

А. О. Лебзак^{1✉}, А. В. Жаров¹, С. М. Свиридов¹

Разработка интеллектуальной геоинформационной системы «AIGIS»

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: a.o.lebzak@mail.ru

Аннотация. В статье описывается разработка интеллектуальной геоинформационной системы «AIGIS», предназначенной для пользователей, не имеющих опыта работы с ГИС-продуктами и знаний в сфере картографии и геоинформатики. Обоснована значимость автоматизации процессов картографирования и пространственного анализа на основе технологий искусственного интеллекта. Раскрыты общая клиент-серверная архитектура веб-ГИС, принципы взаимодействия пользователя с ИИ-ассистентом, а также подход к преобразованию запросов на естественном языке в последовательность операций над пространственными данными. Охарактеризованы ключевые модули системы. Приведены результаты апробации, которые доказывают работоспособность предложенного подхода, при котором искусственный интеллект выступает в виде компонента программной системы, составляющего формализованный алгоритм операций в ГИС-среде. «AIGIS» делает современные инструменты тематического картографирования доступнее для неподготовленных пользователей, способствует сокращению времени работы и уменьшению затрат при создании тематических карт.

Ключевые слова: интеллектуальная веб-ГИС, автоматизация картографирования, искусственный интеллект, разработка ПО

A. O. Lebzak^{1✉}, A. V. Zharov¹, S. M. Sviridov¹

Development of the intelligent geographic information system «AIGIS»

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: a.o.lebzak@mail.ru

Abstract. This article describes the development of the intelligent geographic information system "AIGIS," designed for users with no experience with GIS products or knowledge of cartography and geoinformatics. It substantiates the importance of automating mapping and spatial analysis processes using artificial intelligence technologies. It describes the general client-server architecture of a web GIS, the principles of user interaction with an AI assistant, and an approach to converting natural language queries into a sequence of operations on spatial data. The key modules of the system are characterized. Test results are presented, demonstrating the viability of the proposed approach, in which artificial intelligence acts as a component of the software system, creating a formalized algorithm for operations in the GIS environment. "AIGIS" makes modern thematic mapping tools more accessible to untrained users, reducing the time and cost of creating thematic maps.

Keywords: intelligent web GIS, mapping automation, artificial intelligence, software development

Введение

В последние годы веб-картография и геосервисы стали массовым инструментом для решения прикладных задач – от навигации и поиска объектов до ана-

лиза территорий и подготовки тематических карт [4]. Однако полноценные ГИС-программы по-прежнему требуют от пользователя профессиональной подготовки, например, необходимо понимать структуру пространственных данных, атрибутов и запросов, владеть знаниями о системах координат, правилах картографического оформления и логике выполнения оверлейных операций. Для неподготовленного пользователя такой высокий порог входа является существенной преградой. Даже имея доступ к данным, он не может быстро превратить запрос «что происходит на территории?» в корректную карту и понятные выводы. Поэтому актуальность разработки программных решений, которые переводят сложные ГИС-операции в простой «пользовательский язык» [1], автоматизируя трудозатратные этапы картографирования и анализа при сохранении качества и воспроизводимости результата, не вызывает сомнений.

Целью работы является разработка интеллектуальной геоинформационной системы AIGIS, ориентированной на пользователей без опыта работы в ГИС-среде, обеспечивающей автоматизированное создание слоев, заполнение атрибутивной информации, выполнение оверлейных операций и тематическое оформление карт на основе запросов на естественном языке [3].

Для достижения цели были решены следующие задачи:

- определены требования к интеллектуальной геоинформационной системе;
- выполнено проектирование архитектуры веб-ГИС и модели взаимодействия с ИИ-ассистентом;
- реализован механизм преобразования текстового запроса в формализованный алгоритм операций;
- разработана модульная схема подключения открытых источников и обработки геоданных;
- реализована автоматическая классификация и стилизация слоев при помощи алгоритмов оформления;
- созданы базы данных на основе открытых и достоверных источников;
- выполнена апробация на наборе тестовых запросов и оценка работоспособности предложенного подхода.

Методы и материалы

В ходе исследования применялись методы сопоставления, анализа и синтеза.

Вторая половина 2020-х годов характеризуется беспрецедентным ростом числа проектов, связанных с технологиями искусственного интеллекта, которые затрагивают практически все сферы жизни, науки и производства. При этом задачи, которые решаются при помощи искусственного интеллекта (ИИ), становятся все более сложными, а сама технология напротив – более доступной.

Рынок ИИ в России за последний год вырос более чем на 20% [1]. Причиной такого роста является переход от пилотных проектов к промышленной эксплуатации ИИ, а также импортозамещение и стремление бизнеса к повышению эффективности при помощи этой технологии.

На сегодняшний день искусственный интеллект производит революцию в обработке геопространственных данных, особенно в задачах дешифрирования снимков и автоматизации геодезических изысканий. Однако генеративный ИИ может применяться и при создании карт.

Кроме того, в нашей стране существует потребность в разработке отечественных геоинформационных систем, которая объясняется не столько экономической целесообразностью, но и необходимостью создания суверенной цифровой инфраструктуры. Российские компании и государственные структуры активно переходят на отечественные ГИС, стремясь сохранить контроль над данными и обеспечить их безопасность. При этом, наиболее удобным и доступным ГИС-инструментом, не требующим установки на устройство пользователя специальных программ, является веб-ГИС.

AIGIS реализуется как веб-ГИС по схеме «клиент–сервер» [2]. Клиентская часть предоставляет карту-основу, инструменты управления слоями и интерфейсы для работы с атрибутами (таблица, фильтрация, сортировка и настройка визуализации). Серверная часть отвечает за интеграцию внешних источников, хранение результатов и координирование ИИ-компонента.

Ключевая особенность продукта – наличие логического промежуточного слоя между естественным языком и программным кодом. Запрос пользователя не выполняется напрямую, а сначала преобразуется в определенный формат, что позволяет повысить воспроизводимость – одна и та же задача описывается одинаковой структурой, вследствие чего упрощается контроль качества и отладка.

Механизм формирования алгоритма строится на связке «обработка естественного языка (NLP) – формализация – валидация» [3].

На первом этапе система извлекает из текста намерение пользователя (например, «сформировать тематическую карту», «найти объекты», «сравнить территории»), предметную область (демография, транспорт, природные объекты и т.д.) и ограничения (временной период, территориальный охват, критерии отбора).

На втором этапе эти намерения переводятся в машинно-исполняемую форму – «какие слои нужны», «какие поля должны появиться в атрибутах», «какие источники подходят», «какие преобразования требуются».

На третьем этапе план проверяется на корректность и безопасность: допустимые типы операций, корректность полей, совместимость геометрий, наличие обязательных метаданных (источник данных, единицы измерения, дата, способ получения, примененные преобразования и т.п.). Только после этого создается слой, выполняются геопространственные операции, рассчитываются атрибуты и выполняется оформление карты.

Результаты

Система построена модульно [2], что позволяет расширять функционал без внесения изменений в ее ядро.

В состав ключевых модулей входят:

- модуль интеграции открытых источников (подключение и загрузка данных);
- модуль обработки геоданных (преобразования форматов, выявление топологии, подготовка к визуализации);
- модуль атрибутов (извлечение, нормализация, контроль единиц и типов);
- модуль автоматической классификации и тематического оформления (выбор поля-показателя, построение классов/градиентов, формирование легенды);
- модуль управления данными и метаданными.

Последний модуль важен для программной инженерии системы, так как он фиксирует структуру слоя, описание полей, параметры визуализации, источники происхождения и историю проекта, что напрямую влияет на результат и доверие к полученным данным.

Важным элементом архитектуры «AIGIS» является модуль интеллектуального анализа пользовательских таблиц, предназначенный для связывания загружаемых пользователем Excel-файлов с пространственными объектами базы данных.

Его работа строится на сочетании алгоритмической обработки и ИИ-интерпретации, при которой программный модуль локально анализирует структуру файла, определяет листы, диапазоны данных, строку заголовков, типы столбцов, числовые показатели, временные признаки и возможные колонки с географическими объектами, а также предварительно сопоставляет уникальные названия объектов с внутренним справочником пространственных сущностей. ИИ-ассистент в данном процессе выполняет смысловую интерпретацию результатов анализа. Он определяет, какая часть таблицы соответствует запросу пользователя, какая колонка содержит объекты картографирования, какие показатели следует перенести в атрибутивную таблицу и какой способ тематического отображения целесообразно применить. После этого алгоритмическая часть проверяет корректность выбранного решения, оценивает долю найденных объектов, выявляет неоднозначные совпадения и при необходимости передает их пользователю для подтверждения.

Такой подход позволяет преобразовывать пользовательские таблицы в полноценные картографические слои, сохраняя контроль качества, воспроизводимость обработки и возможность дальнейшей настройки результата в ГИС-среде.

Отдельно стоит отметить систему работы с объектами на карте и модель хранения данных о них. В AIGIS результат работы не ограничивается статическим отображением объектов на карте, благодаря чему полностью сохраняется специфика ГИС и учитывается особенность работы с ИИ-ассистентом – сохраняются геоданные, поля атрибутов, стили и их настройка, а также метаданные. Такой подход позволяет детально отслеживать и при необходимости корректировать процесс создания слоев.

Практическая апробация выполнена на наборе тестовых запросов (рисунок 1, 2), охватывающих широкий спектр тематик. Результаты апробации показывают, что использование определенного формата запросов повышает устойчи-

вость и предсказуемость системы (уменьшается число неоднозначных интерпретаций запроса, упрощается проверка корректности).

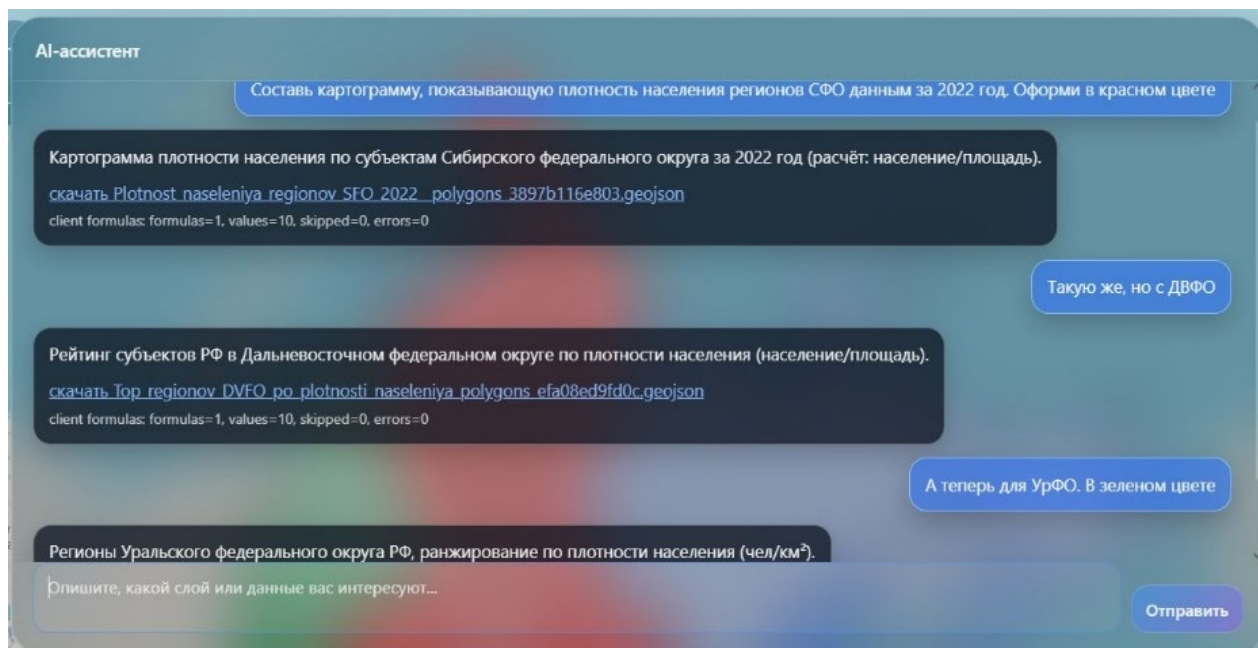


Рис. 1. Интерфейс ввода запросов пользователя в AIGIS

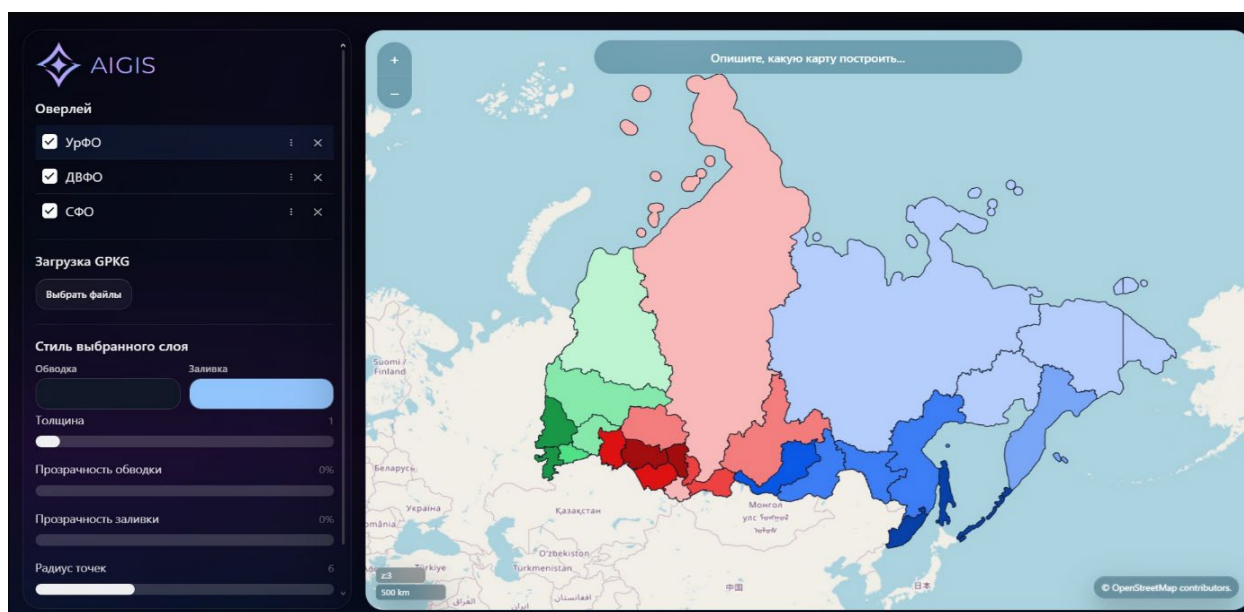


Рис. 2. Карта, сформированная на основе запросов пользователя в AIGIS

Заключение

Разработка AIGIS демонстрирует практическую реализацию подхода, при котором искусственный интеллект выступает в виде компонента программной системы, составляющего формализованный алгоритм операций в ГИС-среде. Это позволяет использовать современные методы составления карт пользователями без ГИС-подготовки, ускоряет и удешевляет создание тематических карт.

Стабильность результата обеспечивается за счет хранения метаданных о проектах и фиксации всех этапов обработки.

Перспективы дальнейшего развития связаны с расширением набора подключаемых источников и собственных баз данных, совершенствованием системы контроля качества формируемых карт, а также разработкой разнообразных инструментов пространственного анализа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глотов А. А. Интеллектуализация геоинформационных систем: подходы и направления // Геоматика. – 2015. – №4. – С. 18–24.
2. Ехлаков Ю. П. Базовые принципы разработки веб-ориентированных информационных систем управления инфраструктурой социально-экономических и технических процессов / Ю. П. Ехлаков, О. И. Жуковский, П. В. Сенченко, Ю.Б. Гриценко, М.М. Милихин // Доклады ТУСУР. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 63–67.
3. Посевкин Р. В., Бессмертный И. А. Естественно-языковой пользовательский интерфейс диалоговой системы // Программные продукты и системы. – 2016. №3, Т. 29. – С. 5–9. DOI: 10.15827/0236-235X.115.005-009.
4. ArcGIS Enterprise (документация). Про веб-ГИС (понятие, преимущества, компоненты) [Электронный ресурс]. URL: <https://enterprise.arcgis.com/ru/server/10.3/create-web-apps/windows/about-web-gis.htm> (дата обращения: 16.02.2026).

© А. О. Лебзак, А. В. Жаров, С. М. Свиридов, 2026