

М. В. Мурзинцева¹✉

Применение модуля искусственного интеллекта для автоматического анализа территории изысканий

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

Аннотация. В статье рассматривается опыт применения модуля искусственного интеллекта, встроенного в отечественную геоинформационную платформу Geocad System Enterprise Edition, для автоматического анализа местности на этапе предпроектных исследований. Модуль обеспечивает распознавание объектов инженерной инфраструктуры (трубопроводы, линии электропередачи, дороги, здания) по данным ортофотопланов и 3D-панорам. Описан алгоритм работы модуля, включающий выбор модели ИИ, задание области анализа, автоматическое детектирование, верификацию результатов и вычисление геометрических параметров (длина, углы поворота). Показано, что применение модуля позволяет автоматизировать процесс инвентаризации существующей инфраструктуры, сократить время на составление программы изысканий и сформировать структурированную пространственную базу данных для цифрового двойника территории. Апробация выполнена на реальных данных аэрофотосъемки г. Новосибирска.

Ключевые слова: искусственный интеллект, распознавание объектов, инженерные коммуникации, ортофотопланы

M. V. Murzintseva¹✉

Application of the artificial intelligence module for automated site analysis during engineering surveys

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

Abstract. The article discusses the experience of applying an artificial intelligence module integrated into the domestic geoinformation platform Geocad System Enterprise Edition for automatic terrain analysis at the pre-design stage. The module recognizes engineering infrastructure objects (pipelines, power lines, roads, buildings) based on orthophotomaps and 3D panoramas. The paper describes the module's operation algorithm, including the selection of an AI model, definition of the analysis area, automatic detection, result verification, and calculation of geometric parameters (length, turning angles). It is shown that the module enables automation of the existing infrastructure inventory process, reduces the time required for developing a survey program, and forms a structured spatial database for a digital twin of the territory. The approbation was carried out on real aerial survey data of Novosibirsk.

Keywords: artificial intelligence, object recognition, engineering utilities, orthophotomaps

Введение

В последние годы технологии искусственного интеллекта (ИИ) активно внедряются в сферу геоинформатики и инженерных изысканий [1, 2]. Примене-

ние нейросетевых моделей для анализа пространственных данных позволяет автоматизировать трудоемкие процессы дешифрирования объектов, что особенно актуально при работе с крупноформатными ортофотопланами и облаками точек [3, 4].

В более широком контексте концепция «умного города» (Smart City) предполагает использование ИИ и аналитики больших данных как одного из ключевых инструментов принятия управленческих решений в территориальном развитии [5]. При этом цифровые двойники и методы ИИ уже находят практическое применение в региональной практике, в частности для мониторинга экзогенных геологических процессов, а также для построения систем экологической и инфраструктурной безопасности [6, 7].

Одним из перспективных направлений является использование ИИ для инвентаризации существующей инженерной инфраструктуры. Традиционный подход, основанный на ручной векторизации объектов по аэроснимкам или полевым обмерам, требует значительных временных затрат и подвержен влиянию человеческого фактора.

В настоящей работе представлен опыт применения модуля искусственного интеллекта, встроенного в отечественную геоинформационную платформу Geocad System Enterprise Edition (GSEE) [8], для автоматического анализа местности с целью оптимизации трассировки и планирования инженерно-геодезических изысканий.

Цель работы – апробация модуля ИИ платформы GSEE для автоматического распознавания объектов инженерной инфраструктуры по данным ортофотопланов, оценка его эффективности и возможностей для автоматизации процессов инвентаризации территорий.

Методика работы модуля искусственного интеллекта

Модуль искусственного интеллекта платформы GSEE обеспечивает обработку двух основных типов пространственных данных:

- цифровых ортофотопланов, получаемых в результате аэрофотосъемки.
- 3D-панорам, формируемых по данным наземной съемки.

Принцип работы модуля основан на применении обученных нейросетевых моделей, которые выполняют автоматическое распознавание и классификацию объектов.

Важной особенностью модуля является высокая степень автоматизации рабочего процесса. Участие пользователя сводится преимущественно к этапу настройки параметров обработки - выбору типа объектов для поиска, определению источников данных и указанию зон интереса. Все последующие операции, к которым относится загрузка и предварительная обработка растровых материалов, процесс детектирования, а также формирование итоговых отчетов – выполняются системой в автоматическом режиме.

Модуль обеспечивает детектирование широкого спектра объектов, представляющих интерес для задач градостроительства, инженерно-геодезических

изысканий и мониторинга территорий [9, 10]. В число основных распознаваемых категорий входят:

- объекты инженерной инфраструктуры (трубопроводы различного назначения, линии электропередачи);
- элементы дорожной сети (автомобильные дороги, тротуары, мостовые сооружения);
- объекты капитального строительства;
- объекты древесно-кустарниковой растительности;
- водные объекты.

Результаты апробации

Апробация модуля проводилась на территории г. Новосибирска. Исходные данными материалами были ортофотопланы масштаба 1:500, полученные с беспилотного летательного аппарата. Основная задача состояла в автоматическом выявлении надземных трубопроводов для последующего анализа инфраструктурных ограничений при планировании новых трасс (рис.1).

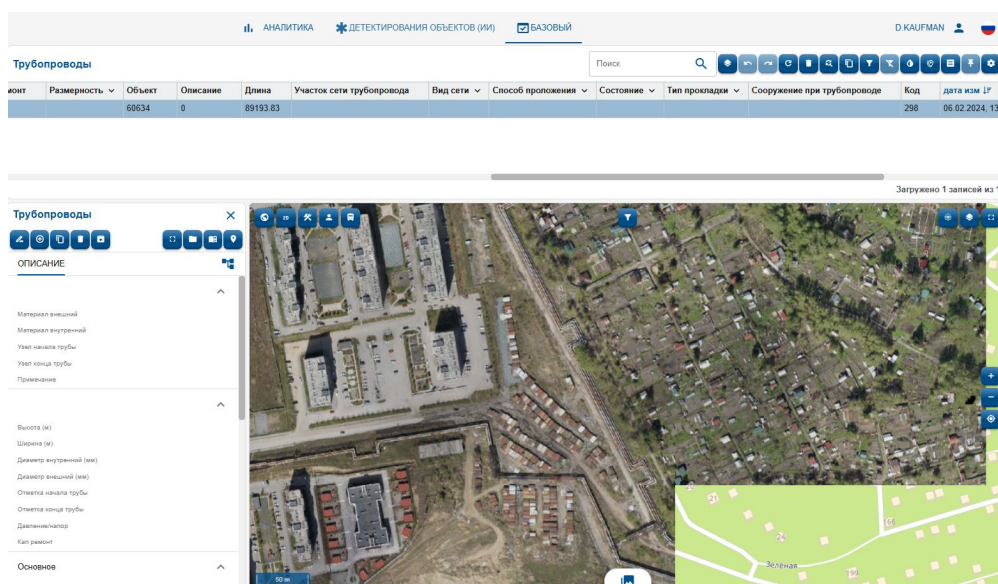


Рис. 1. Исходный ортофотоплан участка местности, используемый для анализа

В ходе эксперимента была выбрана модель ИИ «Инженерные коммуникации», а в качестве источника данных указаны ортофотопланы исследуемого участка. Полигон области обработки формировался с учётом границ территории анализа.

Полученные результаты.

1. *Автоматическое детектирование.* Модуль идентифицировал все видимые надземные трубопроводы в заданной зоне. Выявленные объекты визуализированы на карте контурной обводкой красного цвета, что обеспечивает их наглядное представление на фоне исходного ортофотоплана.

2. *Вычисление геометрических параметров.* Для каждого трубопровода автоматически рассчитаны и занесены в атрибутивную таблицу:

- уникальный идентификатор объекта;
- длина каждого сегмента трубопровода;
- координаты характерных точек (начало, конец, узлы);
- углы поворота трассы в местах изменения направления.

3. *Верификация и редактирование:* алгоритм выполняет первичную обработку и векторизацию. Оператор исправляет ошибки, допущенные при первичной векторизации, уточняет геометрию и принимает окончательное решение по спорным вопросам. Комплекс этих действий позволяет получить достоверные данные для последующей работы.

4. *Экспорт и использование:* на этом этапе данные выгружаются в векторный слой (рис. 2). Построенная схема размещения инженерных коммуникаций позволяет анализировать инфраструктуру территории, выявлять сгущение коммуникаций и нарушение охранных зон.

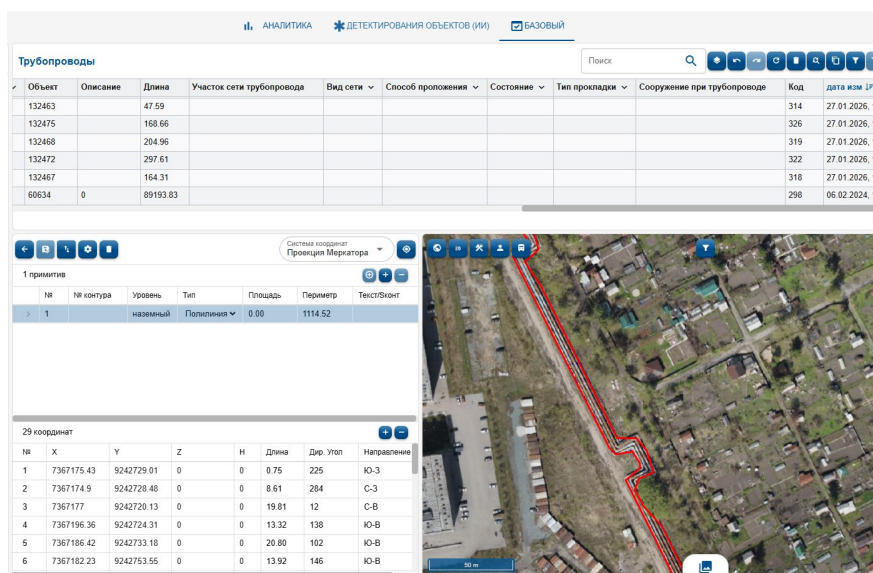


Рис. 2. Результат детектирования с таблицей атрибутов

Апробация модуля искусственного интеллекта, интегрированного в среду GSEE, подтвердила его работоспособность и эффективность для практического применения.

Главное достоинство применения модуля – это высокая скорость обработки крупных массивов ортофотопланов. Это востребовано на территориях с высокой плотностью инженерной инфраструктурой. В автоматическом режиме модуль вычисляет количественные характеристики объектов: протяжённость линейных сооружений, координаты и углы поворота трассы. Этот процесс позволяет значительно сократить время камеральных работ.

Еще одним преимуществом является снижение субъективности специалиста при первичном дешифрировании. Нейросеть работает по единым правилам – это обеспечивает единообразие и повторяемость результатов. В то же время автоматическое детектирование сопровождается визуальным контролем и корректировкой специалиста камеральной группы.

Применение модуля даёт возможность оптимизировать программу изысканий. Участки с высокой плотностью инфраструктуры, выделенные автоматически, получают приоритет при планировании полевых работ (трассоискание, шурфование).

Заключение

Проведенное исследование показало, что модуль ИИ платформы GSEE является эффективным инструментом для предпроектного анализа. Он позволяет выполнять следующие операции:

- распознавать объекты инженерной инфраструктуры по данным ортофотопланов;
- вычислять геометрические параметры коммуникаций;
- формировать структурированную пространственную базу данных.

Использование модуля способствует сокращению сроков подготовки программы инженерно-геодезических изысканий и исключению значительной части рутинных операций. Разработанное решение может рассматриваться как элемент цифровой трансформации отрасли. Полученные результаты применимы для наполнения цифрового двойника территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Choudhary S., Saurav S., Gidde P., Saini R., Singh S. LPC-Det: Attention-based lightweight object detector for power line component detection in UAV images // Computers & Electrical Engineering. 2025. Volume 126
2. Ouyang P., Pi Y., Zhang P., Zhang K. Research on Geospatial Object Recognition Algorithm in Power Transmission and Transformation Engineering Based on FIsseg-YOLO // Springer Conference Paper. 2024. DOI: 10.1007/978-981-96-0313-8_14.
3. Потапов В.П., Попов С.Е., Счастливцев Е.Л. Цифровые двойники: стратегии и подходы к созданию систем экологического мониторинга // Вычислительные технологии. 2023. Т. 28, № 3. С. 167-181. DOI: 10.25743/ICT.2023.28.3.010.
4. Попов С.Е., Потапов В.П., Замараев Р.Ю. Программная реализация алгоритма автоматического обнаружения линейных элементов и их свойств на отвалах открытых горных работ // Программирование. 2024. №1. С. 40-52. DOI: 10.31857/S0132347424010044.
5. Зорин Г.Е. Технологии «Умный город» и их применение в управлении территорией // Экономические науки. – 2021. – № 1 (43). – С. 45–50.
6. Мальцев А.А., Петров Ю.В. Возможности применения цифровых двойников территорий и искусственного интеллекта для мониторинга экзогенных геологических процессов в Тюменской области // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2025. – Т. 11 (21), Вып. 1. – С. 307–316.

7. Мамаражабова Б. А., Шингисов А. У. Исследование современного применения искусственного интеллекта в экологическом мониторинге безопасности деятельности человека // *Universum: технические науки*. 2024. № 4-1(121). С. 20-22.
8. Технологическая платформа GEOCAD SYSTEMS ENTERPRISE EDITION (GSEE) [Электронный ресурс] // ООО «Геокад плюс». – URL: <https://geocad.ru/products/tekhnologicheskaya-platforma-geosad-system-enterprise-edition-gsee/> (дата обращения: 29.04.2026).
9. Мурзинцева М.В., Минченко Е.В., Терещенко В.Е., Мурзинцев М.Н. Совершенствование методики выполнения инженерно-геодезических изысканий для проектирования подземных коммуникаций // *Вестник СГУГиТ*. – 2024. – Т. 29, № 5. – С. 50–59. – DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-50-58.
10. Bellou E., Pisica I., Banitsas K. Aerial Inspection of High-Voltage Power Lines Using YOLOv8 Real-Time Object Detector // *Energies*. – 2024. – Vol. 17, No. 11. – P. 2535. – DOI 10.3390/en17112535.
11. Shin G., Xie W., Albanie S. All you need are a few pixels: semantic segmentation with PixelPick/ *Proceedings of the International Conference on Computer Vision (ICCV)*. 2021. pp. 1687-1697.
12. Choudhary S., Saurav S., Gidde P., Saini R., Singh S. LPC-Det: Attention-based lightweight object detector for power line component detection in UAV images // *Computers and Electrical Engineering*. – 2025. – Vol. 126. – DOI 10.1016/j.compeleceng.2025.110476.

© М. В. Мурзинцева, 2026