

Оригинальная статья / Original article

УДК 004.921

<https://doi.org/10.21869/2223-1560-2025-29-3-157-170>

Разработка геоинформационной системы для мониторинга состояния государственной геодезической и государственной нивелирной сетей Курской области

Е. И. Аникина¹ ✉, Н. А. Чугреев¹

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: elenaanikina@inbox.ru

Резюме

Цель исследования. Целью проведенного исследования является создание специализированной геоинформационной системы в качестве единой платформы для систематизации и автоматизации работы с пространственными и семантическими данными при планировании и проведении мониторинга состояния пунктов государственной геодезической и государственной нивелирной сетей на территории Курской области, а также формирования отчетной электронной документации для передачи актуальной информации в Федеральный фонд пространственных данных.

Методы. На основе объектно-ориентированного анализа предметной области сформулированы функциональные требования к специализированной геоинформационной системе. Построена концептуальная модель системы для реализации функциональных требований. На основе объектно-связного метода спроектирована реляционная база данных централизованного хранения и анализа семантической и пространственной информации о пунктах государственных геодезических сетей. Для визуализации данных об актуальном состоянии и расположении на местности пунктов геодезических сетей применен метод тематического картографирования.

Результаты. Разработана кроссплатформенная web-ориентированная специализированная геоинформационная система, предоставляющая пользователям следующий набор функций: визуализация расположения и актуального состояния пунктов государственной геодезической и государственной нивелирной сетей на карте Курской области; преобразование координат из системы WGS 84 в систему МСК 46; поддержка базы данных в актуальном состоянии; поиск пунктов с применением различных фильтров; определение расстояний между точками или произвольными отрезками на карте; расчёт геодезических координат охранных зон пунктов; изображение на карте границ охранных зон пунктов; построение оптимального маршрута для перемещения между пунктами; операции экспорта/импорта файлов электронных таблиц.

Заключение. Разработанная геоинформационная система может применяться специалистами геодезических служб и отделов государственного земельного надзора для сбора, хранения, редактирования, визуализации и анализа пространственных и семантических данных при планировании и проведении мониторинга состояния пунктов государственных геодезических сетей, а также при формировании отчетной документации для передачи актуальной информации в Федеральный фонд пространственных данных.

Ключевые слова: геоинформационная система; веб-приложение; клиент-серверная архитектура; база пространственных данных; тематическая карта; государственная геодезическая сеть; государственная нивелирная сеть координат.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Аникина Е. И., Чугреев Н. А. Разработка геоинформационной системы для мониторинга состояния государственной геодезической и государственной нивелирной сетей Курской области // Известия Юго-Западного государственного университета. 2025; 29(3): 157-170. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2025-29-3-157-170>.

Поступила в редакцию 30.04.2025

Подписана в печать 05.06.2025

Опубликована 30.09.2025

Development of a geoinformation system for monitoring the status of the state geodetic and state leveling networks of the Kursk region

Elena I. Anikina ¹ ✉, Nikita A. Chugreev ¹

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: elenaanikina@inbox.ru

Abstract

Purpose. The purpose of the conducted research is to create a specialized geoinformation system as a single platform for systematization and automation of work with spatial and semantic data in planning and monitoring the state of points of the state geodetic and state leveling networks in the territory of the Kursk region, as well as the formation of reporting electronic documentation for the transfer of up-to-date information to the Federal Spatial Data Fund.

Methods. Based on the object-oriented analysis of the subject area, functional requirements for a specialized geoinformation system are formulated. A conceptual model of the system for implementing the functional requirements is built. Based on the object-connected method, a relational database for centralized storage and analysis of semantic and spatial information about points of state geodetic networks is designed. The method of thematic mapping is used to visualize data on the current state and location of points of geodetic networks on the ground.

Results. A cross-platform web-oriented specialized geographic information system has been developed, providing users with the following set of functions: visualization of the location and current status of points of the state geodetic and state leveling networks on the map of the Kursk region; transformation of coordinates from the WGS 84 system to the MSC 46 system; maintaining the database in an up-to-date state; searching for points using various filters; determining distances between points or arbitrary segments on the map; calculating geodetic coordinates of security zones of points; displaying the boundaries of security zones of points on the map; constructing an optimal route for moving between points; export/import operations for spreadsheet files

Conclusion. The developed geographic information system can be used by specialists of geodetic services and state land supervision departments for collecting, storing, editing, visualizing and analyzing spatial and semantic data when planning and monitoring the status of points of state geodetic networks, as well as when generating reporting documentation for transferring up-to-date information to the Federal Spatial Data Fund.

Keywords: geographic information system; web application; client-server architecture; spatial database; thematic map; state geodetic network; state leveling coordinate network.

Conflict of interest: The Authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Anikina E. I., Chugreev N. A. Development of a geoinformation system for monitoring the status of the state geodetic and state leveling networks of the Kursk region. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta* = *Proceedings of the Southwest State University*. 2025; 29(3): 157-170 (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2025-29-3-157-170>.

Received 30.04.2025

Accepted 05.06.2025

Published 30.09.2025

Введение

Государственная геодезическая и государственная нивелирная сети являются базой и критически важной инфраструктурой для проведения геодезических и картографических работ на территории Российской Федерации. Государственная геодезическая сеть (ГГС) предназначена для установления и распространения государственных систем координат. Государственная нивелирная сеть (ГНС) предназначена для определения системы высот точек на земной поверхности [1].

ГГС и ГНС состоят из множества пунктов, представляющих собой специальные закреплённые на местности инженерные конструкции и знаки. Информация о пунктах ГГС и ГНС хранится в Федеральном Фонде пространственных данных Росреестра¹. Пункты ГГС и ГНС находятся под воздействием природных, техногенных и антропогенных факторов, что может привести к изменению их состояния. Для актуализации информация в Федеральном фонде пространственных данных ежегодно проводится мониторинг состояния пунктов ГГС и ГНС [2, 3].

В Курской области мониторинг состояния пунктов ГГС и ГНС проводится специалистами отдела государственного земельного надзора, геодезии и картографии, контроля (надзора) в сфере

саморегулируемых организаций Управления Росреестра по Курской области.

В настоящее время в данном отделе сложилась следующая непростая ситуация с применением информационных технологий. Используется мониторинговая устаревшая система накопления и хранения информации во множестве отдельных несвязанных между собой документах в бумажной и электронной форме, являющаяся причиной фрагментарности, дублирования и рассогласования данных. Современным подходом к решению этих проблем является создание и использование единой базы данных [4].

Для решения профессиональных задач, связанных с необходимостью получения и визуализации пространственных данных, специалисты отдела, в основном, используют 3 отдельных программно-информационных системы: коммерческий картографический сервис² и Национальная система пространственных данных (НСПД)³. Необходимость применения нескольких программных продуктов и геопорталов объясняется тем, что в каждом из них можно выполнить только отдельные виды работ. Применение устаревшей системы хранения данных и работа с несколькими программно-информационными системами приводит к ошибкам и нерациональным затратам ра-

¹ Федеральный портал пространственных данных (ФППД): государственная информационная система. URL: <https://portal.fppd.cgkipd.ru/main>.

² GeoBridge: программный комплекс: URL: <https://geobridge.ru/maps#>.

³ Национальная система пространственных данных: официальный портал. URL: <https://nspd.gov.ru/>.

бочего времени, поэтому существует необходимость создания специализированного программно-информационного комплекса для объединения необходимых функций в рамках единого программного продукта на основе единой базы данных.

Современным подходом к информатизации деятельности геодезических служб является разработка и внедрение геоинформационных систем (ГИС) [5, 6, 7].

Материалы и методы

Специализированная ГИС разрабатывается с учетом определенных особенностей состава и способов представления информации о пунктах ГГС и ГНС, на основе которой проводится анализ текущей ситуации и планируются мониторинговые мероприятия [8, 9, 10].

Информация о пунктах ГГС и ГНС, которая должна храниться в базе данных ГИС, включает в себя два вида данных: пространственные и семантические [11].

Пространственные данные о пунктах ГГС и ГНС – это геодезические координаты точки на местности, с которой связан данный пункт. В работе российских геодезических служб и надзорных органов традиционно используются системы координат двух различных типов: всемирная геодезическая система WGS-84 (World Geodetic System) и местная система координат (МСК). На территории Курской области используется система геодезических координат МСК-46, разделенная на две зоны для западной и восточной частей области (первая и вто-

рая зона). Граница зон проходит немногим западнее 37-го меридиана ($\approx 36.98^\circ$) восточной долготы. Специализированная ГИС должна иметь инструменты для автоматического взаимного преобразования координат пунктов, представленных в WGS-84 и МСК-46 [12].

Каждый пункт ГГС и ГНС имеет охранную зону [13]. Если при очередном обследовании определенный пункт ГГС или ГНС признается сохранным, а до обследования состояние пункта было неизвестно, то устанавливается охранный зона пункта. ГИС должна иметь функцию автоматического расчета координат вершин прямоугольной области на местности для определения и построения на карте границ охранных зон пунктов.

Семантические данные о пунктах ГГС и ГНС – это описательная информация о пункте ГГС или ГНС, которая включает:

- название пункта;
- название административного района Курской области, на территории которого находится пункт;
- номер марки центра пункта;
- класс пункта в соответствии с геодезической классификацией;
- наличие или отсутствие наземного знака пункта;
- тип центра пункта;
- дата последнего обследования пункта;
- текущее состояние пункта (сохранён, утрачен, повреждён, не найден).

На основе объектно-ориентированного подхода проведен анализ предмет-

ной области ГИС, в результате которого были сформулированы следующие функциональные требования к специализированной геоинформационной системе (ГИС).

1. Централизованное хранение пространственных и семантических данных о пунктах ГГС и ГНС в единой базе данных.

2. Добавление, удаление и редактирование данных о пунктах в базе данных.

3. Визуализация местоположения пунктов ГГС и ГНС на географической карте Курской области.

4. Визуализация актуального состояния пунктов ГГС и ГНС.

5. Поиск пунктов ГГС и ГНС по ряду признаков.

6. Импорт данных из файлов Excel.

7. Экспорт данных в Excel.

8. Определение расстояний между точками или произвольными отрезками на карте.

9. Вывод значений геодезических координат пунктов на местности.

10. Расчёт и отображение на карте границ охранной зоны выбранного пункта.

11. Построение и отображение на карте оптимального маршрута для перемещения между пунктами.

12. Автоматическое преобразование геодезических координат пунктов из системы WGS-84 в систему МСК-46 и поддержка переключения между этими системами координат.

13. Выбор и отображение картографической подложки.

14. Возможность работы в полевых условиях через специальный интегрированный в систему Telegram-бот.

На рис. 1 представлена концептуальная модель разработанной специализированной ГИС.

Результаты и их обсуждение

Для реализации функциональных требований к специализированной геоинформационной системе разработано web-приложение.

Клиентская часть веб-приложения разработана с использованием языков HTML и JavaScript. Для отображения тематической карты местности в окне браузера в веб-приложении используется открытая картографическая JavaScript-библиотека Leaflet.

Серверная часть веб-приложения разработана с использованием языка программирования Python и фреймворка Flask¹ [14]. База пространственных данных [15] реализована в среде система управления базами данных PostgreSQL с расширением PostGIS.

Веб-приложение имеет модульную структуру, компоненты которой взаимодействуют друг с другом в соответствии с представленной на рис. 2 моделью.

Описание функционала компонентов веб-приложения представлено в табл. 1.

На рис.3 показан внешний вид рабочей области веб-приложения.

¹ Whitebox Geospatial Analysis Tools. URL: <https://whiteboxgeospatial.wordpress.com>.

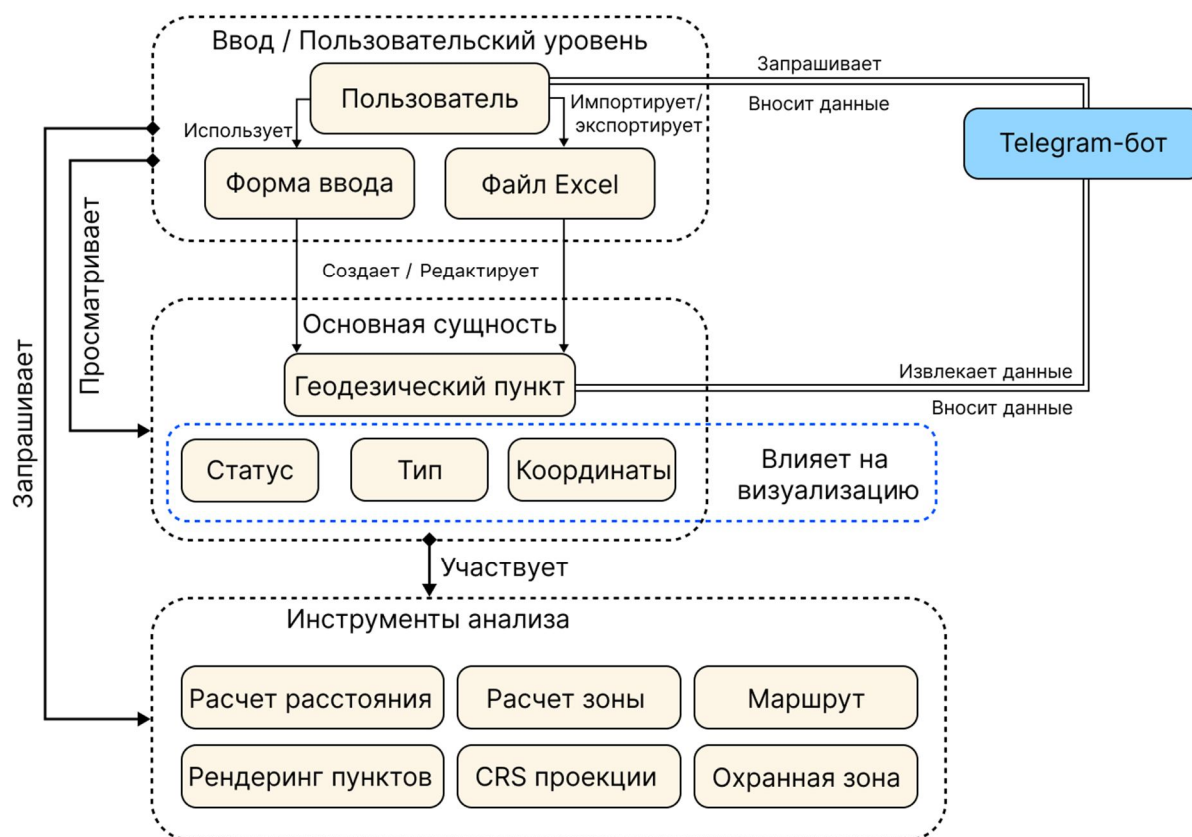


Рис. 1. Концептуальная модель специализированной ГИС

Fig. 1. Conceptual model of specialized GIS

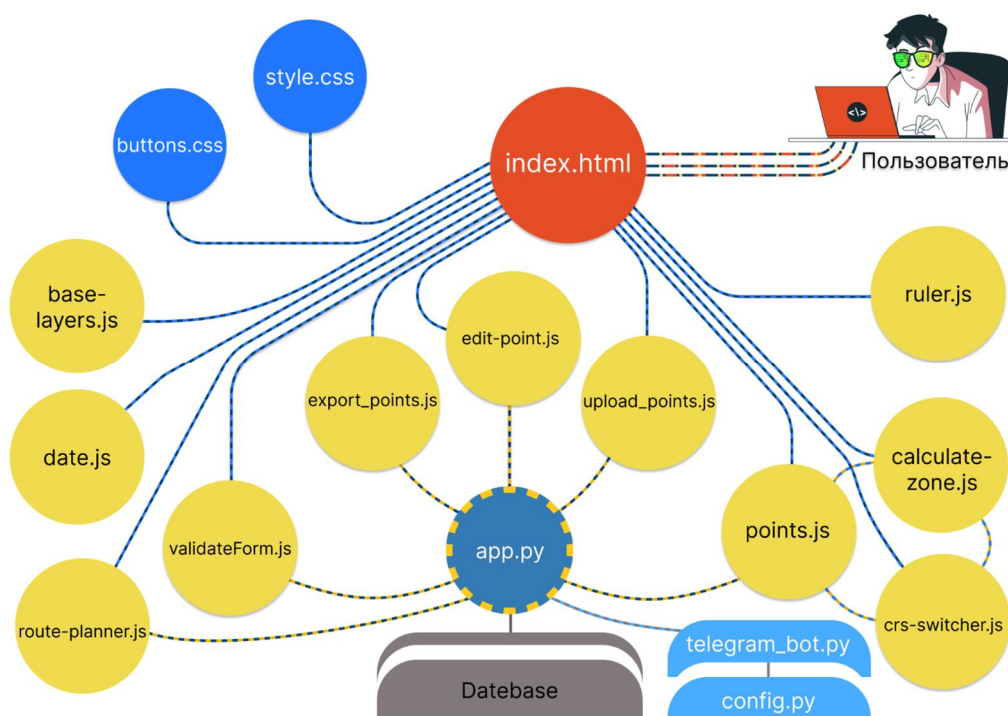
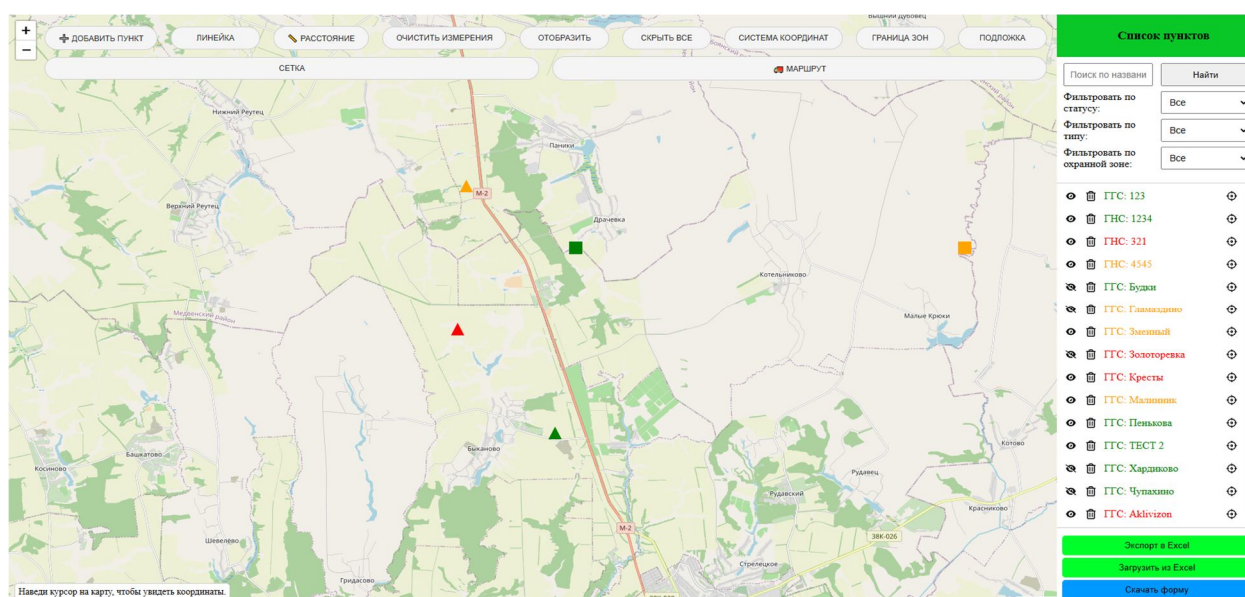


Рис. 2. Взаимодействие компонентов веб-приложения

Fig. 2. Interaction of web application components

Таблица 1. Функции компонентов веб-приложения**Table 1.** Functions of web application components

Имя компонента / Component Name	Функция / Function
points.js	Работа со списком пунктов
Calculate-zone.js	Расчёт охранной зоны
crs-switcher.js	Переключатель систем координат
base-layers.js	Управление подложками карты
ruler.js	Измерение расстояний
edit-point.js	Редактирование карточки пункта
validateForm.js	Валидация форм
upload_points.js	Импорт данных из Excel
export_points.js	Экспорт данных в Excel
date.js	Обработка даты обследования
app.py	Веб-сервер k)
style.css	Основные стили интерфейса
buttons.css	Анимации и стили кнопок
index.html	Основная веб-страница

**Рис. 3.** Рабочая область веб-приложения**Fig. 3.** Web application workspace

Пользователь системы работает с тематической картой, на которую выводятся маркеры пунктов ГГС и ГНС в соответствии с принятыми в геодезии обозначениями.

Маркеры в виде треугольников обозначают пункты ГГС, а маркеры в виде прямоугольников – пункты ГНС.

Цвет маркера обозначает текущее состояние пункта:

– серый цвет: пункт не обследован;

- зеленый цвет: пункт сохранён;
- красный цвет: пункт утрачен;
- оранжевый цвет: пункт поврежден.

Название пунктов появляется на карте при наведении курсора на маркер пункта (рис. 4).

По умолчанию в качестве картографической основы используется карта OpenStreetMap, при этом для анализа обстановки на местности можно выбрать картографическую основу Stamen Terrain или Ersi satellite.

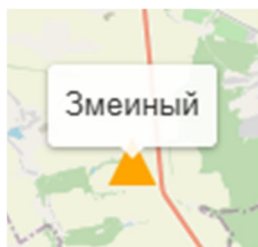


Рис. 4. Вывод названия пункта

Fig. 4. Example of the item name output

В верхней части рабочей области расположена панель инструментов для выполнения основных действий. Элементы панели инструментов и их функции представлены в табл. 2.

Справа от карты выводится список загруженных в базу данных пунктов ГГС и ГНС с инструментами для поиска, фильтрации и управления выводом на экран. Пример работы с инструментом фильтрации пунктов показан на рис. 5. Пользователь может получить полную информацию об определенном пункте в виде карточки пункта. Для этого надо навести курсор мыши на маркер пункта на карте или выбрать название пункта из списка. Пример вывода карточки пункта приведен на рис. 6.

Таблица 2. Элементы панели инструментов

Table 2. Toolbar elements

Название / Name	Функция / Function
ДОБАВИТЬ ПУНКТ	Вывод на экран формы для добавления данных нового пункта ГГС или ГНС
ЛИНЕЙКА	Вывод расстояний на карте
РАССТОЯНИЕ	Вывод на экран окна для расчёта расстояния между двумя выбранными пунктами
ОЧИСТИТЬ ИЗМЕРЕНИЯ	Удаление с карты результатов измерения расстояний
ОТОБРАЗИТЬ	Отображение на карте все пункты, которые находятся в пределах текущего экрана
СКРЫТЬ ВСЕ	Отключение режима вывода маркеров пунктов на карту все маркеры пунктов с карты
СИСТЕМА КООРДИНАТ	Вывод на экран меню выбора системы координат
ГРАНИЦА ЗОН	Включение/отключение режима отображения на карте границы между зонами МСК-46 (зона 1) и МСК-46 (зона 2)
ПОДЛОЖКА	Вывод меню выбора картографической подложки
СЕТКА	Включение / отключение отображения координатной сетки
МАРШРУТ	Вывод на экран окна для построения оптимального маршрута между выбранными пунктами

Поиск по названию

Найти

Фильтровать по статусу:

Сохранён

Фильтровать по типу:

ГГС

Фильтровать по охранной зоне:

Не установлен

		ГГС: Пенькова	
		ГГС: Хардиново	
		ГГС: Чупахино	

Рис. 5. Пример фильтрации пунктов

Fig. 5. Example of filtering items

Информация о пункте

ID: 67

Номер индекса: М3605784

Название: Гламаздино

Марка: нет

Описание местоположения: Не указано

Административный район: Хомутовский район

Класс пункта: 3

Наличие знака: Нет

Тип центра: 41

Дата последнего обследования: 01-01-2025

Статус: поврежден

Координаты: X = 34.71286569, Y = 51.94425489

Комментарии: Нет

Охранная зона: Не установлена

Редактировать

Рассчитать зону

Заккрыть

Рис. 6. Карточка пункта

Fig. 6. Item card

Специально разработанный и интегрированный с веб-приложением Telegram-бот предназначен для добавления в базу данных ГИС информации о новых пунктах ГТС и ГНС в полевых условиях.

Тестирование разработанного веб-приложения [16] показало полное соответствие функциональным требованиям к специализированной ГИС

Функционал разработанной ГИС позволяет решать все практические задачи,

для которых ранее приходилось использовать три отдельных системы: коммерческий картографический сервис GEOBRIDGE, Федеральный портал пространственных данных (ФПД) и Национальная система пространственных данных (НСПД).

В табл. 3 представлены результаты сравнительного анализа функциональных возможностей названных систем и разработанной ГИС.

Таблица 3. Сравнение функциональных возможностей систем

Table 3. Comparison of functional capabilities of systems

Функция / система / Function / system	GEOBRIDGE	ФПД	НСПД	Разработанная ГИС / Developed GIS
Визуализация местоположения пунктов на карте	✓	✓	—	✓
Одновременное отображение пунктов ГТС и ГНС	✓	—	—	✓
Визуализация текущего статуса пунктов ГТС и ГНС	—	—	—	✓
Полный набор атрибутов пункта	—	✓	—	✓
Работа с системами координат WGS-84 и МСК-46 (зоны 1 и 2)	✓	—	—	✓
Редактирование и добавление данных о пунктах	—	—	—	✓
Операции импорта и экспорта файлов в формате Excel	—	—	—	✓
Расширенный поиск пунктов	—	✓	—	✓
Расчёт координат охранной зоны	—	—	—	✓
Отображение границ охран- ных зон пунктов	—	—	✓	✓
Построение оптимального маршрута для перемещения между пунктами	—	—	—	✓

Выводы

Разработана кроссплатформенная web-ориентированная специализированная геоинформационная система, предоставляющая пользователям следующий набор функций:

- визуализация местоположения и актуального состояния пунктов государственной геодезической и государственной нивелирной сетей на карте Курской области;
- переключение между системами координат WGS-84 / МСК-46;
- поддержка базы данных в актуальном состоянии;
- поиск пунктов по ряду параметров;
- определение расстояний между точками или произвольными отрезками на карте;
- расчёт координат и изображение на карте границ охранных зон пунктов;

- построение оптимального маршрута для перемещения между пунктами;
- операции экспорта/импорта файлов электронных таблиц;
- актуализация данных о состоянии пунктов в полевых условиях через специально разработанный Telegram-бот.

Разработанная геоинформационная система может применяться специалистами геодезических служб и отделов государственного земельного надзора для сбора, хранения, актуализации, визуализации и анализа пространственных и семантических данных при планировании и проведении мониторинга состояния пунктов государственных геодезических сетей, а также при формировании отчётной документации для передачи актуальной информации в Федеральный фонд пространственных данных.

Список литературы

1. Хвостова О. А. Пункты государственной геодезической сети // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений: сб. науч. трудов 4-й Всерос. науч.-практ. конф., Курск, 22 ноября 2022 г. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. С. 529–532.
2. Об обследовании пунктов государственной геодезической сети в 2024 году // Картография. Геодезия. Кадастр: новостной портал. URL: <https://kartgeocentre.ru/itogiraboty/ob-obsledovanii-punktov-gosudarstvennoy-geodezicheskoy-seti-v-2024-godu-0> (дата обращения: 26.03.2025).
3. Khaustov I.A., Rylev S.S., Kovaleva E.N. Development and application of modern geographic information systems for monitoring the environmental status of objects // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019. Vol. 81, № 4 (82). P. 263-267.
4. Аникина Е. И., Чугреев Н. А., Немцева В. А. Цифровизация процессов геодезического надзора и охраны пунктов государственной геодезической и нивелирной сети // Программная инженерия: современные тенденции развития и применения (ПИ-2024): материалы 10-й региональной научно-практической конференции. Курск, 2024. С. 133 –139.

5. Основные направления использования геоинформационных систем в землеустройстве и земельном кадастре / С. В. Шайтура, В. Ф. Гранкин, А. В. Коломейцев, Ю. П. Кожаев, И. А. Байгутлина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 165–171.
6. Быстров А.Ю., Майоров А.А. Обзор современных теорий и принципов построения мультифункциональных динамических мониторинговых геоинформационных систем // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2021. Т. 65, № 1. С. 108–116.
7. Курагин А.В., Колесенков А.Н., Костров Б.В. Разработка и анализ методов проектирования геоинформационных систем // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 9. С. 283-287.
8. Зайцев Е.М., Коломиец Е.А., Николаев В. Н. Формализация этапов жизненного цикла создания геоинформационной продукции на научно-производственном предприятии // Известия Юго-Западного государственного университета. 2020; 24(4): 146-165. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2020-24-4-146-165>.
9. Романова И.Н., Юнаков В.С. Подходы к созданию Региональной ГИС Алтайского края // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2022. №4(28). С.156-169.
10. Guonian Lü, Xudong Li, Min Chen . Towards information geography in ternary space //Information Geography. 2025. Vol.1. P. 24-34.
11. Курагин А.В., Колесенков А.Н., Костров Б.В. Разработка и анализ методов проектирования геоинформационных систем // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 9. С. 283-28.
12. Непоклонов В.Б., Максимова М.В., Неподоба А.А. Сравнительный анализ точности преобразований координат при использовании различных онлайн-конверторов // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2022. Т. 66, № 6. С. 6–18.
13. Пархоменко Д. В., Чернов А. В., Пархоменко И. В. Применение геоинформационных технологий для создания охранных зон пунктов государственной геодезической основы // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2020. № 4.
14. Гринберг М. Разработка веб-приложений с использованием Flask на языке Python. М.: ДМК Пресс, 2022.
15. Тарарин А.М. Понятие и реализация базовых наборов пространственных данных в национальной системе пространственных данных Российской Федерации // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2022. Т. 27, № 2. С. 44-58.
16. Аникина Е.И., Тембо И. Выбор метода приоритизации тестовых наборов при регрессионном тестировании программной системы // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2021. Т. 11, №4. С. 120-129. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2021-11-4-120-129>.

References

1. Khvostova O. A. Points of the state geodetic network. In: *Innovatsionnye metody proektirovaniya stroitel'nykh konstruksii zdaniy i sooruzhenii: sb. nauch. trudov 4-i Vseros. nauch.-prakt. konf. = Innovative methods for designing building structures of buildings and structures. Collection of scientific papers of the 4th All-Russian scientific and practical conf.* Kursk: Yugo-Zapadnyi gosudarstvennyi universitet; 2022. P. 529–532. (In Russ.).
2. On the survey of points of the state geodetic network in 2024. *Kartografiya. Geodeziya. Kadastr: novostnoi portal = Cartography. Geodesy. Cadastre: news portal.* (In Russ.). Available at: <https://kartgeocentre.ru/itogi-raboty/ob-obsledovanii-punktov-gosudarstvennoy-geodezicheskoy-seti-v-2024-godu-0> (accessed: 26.03.2025).
3. Khaustov I.A., Rylev S.S., Kovaleva E.N. Development and application of modern geographic information systems for monitoring the environmental status of objects. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies.* 2019; 81(4): 263-267.
4. Anikina E. I., Chugreev N. A., Nemtseva V. A. . Digitalization of processes of geodetic supervision and protection of points of the state geodetic and leveling network. In: *Programnaya inzheneriya: sovremennye tendentsii razvitiya i primeneniya (PI-2024): materialy 10-i regional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii.* Kursk; 2024. P. 133 – 139 (In Russ.).
5. Shajtura S. V., Grankin V. F., Kolomejcev A. V., Kozhaev Yu. P., Bajgutlina I. A. Main directions of use of geoinformation systems in land management and land cadastre. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy.* 2022; (2): 165–171. (In Russ.).
6. Bystrov A.Yu., Maiorov A.A. Review of modern theories and principles of constructing multifunctional dynamic monitoring geoinformation systems. *Izv. vuzov «Geodeziya i aerofotos'emka» = News of universities "Geodesy and aerial photography".* 2021; 65(1): 108–116. (In Russ.).
7. Kuragin A.V., Kolesenkov A.N., Kostrov B.V. Development and analysis of methods for designing geoinformation systems. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Bulletin of Tula State University. Technical sciences.* 2021; (9): 283-287. (In Russ.).
8. Zaitsev E. M., Kolomiets E. A., Nikolaev V. N. Formalization of Life Cycle Stages of Geographic Information Products Creation at Research and Production Enterprises. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University.* 2020; 24(4): 146-165 (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2020-24-4-146-165>.
9. Romanova I.N., Yunakov V.S. Approaches to the creation of a Regional GIS of Altai Krai. *Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii = Information and Mathematical Technologies in Science and Management.* 2022; (4): 156-169. (In Russ.).
10. Guonian Lü, Xudong Li, Min Chen . Towards information geography in ternary space. *Information Geography.* 2025; (1): 24-34.

11. Kuragin A.V., Kolesenkov A.N., Kostrov B.V. Development and analysis of geoinformation systems design methods. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Bulletin of Tula State University. Technical sciences.* 2021; (9): 283-28. (In Russ.).
12. Nepoklonov V.B., Maksimova M.V., Nepodoba A.A. Comparative analysis of the accuracy of coordinate transformations using various online converters. *Izvestiya vuzov «Geodeziya i aerofotos"emka» = Bulletin of universities "Geodesy and aerial photography".* 2022; 66(6): 6–18. (In Russ.).
13. Parkhomenko D. V., Chernov A. V., Parkhomenko I. V. Application of geoinformation technologies for the creation of security zones of state geodetic base points. *Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii) = Bulletin of SSUGiT (Siberian State University of Geosystems and Technologies).* 2020; (4). (In Russ.).
14. Grinberg M. Developing Web Applications Using Flask in Python. Moscow; DMK Press; 2022. (In Russ.).
15. Tararin A.M. Concept and implementation of basic spatial datasets in the national spatial data system of the russian federation. *Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii) = Bulletin of SSUGiT (Siberian State University of Geosystems and Technologies).* 2022; 27(2): 44-58. (In Russ.).
16. Anikina E.I., Tembo I. Choosing a Method of Test Cases Prioritizing for Regression Testing of a Software System. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie = Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computing Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering.* 2021;11(4):120-129. (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2021-11-4-120-129>.

Информация об авторах / Information about the Authors

Аникина Елена Игоревна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программной инженерии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: elenaanikina@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6047-8688>, Scopus ID: 57217310974

Elena I. Anikina, Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of Software Engineering Department, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: elenaanikina@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6047-8688>

Чугреев Никита Андреевич, студент магистратуры, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: chug46@mail.ru

Nikita A. Chugreev, Master Student, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: chug46@mail.ru