

УДК 528.931.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ МАСШТАБА 1:10 000

Н. П. Бабура¹⁾, М. В. Муха¹⁾, А. Б. Кафтанчикова²⁾

¹⁾Топографо-геодезическое республиканское унитарное предприятие «Белгеодезия»,
пр. Машерова, 17, 220029, г. Минск, Беларусь, yk@belgeodesy.by, morri_meyy@mail.ru

²⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Беларусь, abkaft@rambler.ru

Исследована проблема распознавания и отображения картографических объектов на ортофотопланах масштаба 1:10 000 при создании цифровых государственных топографических карт. Целью является автоматизация данного процесса с использованием моделей машинного обучения. Разработана база данных эталонных картографических объектов для обучения новой модели.

Ключевые слова: искусственный интеллект в картографии; модели машинного обучения; создание цифровых государственных топографических карт.

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO AUTOMATE THE CREATION OF DIGITAL STATE TOPOGRAPHIC MAPS AT A SCALE OF 1:10 000

N. P. Babura¹⁾, M. V. Mukha¹⁾, A. B. Kaftanchikova²⁾

¹⁾The topographic and geodetic republican unitary enterprise «Belgeodesia»,
Masherov Av., 17, 2200299, Minsk, Belarus, yk@belgeodesy.by, morri_meyy@mail.ru

²⁾Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4,
220030, Minsk, Belarus, abkaft@rambler.ru

The problem of recognizing and displaying cartographic objects on orthophotoplans at a scale of 1:10 000 when creating digital state topographic maps has been studied. The goal is to automate this process using machine learning technology. A database of reference cartographic objects was developed for training a new model.

Keywords: artificial intelligence in cartography; machine learning models; creation of digital state topographic maps.

Современные технологии искусственного интеллекта (далее – ИИ) находят все более широкое применение в различных областях, включая картографию. Создание и обновление картографических материалов и данных — сложная и трудоемкая задача. Традиционные методы составления

карт требуют больших ресурсов и времени. Однако с использованием ИИ можно значительно ускорить этот процесс и повысить точность цифровых государственных топографических карт масштаба 1:10 000 (далее – ЦТК).

Основные требования к ЦТК: наглядность, достоверность, своевременность и необходимая полнота содержания. При традиционном способе создания ЦТК в интерактивном режиме специализированного программного обеспечения по растровому изображению цифровой географической основы производится распознавание картографических объектов и присвоение им семантических описаний.

В 2023 г. топографо-геодезическим республиканским унитарным предприятием «Белгеодезия» проведена опытно-технологическая работа (далее – ОТР) по разработке набора моделей машинного обучения для создания, обновления и мониторинга состояния государственной навигационной карты Республики Беларусь.

Исходя из имеющихся на предприятии возможностей по доработке программных продуктов и перечня используемых технологий, выбор программного обеспечения для выполнения ОТР остановился на геоинформационном программном продукте ESRI ArcGIS Pro.

Результатом ОТР являются 4 модели машинного обучения, которые могут распознавать:

- площадные здания усадебной жилой застройки;
- площадные здания многоэтажной застройки;
- площадные объекты древесной растительности;
- площадные объекты гидрографии.

В основу этих моделей заложены параметры, учитывающие особенности отображения картографических объектов государственной навигационной карты.

Рассмотрим порядок применения искусственного интеллекта в картографии на примере полигона г. Шклова, который проводился в тестовом режиме.

В качестве основы были взяты 2 модели машинного обучения, такие как площадные здания многоэтажной и усадебной жилой застройки. Производилась апробация их использования для возможной автоматизации создания ЦТК. Выбор моделей обусловлен достаточно простым дешифровочным признаком зданий, которым является форма, чаще всего прямоугольная.

К отображению на ЦТК зданий предъявляются следующие требования:

- точный показ зданий, их размеров, формы и ориентировки производится по основанию (фундаменту);

— к площадным зданиям относятся объекты, длина которых на местности превышает 10 м, а ширина не менее 7 м. Характерные выступы архитектурных деталей отображают, если они составляют 3 м и более.

К точности отображения зданий на ОФП предъявляется следующее требование: ошибка опознавания границ контуров и объектов, отчетливо изобразившихся на ОФП относительно видимой фотолинии, не должна превышать 0,3 мм. [4, с. 5]

В качестве исходного картографического материала использовались ортофотопланы (далее – ОФП) масштаба 1:10 000, созданные по материалам аэрофотосъемки 2020, 2022 гг. Аэрофотосъемка осуществлялась с использованием цифровой аэрофотокамеры Leica ADS 100, с пространственным разрешением 30 см/пиксел.

В ходе выполнения работ выявлены недостатки.

1) Модели ориентированы на распознавание жилых зданий, игнорируя сараи и хозяйственные постройки. Поэтому недостающие и нераспознанные ИИ площадные здания необходимо доцифровывать вручную.

2) Неверное определение конфигурации зданий, а также отображение их характерных выступов.

3) Изображения отдельных зданий на ОФП состоят из освещенных частей крыш, собственных теней крыш и падающих теней построек. ИИ в некоторых случаях может ошибочно принять падающую тень на ОФП, похожую по конфигурации на здание, за само здание.

4) Модели чутко реагируют на изменение яркости фототона, в результате небольшие темные места иногда распознаются как здания.

5) Наслоение зданий друг на друга, полученных из 2 моделей: усадебной жилой застройки и многоэтажной застройки.

6) Смещение плановых очертаний зданий относительно фундамента выше допустимой нормы. Т. к. ИИ распознает здания по контурам крыш, в результате приходится выполнять их «усадку» на основания (фундаменты).

Результаты распознавания площадных зданий усадебной жилой застройки на ЦТК с использованием ИИ, можем видеть на рисунке.



Результаты распознавания площадных зданий усадебной жилой застройки

Синим цветом отображены площадные здания, верно распознанные на ОФП. Желтым — здания, конфигурация которых была отображена неверно, и их пришлось дорабатывать вручную. Розовым — здания, которые не были распознаны моделью.

Результаты анализа работы моделей машинного обучения ИИ по отображению площадных зданий на ОФП тестового полигона территории г. Шклова представлены в таблице.

Результаты распознавания площадных зданий

Классификация		Частный сектор, объектов	Многоэтажные, объектов
Определено моделью	Нераспознанные	2216	6
	Неверно определена конфигурация	1838	42
	Неверно определена площадь	606	0
	Наслоение усадебной жилой застройки на многоэтажную	28	267
	Смещение относительно фундамента выше допустимой нормы	8	28
	Отображение в несуществующем месте	69	60
	Верно отображенные	2086	5
	Всего	4887	464
Всего с доработанными до требований ЦТК		6148	81
Точность работы модели		33,9 %	6,2 %

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что полученные в ходе ОТР модели машинного обучения для отображения картографических объектов Государственной навигационной карты подходят для создания ЦТК, но требуют дальнейшей доработки. Т. к. к ЦТК предъявляются требования более высокой точности и детальной проработки ситуации.

В ходе проведения работ на тестовом полигоне вручную были доработаны недостающие здания с учетом требований ЦТК, которые будут внесены в базу данных эталонных картографических объектов для обучения новой модели.

Несмотря на высокий уровень технологического и технического развития, основным способом картографического производства остается ручная оцифровка картографических объектов местности. Использование технологий искусственного интеллекта для автоматизации создания ЦТК будет способствовать поддержанию их в актуальном состоянии, а также позволит создавать цифровые модели местности на основе ЦТК. В свою очередь, это снизит трудозатраты на камеральном этапе создания ЦТК масштаба 1:10 000, который является базовым для создания ЦТК производных масштабов.

Библиографические ссылки

1. СТБ 1753-2016 Цифровые карты местности. Правила цифрового описания информации, отображаемой на цифровых топографических картах и планах населенных пунктов.
2. ГКНП 05-016-2018 Условные знаки для топографической карты масштаба 1:10 000.
3. *Вольпе Р. И., Подобедов Н. С.* Топографическое дешифрирование аэроснимков при создании карт масштабов 10 000 и 25 000. Геодезиздат, 1961.
4. Инструкция по дешифрированию аэроснимков и фотопланов масштаба 1:10 000 (временная). Минск, 1999.
5. Технический отчет об опытно-технологической работе. Разработка набора моделей машинного обучения для создания, обновления и мониторинга состояния государственной навигационной карты Республики Беларусь (заключительный). Минск, государственное предприятие «Белгеодезия», 2023.