствий природных и природно-техногенных чрезвычайных ситуаций, взаимодействием с устройствами Интернета вещей. Представленная система позволит обеспечить последовательное решение следующих задач в организационных системах: автоматизированный мониторинг рабочего времени и перемещений для целей анализа бизнес-процессов компаний, деятельность которых завязана на использовании пространственно-распределенных ресурсов, выявление и исправление неэффективных операционных процессов.

**Ключевые слова:** геопорталы, инфраструктура пространственных данных, управление в организационных системах, пространственные данные, принятие решений

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 22-27-00651.*

## MANAGEMENT IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS BASED ON SPATIAL DATA: GEOPORTAL APPROACH

**Yamashkin S.A.***National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: yamashkinsa@mail.ru*

The article presents the results of research work aimed at developing a practice-oriented technology for managing organizational systems built around the use of geographically distributed resources and based on the analysis of large arrays of spatial data using geoportal systems. The novelty of the proposed solution is based on the integration in a single geoportal framework of the system of key components for managing spatially distributed resources: subsystems for visualizing spatial data, collecting spatial data, integrating with external systems to solve the problem of remote control of spatially distributed objects by sending control commands through the dispatcher interfaces, interactive generation of reporting documentation and administration. The developed framework is a software platform that can significantly facilitate and reduce the cost of deploying and implementing project-oriented geoportal systems in organizations whose activities are related to the optimal use of natural resources, analysis of the structure and condition of lands (natural and man-made systems), management of logistics systems, monitoring development and elimination of the consequences of natural and natural-technogenic emergencies, interaction with devices of the Internet of things. The presented system will provide a consistent solution of the following tasks in organizational systems – automated monitoring of working hours and movements for the purpose of analyzing the business processes of companies whose activities are based on the use of spatially distributed resources, identifying and correcting inefficient operational processes.

**Keywords:** geoportals, spatial data infrastructure, management in organizational systems, spatial data, decision making

В решении задачи управления организациями, деятельность которых выстроена вокруг территориально распределенных ресурсов, особое место занимают пространственные данные, консолидируемые в инфраструктурах пространственных данных (ИПД) из различных источников [1]. Практико-ориентируемую ценность информационные системы управления территориальными системами приобретают при усло-

вии предоставления лицу, принимающему решение (ЛПР), инструмента для мониторинга, идентификации и анализа пространственных процессов и явлений [2].

Взаимодействие с аппаратно-программным комплексом при этом происходит посредством графических и прикладных программных интерфейсов, предоставляющих доступ к использованию проблемно-ориентированных подсистем управления и ком-

понентов оптимизации организационных пространственно распределенных систем, основанных на программно-реализованных методах и алгоритмах интеллектуальной поддержки принятия решений. Геопортальные системы как внешний компонент ИПД и точка доступа к пространственным данным представляют собой веб-системы, что обуславливает особенности их проектирования, разработки и реализации.

Актуальность проекта определена необходимостью перехода к передовым цифровым технологиям для обеспечения эффективного решения стратегических задач устойчивого пространственного развития и территориального планирования, определенной в постановлении Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2021 г. № 2148 об утверждении государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных». Для Российской Федерации – страны со значительным территориальным потенциалом – решение задач управления пространственно распределенными ресурсами имеет высокое значение, определяет значительный объем рынка потребителей геопортальных систем, позволяющих осуществлять консолидацию пространственных данных и дистанционное (в том числе автоматизированное) управление природными и техногенными ресурсами.

Данное утверждение подтверждается тем, что одним из приоритетов Стратегии научно-технологического развития является усиление связанности территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем. Геопорталы в решении этой задачи играют значительную роль, а предлагаемое решение отличается от конкурентов интеграцией в единой системе функций эффективной тематической визуализации гетерогенных пространственных данных, сочетанием с отечественными компонентами Интернета вещей (как для приема данных, так и для отправки управляющих команд), автоматизацией процессов управления и мониторинга техногенных объектов (в том числе с функцией рассылки оповещений) на основе инструмента гибко настраиваемых условий, а также генерацией отчетных документов.

Информационные системы, основанные на использовании пространственных данных, востребованы в организационных системах, деятельность которых строится на использовании пространственно распределенных ресурсов, таких как:

– органы регионального и муниципального управления, в том числе органы местного самоуправления;

– организации, деятельность которых направлена на решение задачи мониторинга и ликвидации последствий природных и природно-техногенных чрезвычайных ситуаций, стихийных процессов и явлений (МЧС);

– крупные организации и холдинги агропромышленного комплекса, топливно-энергетического комплекса, интегрирующие совокупность производств, процессов, материальных устройств по добыче топливно-энергетических ресурсов и их распределению и потреблению;

– логистические компании как многопрофильные предприятия, ориентированные на обработку, перевозку и дистрибуцию грузов;

– организации в области медиакоммуникаций, деятельность которых направлена на распространение цифрового контента, имеющего геопространственную привязку.

Цель исследования – разработка практико-ориентированной технологии управления организационными системами, построенными вокруг использования территориально распределенных ресурсов и основанными на анализе больших массивов пространственных данных посредством геопортальных систем.

Для достижения поставленной цели последовательно решены следующие задачи:

1) разработка теоретических основ управления в организационных системах, деятельность которых предусматривает использование пространственно распределенных ресурсов, проектирование моделей и критериев эффективности, качества и надежности информационных систем, выстраиваемых на основе пространственных данных;

2) разработка практико-ориентированных информационных технологий управления организационными системами, основанных на новом программном обеспечении механизмов принятия решений, базирующихся на анализе геопространственных данных;

3) разработка моделей и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах, основанных на методах прогнозирования и проблемно-ориентированного управления на основе ретроспективной, текущей и экспертной геопространственной информации о территориальных системах [3].

#### **Материалы и методы исследования**

Основой систем территориального управления любых типов и рангов может стать использование информационной базы, характеризующей состояние территориально распределенных систем конкретного региона в виде единой ИПД, организованной на основе микросервисной архитектуры, вы-

строенной на основе изолированных взаимодействующих служб, каждая из которых выполняет свою и только свою конкретную задачу [4].

В ИПД можно выделить следующие контексты для микросервисов (рис. 1): геопорталы (как инструменты визуализации и управления пространственными данными), системы анализа, обработки и управления пространственными данными и распределенные облачные мультимодельные хранилища.

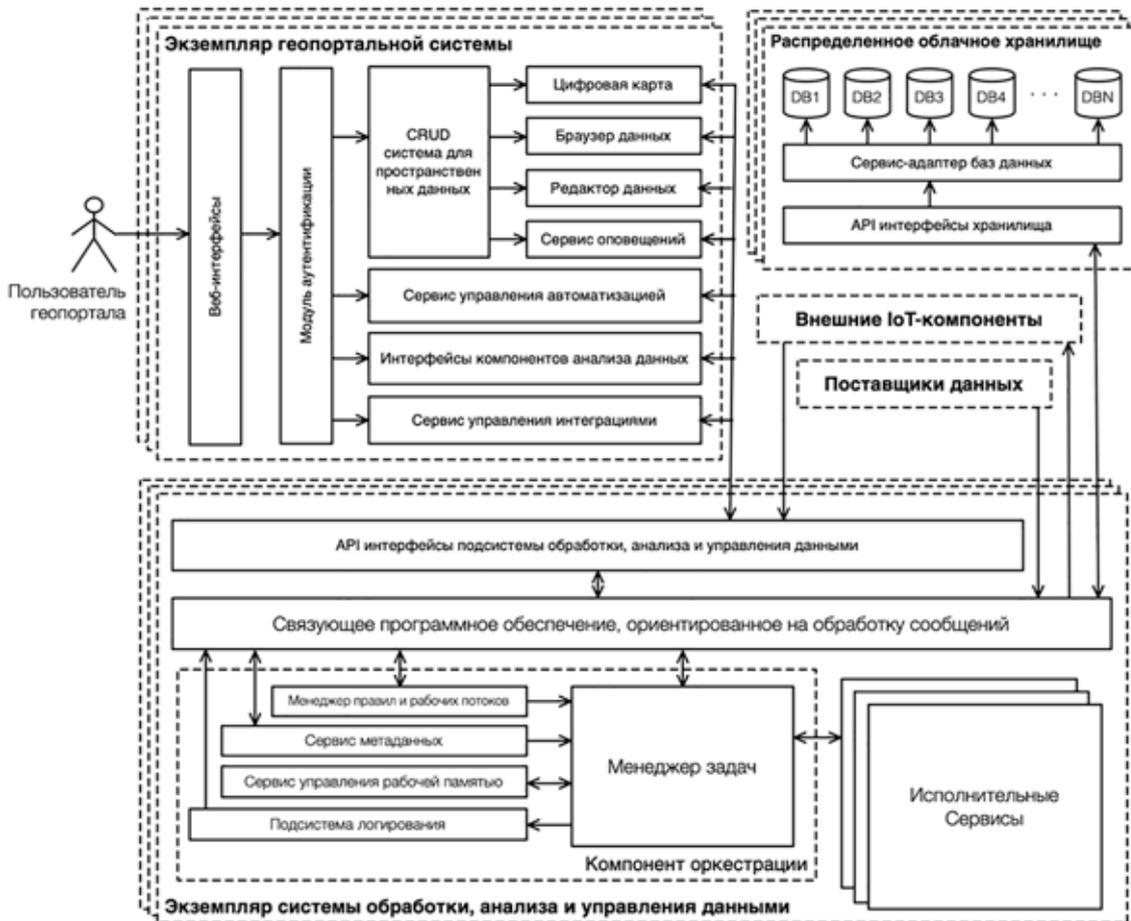
Разграничение на подсистемы визуализации, анализа и консолидации информации позволяет обеспечить усиление связности модулей и ослабление их зацепления. Новизна решения основана на интеграции в едином геопортальном фреймворке следующей системы ключевых компонентов управления пространственно распределенными ресурсами:

1) подсистема визуализации пространственных данных в рамках цифровой карты геопортала для анализа социальных и экономических процессов, систематизируемых на основе нового подхода, опирающегося на отечественное учение о геосистемах;

2) подсистема сбора пространственных данных, получаемых от внешних провайдеров, в том числе интеграция с компонентами Интернета вещей отечественных производителей на основе программных интерфейсов и открытых протоколов обмена данными;

3) компонент интеграции с внешними системами для решения задачи удаленного управления распределенными в пространстве объектами посредством отправки управляющих команд через интерфейсы диспетчера на основе стандартизированных протоколов, основанный на новой системе автоматизации процессов, анализируемых в рамках геопортальных систем, предполагающей использование программируемых триггеров, срабатывающих при наступлении определенных пространственно зависимых условий;

5) модуль интерактивной генерации отчетной документации на основе базы пространственных данных геопортала в форматы, пригодные для использования как в рамках межмашинного взаимодействия (XML, JSON), так и для эффективного субъективного анализа человеком (PDF);



Организация взаимодействия сервисов в ИПД

б) подсистема администрирования, предоставляющая функционал по манипулированию пространственными данными геопортала при наличии необходимых прав доступа, оптимизированная посредством методов UI/UX проектирования.

Проектируемое программное изделие отличается ориентацией на решение конкретных проектно-ориентированных задач в области мониторинга состояния земель, природных и техногенных ресурсов. В рамках проведения научно-исследовательских работ создана новая система научно обоснованных программных компонентов системы управления геопрограммным контентом для обеспечения быстрого развертывания геопортальной системы с целью решения проектных задач в области анализа структуры земель.

Для достижения цели эффективной консолидации гетерогенных пространственных данных решена задача разработки архитектуры и программной реализации мультимодельной системы управления базами геопрограммных данных [5, 6] в целях интеграции знаний о пространственно-временной организации иерархических геосистемных моделей [7, 8] и обеспечения интерактивной аналитической обработки транзакций с геопривязкой. Новая архитектура мультимодельной системы управления базами геопрограммных данных для решения задачи интеграции знаний о пространственно-временной организации иерархических геосистемных моделей, к отличительным особенностям которой следует отнести наличие компонентов совместного использования реляционных, высокоскоростного обмена данными с внешними системами посредством резидентных систем, модулей аналитической обработки больших массивов пространственных данных в режиме реального времени.

В основу разработки компонентов систематизации и визуализации пространственных данных в рамках геопортального фреймворка положено учение о систематизации геосистем, предложенное академиком АН СССР Виктором Борисовичем Сочавой [9] и конкретизированное профессором Московского государственного университета Владимиром Александровичем Николаевым [10]. Проектирование фреймворка геопортальной системы позволит впервые подойти к решению задачи визуализации больших пространственных данных о ландшафтной организации и иерархической структуре региональных геосистем на цифровой карте.

### Результаты исследования и их обсуждение

Геопортальный фреймворк, решающий научную проблему предоставления услуг по автоматизированному развертыванию геопортальных систем, может распространяться на основе двух моделей:

1) развертывание и внедрение проекта на инфраструктурном обеспечении организации (Self-Host);

2) использование продукта по модели «программное обеспечение как услуга» (Software as a Service), предполагающей использование инфраструктуры разработчика, централизованное обслуживание программного изделия и гибкую систему тарифных планов.

В рамках первого подхода организация получает следующий набор преимуществ: полный контроль над внедряемой системой и хранилищем пространственных данных и отсутствие необходимости оплаты подписки – платит за систему один раз и использует ее в своей организационной деятельности. При этом стоимость программного продукта определяется набором интегрируемых в ней модулей обработки и визуализации пространственных данных. Дополнительная плата при этом может быть выставлена за оказание услуг технической поддержки, обновления и индивидуальной доработки системы. При этом стоимость зависит от сложности и длительности проектных работ.

При условии использования второго подхода организация получает альтернативный набор преимуществ:

1) отсутствие необходимости проведения работ по развертыванию геопортальной системы на инфраструктуре организации;

2) ежемесячная оплата подписки, средняя стоимость которой существенно меньше величины единоразовой покупки дистрибутива геопортального фреймворка;

3) централизованное, бесшовное и бесплатное обновление системы и исправление ошибок;

4) гибкое определение стоимости подписки исходя из предоставляемого функционала и максимального количества обрабатываемых данных.

Цена подписки может определяться набором используемых функций и модулей расширения, количеством одновременно работающих пользователей, числом максимального количества объектов, визуализируемых на цифровой карте, лимитом по интеграции с компонентами Интернета вещей.

Разрабатываемое программное решение позволит не только осуществлять мониторинг пространственно распределенных ре-

сурсов, но и анализировать операционные процессы организаций. Так, очевидный кейс применения системы – анализ цифровой фотографии рабочего дня сотрудников на карте геопортала (автоматический мониторинг рабочего времени и перемещений, анализ бизнес-процессов компаний, деятельность которых связана с использованием пространственно распределенных ресурсов, выявление и исправление неэффективных процессов и, как следствие, увеличение прибыли).

### Заключение

Рассматриваемый в статье проект направлен на решение научно-технической проблемы внедрения и использования новых алгоритмов консолидации пространственных данных посредством развертывания системы отечественных геопорталов для поддержки процесса принятия управленческих решений в области анализа состояния и структуры систем природопользования регионов России. Быстро разворачиваемые на основе разрабатываемого фреймворка геопорталы позволят осуществлять сбор, интеграцию, анализ и визуализацию пространственных данных из различных источников (в том числе отечественных компонентов Интернета вещей).

Существующие в настоящее время программные решения, используемые для визуализации и анализа пространственных данных, способны эффективно оптимизировать различные организационные процессы. Однако ни одно из существующих (в том числе отечественных) программных изделий не решает одновременно задачи эффективной тематической визуализации гетерогенных пространственных данных, интеграции с отечественными компонентами Интернета вещей (как для приема данных, так и отправки управляющих команд), автоматизации процессов управления и мониторинга техногенных объектов (в том числе с функцией рассылки оповещений) на основе инструмента гибко настраиваемых пространственно зависимых условий.

При этом очевидно, что реализация обозначенных функций в рамках одной веб-ориентированной ГИС-платформы способна существенно повысить эффективность внедряемых геопортальных решений. Конкурентные преимущества разрабатываемого геопортального фреймворка основаны на интеграции в единой программной системе перечня ключевых компонентов управления пространственно распределенными ресурсами, описанного в данной статье.

Разработанный фреймворк представляет собой программную платформу, способную существенно облегчить и удешевить процесс развертывания и внедрения проектно ориентированных геопортальных систем в организации, деятельность которых связана с оптимальным использованием природных ресурсов, анализом структуры и состояния земель (природных и техногенных систем), управлением логистическими системами, мониторингом развития и ликвидацией последствий природных и природно-техногенных чрезвычайных ситуаций, взаимодействием с устройствами Интернета вещей.

Другой важный вариант использования системы – построение и анализ цифровой фотографии рабочего дня сотрудников крупных организаций на карте геопортала. Представленная система позволит обеспечить последовательное решение следующих задач в организационных системах: автоматизированный мониторинг рабочего времени и перемещений для целей анализа бизнес-процессов компаний, деятельность которых связана с использованием пространственно распределенных ресурсов, выявление и исправление неэффективных операционных процессов и, как следствие, увеличение прибыли.

### Список литературы

1. Ямашкин А.А., Ямашкин С.А. Концепция устойчивого развития в региональном геопортале // Образование через всю жизнь для устойчивого развития: материалы Международной конференции. 2014. С. 535–541.
2. Granell C., Miralles I., Rodríguez-Pupo L.E., González-Pérez A., Casteleyn S., Busetto L., Huerta J. Conceptual architecture and service-oriented implementation of a regional geoport for rice monitoring. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2017. № 6 (7). 191 p.
3. Yamashkin S.A., Yamashkin A.A., Zanozin V.V., Radovanovic M.M., Barmin A.N. Improving the Efficiency of Deep Learning Methods in Remote Sensing Data Analysis: Geosystem Approach. IEEE Access. 2020. № 8. P. 179516–179529.
4. Dragoni N., Giallorenzo S., Lafuente A. Microservices: yesterday, today, and tomorrow. Present and ulterior software engineering. 2017. P. 195–216.
5. Lu J., Holubová I. Multi-model databases: a new journey to handle the variety of data. ACM Computing Surveys (CSUR). 2019. No. 52 (3). P. 1–38.
6. Taft R., Sharif I., Matei A., VanBenschoten N., Lewis J., Grieger T., Mattis P. Cockroachdb: The resilient geo-distributed SQL database. Proceedings of the 2020 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. 2020. P. 1493–1509.
7. Miklós L., Kočická E., Izakovičová Z., Kočický D., Špinerová A., Diviaková A., Miklášová V. Landscape as a geosystem. In Landscape as a geosystem. 2019. P. 11–42.
8. Черкашин А. К. Метатеоретическое системное моделирование природных и Социальных процессов и явлений в неоднородной среде. Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. № 1(13). С. 61–84.
9. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 320 с.
10. Николаев В.А. Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов. М.: МГУ, 1978. 62 с.