

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В.Е. ПОЛТОРАЦКИЙ, С.В. ШАТУНОВ, Р.Е. ВОЛОДЬКИН
ООО «АМТ-ГРУПП» (TransNetIQ)
Королёв, Россия

Одним из приоритетных направлений цифровой трансформации в области железнодорожного транспорта является автоматизация процессов составления масштабных планов станций. Масштабные планы являются одним из ключевых элементов управления инфраструктурой, они используются при проектировании, реконструкции и организации движения поездов. Традиционные методы предполагают участие полевых бригад, использование геодезических приборов и значительное время на сбор и обработку данных. Данный процесс является ресурсоемким и подвержен влиянию человеческого фактора.

Внедрение беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и технологий искусственного интеллекта (ИИ) позволяет перейти к новому уровню автоматизации, при котором время проведения съемок сокращается в несколько раз, а точность планов повышается за счет автоматического проведения аэросъемки. Использование наземных базовых ГНСС станций обеспечивает высокую точность привязки снимков, получаемых с борта БЛА, что особенно важно для решения обозначенных выше задач.

Методический подход к автоматизированному составлению масштабных планов включает три ключевых этапа: получение данных, их обработка и формирование итогового плана. На первом этапе выполняется аэрофотосъемка с использованием БЛА, которые программируются на выполнение маршрутов с учетом границ станции, параметров высоты полета и погодных условий. Применение специализированного ПО для планирования маршрутов обеспечивает оптимизацию траектории облета и необходимое перекрытие кадров для дальнейшей фотограмметрической обработки.

Немаловажным фактором обеспечивающим соответствие требованиям, предъявляемым к составлению масштабных станций, является высокая точность исходных данных. Фотоматериалы, полученные с борта БЛА, изначально содержат координаты, фиксируемые встроенным приёмником GNSS. Однако данные в таком виде содержат погрешности,

связанные с многолучевостью, влиянием ионосферы и тропосферы, а также ограниченной точностью встроенных антенн. Для устранения этих ошибок применяется технология постобработки (РРК), для реализации которой используется мобильная базовая ГНСС-станция. В процессе полёта БЛА базовая станция фиксирует данные о спутниковых сигналах, формируя корректирующие поправки. После завершения полёта эти поправки используются для уточнения координат места съёмки каждой фотографии.

Данный подход позволяет достичь точности привязки центров снимков до 1,5 сантиметров в плане и порядка 2–3 сантиметра по высоте. Этот метод и предлагается к использованию для решения геодезических задач, где требования к точности крайне высоки. В отличие от традиционных методов получения координат объекта, выполняемых вручную специалистами-геодезистами, применение БЛА и технологии РРК позволяет существенно снизить трудоёмкость работ, сохранив при этом сопоставимую, а чаще – обеспечив более высокую, точность.

На этапе обработки полученные снимки проходят процедуры ортотрансформации, фотограмметрической стыковки и формирования цифровой модели местности. Результатом является высокоточный ортофотоплан, который в совокупности с исходными материалами служит основой для последующей дешифрации.

Этап дешифрации предполагает автоматическое распознавание объектов как на ортофотоплане, так и на исходных изображениях. Здесь применяются современные алгоритмы включающие сверточные нейронные сети, обученные на примерах железнодорожной инфраструктуры. Система классифицирует рельсы, стрелочные переводы, опоры контактной сети, светофоры, платформы и другие элементы инфраструктуры. Используются методы семантической сегментации изображений, обеспечивающие покадровое выделение объектов и их векторизацию. Обработанные ИИ материалы должны пройти верификационный контур, который позволяет оператору подтвердить корректность классификации и внести корректировки при необходимости. Такой подход сочетает возможности ИИ и экспертный опыт человека, обеспечивая высокую точность результата.

Заключительный этап заключается в формировании масштабного плана станции в соответствии с действующими нормативными документами. Система автоматически создает легенду, формирует слои, расставляет подписи и выдает готовый план в форматах, совместимых с геоинформационными системами (ГИС) и системами управления инфраструктурой.

Преимуществами такого подхода являются значительное сокращение времени цикла работ – от съемки до готового плана, снижение затрат на полевые работы, создание единого цифрового архива, а также возможность многократного использования данных для мониторинга состояния инфраструктуры. Накопленные данные могут использоваться для дообучения моделей ИИ, что позволяет со временем повышать точность распознавания.

Использование технологий БЛА и ИИ формирует основу для создания цифровых двойников станций и перегонов, интеграции с системами планирования ремонтов и автоматизированными комплексами управления движением поездов. Такой методический подход обеспечивает переход от эпизодических обследований к постоянному цифровому мониторингу инфраструктуры и поддерживает концепцию «умной железной дороги».

Таким образом, автоматизированное составление масштабных планов на основе применения БЛА и ИИ является не только технологическим решением, но и стратегическим инструментом развития интеллектуальных транспортных систем. Это направление способствует повышению эффективности эксплуатации железнодорожной сети и обеспечивает основу для дальнейшей цифровизации отрасли.

УДК 004.032, 629.052

АВТОНОМНАЯ НАВИГАЦИЯ БПЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОРТОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ И ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ МЕСТНОСТИ

С.В. ПРУЧКОВСКИЙ, К.А. ВОЛКОВ

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный
центр многофункциональных беспилотных комплексов» Националь-
ной академии наук Беларуси
Минск, Беларусь

Основой современных пилотажно-навигационных комплексов (ПНК) беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС). Как правило, большинство БИНС построены с применением МЭМС-датчиков, что обусловлено стоимостными, габаритными, весовыми характеристиками. Для повышения точности счисления текущих координат и путевой