

УДК 528:004.78

РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КОММУНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ

Заячникова Т. В.

*ФГБОУ ВО «Херсонский технический университет», Геническ, Россия
E-mail: ZayachnikovaTV1975@yandex.ru*

В статье рассматриваются концептуальные подходы к созданию региональной геоинформационной системы (РГИС) для Херсонской области. Основное внимание уделено вопросам интеграции данных мониторинга коммунальной инфраструктуры с блоками природно-ресурсного и социально-экономического картографирования. Предлагаемая архитектура РГИС базируется на принципах инфраструктуры пространственных данных (ИПД) и предусматривает создание геопортала для обеспечения доступа к актуальным данным органов управления и населения. Проведен анализ существующих разработок в других субъектах РФ, определены структура, тематические блоки и модель данных для прототипа РГИС.

Ключевые слова: геоинформационная система, региональное развитие, коммунальная инфраструктура, геопортал, инфраструктура пространственных данных, Херсонская область.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация экономики и управления территориями является одним из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации. В этом контексте создание региональных геоинформационных систем (РГИС) выступает ключевым инструментом для эффективного решения задач пространственного развития, мониторинга состояния природных ресурсов и управления объектами жизнеобеспечения [1]. Особую актуальность данная задача приобретает для новых субъектов РФ, таких как Херсонская область, где интеграция в единое информационное и правовое поле страны требует создания современных геоинформационных баз данных и платформ для поддержки принятия управленческих решений [8].

Анализ имеющегося опыта показывает, что в большинстве субъектов Российской Федерации, обладающих собственными РГИС, эти системы создавались как веб-геопорталы с гибридной моделью данных [15]. Однако функциональность и тематическое наполнение таких систем варьируются от узкоспециализированных решений (например, ГИС транспорта или ЖКХ) до комплексных (интегральных) систем [12, 17, 19]. Как показывает практика, инициатива создания полноценной РГИС часто исходит от научного сообщества, в то время как на региональном уровне не всегда уделяется достаточное внимание системному геоинформационному обеспечению [2, 3].

Херсонская область, обладая значительным аграрным потенциалом, развитой транспортной сетью и прибрежными рекреационными зонами,

остро нуждается в создании РГИС, которая позволила бы не только вести учет объектов коммунальной инфраструктуры, но и стать основой для мониторинга земельных, водных и лесных ресурсов, а также для оценки экологической ситуации [2, 30]. В отличие от узкоспециализированных ГИС (например, для управления водопроводными сетями [1]), предлагаемая система должна носить интегральный характер, обеспечивая связь между пространственными данными различных ведомств [2, 5].

Целью данного исследования является обоснование подходов и разработка концептуальной модели РГИС Херсонской области, ориентированной на мониторинг коммунальной инфраструктуры как ключевого элемента устойчивого регионального развития.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основным методом исследования является геоинформационно-картографический анализ, включающий изучение опыта создания РГИС в других субъектах РФ [15, 17, 18, 19], а также анализ нормативно-правовой базы и существующих технических решений в области инфраструктуры пространственных данных (ИПД) [3, 5, 6].

В работе используется концептуальное моделирование, основанное на принципах построения баз геоданных, принятых в среде ArcGIS [2, 7]. Для формализации описания объектов применяются стандартные геометрические примитивы (точка, линия, полигон) с учетом их топологических отношений, особенно для инженерных сетей, которые описываются как связные графы [1, 2].

В качестве теоретической базы для интеграции данных различных служб используется концепция единого информационного пространства (ЕИП), которая требует создания цифровой пространственной модели территории, включающей как растровые (цифровые модели рельефа, космоснимки), так и векторные слои (административные границы, объекты инфраструктуры) [1, 2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1. Анализ подходов к созданию РГИС в субъектах РФ

Проведенный анализ показал, что существующие региональные ГИС можно классифицировать по нескольким признакам: по используемой модели данных (векторные, растровые, гибридные), по тематике (природно-ресурсные, социально-экономические, градостроительные и др.) и по виду (геопорталы, ГИС-атласы, интерактивные карты) [2, 15].

Наиболее комплексным подходом отличается ГИС Красноярского края «Енисей-ГИС», содержащая более 15 тематических блоков [17]. В то же время ГИС Ростовской области представляет собой интерактивную карту с сильным социально-экономическим уклоном и уникальным историческим разделом [18]. Интересен опыт Тюменской области, где на геопортале представлены нестандартные разделы, такие как «зоны покрытия сотовыми операторами» и «недропользование» [19].

Анализ данных таблицы 1 (составлено по данным GISGeo [15]) позволяет сделать вывод, что наиболее востребованной моделью для региональных систем является гибридная, а заказчиками чаще всего выступают региональные правительства или профильные министерства. Это свидетельствует о признании важности ГИС для государственного управления.

Таблица 1

Сравнительные характеристики региональных ГИС субъектов РФ

Регион	Вид ГИС	Тематика ГИС	Модель данных	Заказчик
Красноярский край	Геопортал	Комплексная	Гибрид	Министерство цифрового развития края
Ростовская область	Геопортал	Территориального планирования	Растр	Департамент архитектуры и градостроительства
Тюменская область	Геопортал	Комплексная	Гибрид	Департамент информатизации
Алтайский край	Геопортал	Социально-экономическая	Гибрид	Управление ЖКХ края

2. Концептуальная модель РГИС Херсонской области

Исходя из специфики Херсонской области, предлагается создание региональной ГИС в формате геопортала, который обеспечит единую точку доступа к пространственной информации для населения, бизнеса и органов власти [2, 9]. Предлагаемая структура РГИС состоит из трех основных тематических блоков, реализованных как взаимосвязанные, но логически разделенные модули:

Блок мониторинга коммунальной инфраструктуры. Данный блок является ядром системы и предназначен для решения задач, перечисленных в работе Пахомова П. И. и Немтинова В. А. [1]. Он включает:

1. Инвентаризацию и визуализацию объектов распределенной производственной и вспомогательной инфраструктуры (водопроводные, тепловые, электрические, газовые сети).
2. Моделирование и анализ состояния сетей, поддержку аварийно-диспетчерских служб.
3. Геопривязку потребителей и расчет зон обслуживания.
4. Интеграцию с данными GPS/ГЛОНАСС мониторинга транспорта и аварийных бригад [13].
5. Аграрный блок. Учитывая ключевую роль сельского хозяйства в экономике региона, этот блок станет инструментом цифровизации АПК [2, 30]. Он содержит:
6. Слои почвенно-земельных ресурсов, плодородия, эрозии.
7. Данные о площадях сельскохозяйственных угодий и их использовании.

8. Информацию для планирования агротехнических операций и прогнозирования урожайности [13].
9. Природно-экологический блок. Этот блок предназначен для решения задач рационального природопользования и мониторинга окружающей среды [2, 29]. Он включает:
10. Слои водных ресурсов и их загрязнения.
11. Данные о лесных ресурсах и особо охраняемых природных территориях (ООПТ).
12. Зоны критического загрязнения атмосферы и почв, места размещения свалок.

3. Архитектура и технические решения

Создание РГИС Херсонской области должно базироваться на принципах «триединства»: Инфраструктура пространственных данных (ИПД) – Геопортал – Региональная ГИС [2, 5, 6]. В качестве картографической основы предлагается использовать гибридную модель, сочетающую растровую подложку (космоснимки) и векторные тематические слои [2, 5, 15].

В качестве программной платформы предлагается использовать семейство продуктов ArcGIS [7], которое включает:

1. ArcGIS Desktop (ArcMap, ArcCatalog) для сбора, редактирования и анализа пространственных данных.
2. ArcGIS Server или ArcIMS для публикации картографических сервисов и создания веб-приложений (геопортала) [7].
3. ArcGIS Engine для создания специализированных приложений (например, для мобильных бригад коммунальных служб) [7].

Интеграция данных из разрозненных источников (кадастры, реестры, ведомственные БД) должна обеспечиваться через систему геокодирования и реляционную модель базы геоданных [2, 7]. Применение Web-сервисов (WMS, WFS) позволит организовать обмен данными между ведомствами и предоставлять информацию населению через браузер [2, 7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе обоснована актуальность и необходимость создания региональной геоинформационной системы для Херсонской области. На основе анализа опыта других субъектов РФ разработана концептуальная модель РГИС, включающая три ключевых тематических блока: мониторинг коммунальной инфраструктуры, аграрный и природно-экологический. Предложенная архитектура, основанная на технологиях ИПД и продуктах ArcGIS, обеспечит интеграцию пространственных данных различных служб и организаций.

Создание такой системы станет важным шагом в цифровизации региона, повысит эффективность управления территориями и обеспечит информационную поддержку для принятия решений по устойчивому социально-экономическому развитию Херсонской области.

Дальнейшие исследования будут направлены на наполнение базы геоданных, реализацию прототипа геопортала для модельных

административных районов, а также на разработку методик пространственного анализа для конкретных прикладных задач (например, оптимизация маршрутов аварийных служб или оценка ущерба от паводков).

Работы выполнены в рамках инициативного проекта по созданию геоинформационного обеспечения Херсонской области.

Список литературы

1. Пахомов П. И. Геоинформационная модель территории для поддержки принятия решений по управлению объектами коммунальных систем / П. И. Пахомов, В. А. Немтинов // Вестник ТГТУ. – 2009. – Т. 15, № 1. – С. 123–130.
2. Ротанова И. Н. Подходы к созданию Региональной ГИС Алтайского края / И. Н. Ротанова, В. С. Юнаков // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 4(28). – С. 156–169.
3. Кошкарёв А. В. Инфраструктуры пространственных данных / А. В. Кошкарёв // ГИС-Обзор. – 2000. – № 3-4. – С. 5–10.
4. Кошкарёв А. В. Инфраструктуры пространственных данных / А. В. Кошкарёв // ГИС-Обзор. – 2001. – № 1. – С. 28–32.
5. Кошкарёв А. В. Проблемы российских региональных ИПД / А. В. Кошкарёв, И. Н. Ротанова // Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. «Геоинформационное картографирование в регионах России». – Воронеж, 2013. – С. 77–90.
6. Кошкарёв А. В. Директива INSPIRE и национальные инициативы по ее осуществлению. – URL: <http://www.gisa.ru/54638.html> (дата обращения 15.04.2022).
7. Карманов А. Г. Геоинформационные системы территориального управления: Учебное пособие / А. Г. Карманов, А. И. Кнышев, В. В. Елисеева. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 121 с.
8. Приказ Росреестра от 27 августа 2010 г. № 462 «Об организации работы по разработке и реализации мероприятий по созданию региональной модели ИПД». – URL: <http://www.rosreestr.ru> (дата обращения 15.04.2022).
9. Геопортал ИПД РФ. – URL: <http://gis-services.ru> (дата обращения 10.10.2021).
10. Эйсельт Б. INSPIRE. Первые результаты. – URL: <http://www.gisa.ru/78871> (дата обращения 12.10.2021).
11. Кошкарёв А. В. Нормативная база и стандарты Европейской программы INSPIRE / А. В. Кошкарёв // Материалы 1-й Всерос. конф. «Геоинформационные системы в здравоохранении РФ». – СПб, 2013. – С. 123–130.
12. Концепция государственной информационной системы органов исполнительной власти Воронежской области (ГИС-ОИВ). – URL: <https://base.garant.ru/18110393/> (дата обращения 20.04.2022).
13. Нольфина М. А. Основные принципы проектирования регионального ГИС-атласа / М. А. Нольфина // Интерэкспо Гео-Сибирь. – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 1, Ч. 2. – С. 170–173.
14. Светличная Д. А. Концепция региональной геоинформационной системы оценки и управления природно-ресурсным потенциалом региона / Д. А. Светличная // Региональная экономика. – 2012. – № 11. – С. 111–115.
15. ГИС Гео. – URL: <http://gisgeo.org> (дата обращения 10.04.2022).
16. Кошкарёв А. В. Инфраструктура пространственных данных: современное состояние и проблемы / А. В. Кошкарёв // Охрана окружающей среды и природопользование. – 2011. – № 3. – С. 37–47.
17. Енисей-ГИС. Государственная геоинформационная система Красноярского края. – URL: <https://24bpd.ru/content/> (дата обращения 10.05.2022).
18. ГИС Ростовской области. – URL: <https://gisro.donland.ru> (дата обращения 25.05.2022).
19. Геопортал Тюменской области. – URL: <https://gis.72to.ru> (дата обращения 15.05.2022).
20. Геопортал Самарской области. – URL: <http://geosamara.ru> (дата обращения 15.05.2022).
21. Геопортал Уральского федерального округа. – URL: <http://www.geourfo.ru> (дата обращения 15.05.2022).
22. Геопортал Чувашии. – URL: <http://sdi.cap.ru/geoportal/> (дата обращения 15.05.2022).
23. Геопортал Республики Коми. – URL: <http://gis.rkomi.ru/> (дата обращения 15.05.2022).
24. Геопортал Воронежской области. – URL: <http://map.govvrn.ru> (дата обращения 15.05.2022).
25. Геоинформационный портал Ульяновской области. – URL: <http://gis.ulgov.ru/> (дата обращения 15.05.2022).
26. Геопортал Белгородской области. – URL: <http://www.map31.ru/> (дата обращения 15.05.2022).
27. Геопортал Кировской области. – URL: <http://geoportal43.ru/> (дата обращения 15.05.2022).

28. Геопортал Приморского края. – URL: <http://www.primoragp.ru/geoportal> (дата обращения 15.05.2022).
29. Винокуров Ю. И. О разработке экологической ГИС «Природные ресурсы Алтайского края» / Ю. И. Винокуров, С. Л. Широкова, О. В. Ловцкая и др. // Вычислительные технологии. – 1998. – № 3(5). – С. 23–27.
30. Ротанова И. Н. Эколого-ландшафтная ГИС Алтайского края / И. Н. Ротанова, В. В. Гайда // Материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству». – Барнаул, 2019. – Кн. 2. – С. 396–398
31. Ротанова И. Н. Аграрному региону необходим региональный эколого-аграрный атлас с веб-ГИС / И. Н. Ротанова, В. В. Гайда, Л. Е. Долгачева // Материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству». – Барнаул, 2018. – Кн. 2. – С. 95–96.
32. Геопортал Министерства строительства, транспорта и ЖКХ Алтайского края. – URL: <http://reg22.soto.ru> (дата обращения 20.10.2021).
33. Petrov A. A., Rotanova I. N. Development of a regional Geographic Information System (GIS) for monitoring communal infrastructure and regional development of the Kherson region.

DEVELOPMENT OF A REGIONAL GEOINFORMATION SYSTEM FOR MONITORING COMMUNAL INFRASTRUCTURE AND REGIONAL DEVELOPMENT OF THE KHERSON REGION

Zayachnikova T. V.

*FGBOU VO «Kherson Technical University», Genichesk, Russia
E-mail: ZayachnikovaTV1975@yandex.ru*

The paper discusses conceptual approaches to the creation of a regional geographic information system (RGIS) for the Kherson region. The focus is on integrating data from communal infrastructure monitoring with natural resource and socio-economic mapping blocks. The proposed RGIS architecture is based on the principles of spatial data infrastructure (SDI) and includes a geoportal to provide access to up-to-date data for government and the public. An analysis of existing developments in other constituent entities of the Russian Federation is carried out, and the structure, thematic blocks, and data model for the RGIS prototype are determined.

The paper substantiates the relevance and necessity of creating a regional geoinformation system for the Kherson region. Based on the analysis of the experience of other subjects of the Russian Federation, a conceptual model of the RGIS has been developed, which includes three key thematic blocks: monitoring of communal infrastructure, agricultural and environmental. The proposed architecture, based on IPD technologies and ArcGIS products, will ensure the integration of spatial data from various services and organizations. The creation of such a system will be an important step in the digitalization of the region, increase the efficiency of territorial management and provide information support for decision-making on the sustainable socio-economic development of the Kherson region.

Further research will focus on filling the geodata database, implementing a prototype geoportal for model administrative districts, and developing spatial analysis methods for specific applied tasks (for example, optimizing emergency service routes or assessing flood damage).

Keywords: geographic information system, regional development, communal infrastructure, geoportal, spatial data infrastructure, Kherson region.

References

1. Pakhomov P. I., Nemtinov V. A. Geoinformation model of a territory to support decision-making in managing utility system facilities. *Vestnik TGTU*, **15**, 1, 123 (2009).
2. Rotanova I. N., Yunakov V. S. Approaches to the creation of Regional GIS in the Altai Territory. *Information and mathematical technologies in science and management*, **4(28)**, 156 (2022).
3. Koshkarev A. V. Spatial data infrastructure. *GIS Review*, **3–4**, 5 (2000).
4. Koshkarev A. V. Spatial Data Infrastructures. *GIS-Review*, **1**, 28 (2001).
5. Koshkarev A. V., Rotanova I. N. Problems of Russian regional IPDs. *Proceedings of the V All-Russian Scientific and Practical Conference "Geoinformation Mapping in the Regions of Russia"*, 77 (Voronezh, 2013).
6. Koshkarev A. V. *The INSPIRE Directive and National Initiatives for Its Implementation*. – URL: <http://www.gisa.ru/54638.html> (accessed 04/15/20).
7. Karmanov A. G. *Geoinformation Systems of Territorial Management*. A Textbook, 121 p. (St. Petersburg: ITMO University, 2015).
8. Order of Rosreestr dated August 27, 2010 No. 462 "On the Organization of Work on the Development and Implementation of Measures to Create a Regional SDI Model". – Available at: <http://www.rosreestr.ru> (Accessed on April 15, 2022).
9. *Geoportal of the SDI of the Russian Federation*. – Available at: <http://gis-services.ru> (Accessed on October 10, 2021).
10. Eiselt, B. INSPIRE. First Results. – Available at: <http://www.gisa.ru/78871> (Accessed on October 12, 2021).
11. Koshkarev A. V. *Regulatory framework and standards of the European INSPIRE program*. Proceedings of the 1st All-Russian Conf. "Geoinformation systems in healthcare of the Russian Federation", 123 (St. Petersburg, 2013).
12. *Concept of the state information system of executive bodies of the Voronezh region (GIS-OIV)*. – URL: <https://base.garant.ru/18110393/> (date of access 04/20/2022).
13. Nolfina M. A. Basic principles of designing a regional GIS atlas. *Interexpo Geo-Siberia*, **1**, **2**, 170 (Novosibirsk: SGGA, 2013).
14. Svetlichnaya D. A. Concept of a regional geographic information system for assessing and managing the natural resource potential of a region, *Regional Economy*, **11**, 111 (2012).
15. GIS Geo. – URL: <http://gisgeo.org> (date of access 10.04.2022).
16. Koshkarev A. V. Spatial data infrastructure: current state and problems. *Environmental Protection and Nature Management*, **3**, 37 (2011).
17. Yenisei-GIS. State geographic information system of Krasnoyarsk Krai. – URL: <https://24bpd.ru/content/> (date of access 10.05.2022).
18. *GIS of Rostov Oblast*. – URL: <https://gisro.donland.ru> (accessed on May 25, 2022).
19. *Tyumen Oblast Geoportal*. – URL: <https://gis.72to.ru> (accessed on May 15, 2022).
20. *Samara Oblast Geoportal*. – URL: <http://geosamara.ru> (accessed on May 15, 2022).
21. *Ural Federal District Geoportal*. – URL: <http://www.geourfo.ru> (accessed on May 15, 2022).
22. *Chuvashia Geoportal*. – URL: <http://sdi.cap.ru/geoportal/> (accessed on May 15, 2022).
23. *Komi Republic Geoportal*. – URL: <http://gis.rkomi.ru/> (date of access 05/15/2022).
24. *Geoportal of the Voronezh Region*. – URL: <http://map.govvrn.ru> (date of access 05/15/2022).
25. *Geoinformation portal of the Ulyanovsk Region*. – URL: <http://gis.ulgov.ru/> (date of access 05/15/2022).
26. *Geoportal of the Belgorod Region*. – URL: <http://www.map31.ru/> (date of access 05/15/2022).
27. *Geoportal of the Kirov Region*. – URL: <http://geoportal43.ru/> (date of access 05/15/2022).
28. *Geoportal of Primorsky Krai*. – URL: <http://www.primoragp.ru/geoportal> (date of access 15.05.2022).
29. Vinokurov Yu. I., Shirokova S. L., Lovtskaya O. V., et al. On the development of the ecological GIS "Natural Resources of Altai Krai", *Computational technologies*, **3** (5), 23 (1998).
30. Rotanova I. N., Gaida V. V. *Ecological and landscape GIS of Altai Krai*, Proceedings of the XIV International scientific and practical. conf. "Agrarian science – for agriculture", Book 2, 396 (Barnaul, 2019).
31. Rotanova I. N., Gaida V. V., Dolgacheva L. E. *An agricultural region needs a regional ecological and agricultural atlas with web GIS*, Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conf. "Agrarian Science for Agriculture", Book 2, 95 (Barnaul, 2018).
32. *Geoportal of the Ministry of Construction, Transport, Housing and Communal Services of Altai Krai*. URL: <http://reg22.soto.ru> (date of access 20.10.2021).
33. Petrov A. A., Rotanova I. N. Development of a regional Geographic Information System (GIS) for monitoring communal infrastructure and regional development of the Kherson region.