

Особенности применения БПЛС с использованием искусственного интеллекта в геофизических проектах

■ Жгенти Н.С., ООО "Дельта-Гео", г. Москва.

Введение

Стремительное развитие беспилотных технологий и искусственного интеллекта за последние годы стало одним из ключевых факторов трансформации промышленности. От бытовых устройств до сложных аэрокосмических систем — интеллектуальные алгоритмы и автономные платформы постепенно становятся стандартом. Геофизическая отрасль, традиционно отличающаяся высокой капиталоемкостью и сложными условиями эксплуатации, также вступает в фазу активной цифровизации.

Настоящий материал — это не готовое техническое решение, а приглашение к профессиональной дискуссии. Техническое задание всегда формируется заказчиком, исходя из конкретных производственных задач. Здесь предлагается концептуальный взгляд на возможную архитектуру беспилотной авиационной системы (БПЛС), интегрированной с технологиями искусственного интеллекта, способной работать в составе геофизических партий. Автор осознанно не рассматривает типовые задачи вроде аэрофотосъемки или лазерного сканирования, сосредотачиваясь на более сложных сценариях мониторинга, анализа и управления.

Производственные вызовы геофизических проектов

Современные геофизические работы ведутся на обширных территориях, зачастую в удаленных и труднодоступных регионах. Проекты характеризуются высокой плотностью техники, протяженными логистическими цепочками, наличием большого количества персонала и жесткими сроками выполнения работ. В этих условиях даже незначительные сбои

могут приводить к серьезным финансовым потерям.

Среди ключевых вызовов можно выделить необходимость постоянного мониторинга ситуации на площади, контроля перемещения бригад и техники, наблюдения за буровыми установками и виброисточниками, оперативного реагирования на чрезвычайные происшествия, поиска пропавших сотрудников или единиц техники, а также фиксации нарушений технологической дисциплины. Традиционные методы контроля — визуальные обходы, радиосвязь, отчеты по факту — становятся недостаточно эффективными при увеличении масштаба проектов.

Именно в этой зоне возникает потенциал применения интеллектуальной БПЛС как инструмента круглосуточного надзора и аналитики.

Архитектура гипотетического комплекса

Предлагаемая концепция основывается на интеграции воздушных платформ различного класса с центральной системой управления и обработки данных.

Ядром комплекса является центральная система — пункт сбора и анализа информации. В нее поступают видеопотоки, телеметрия, навигационные данные, события, сформированные бортовыми алгоритмами. На основе поставленных задач система выполняет обработку и интерпретацию информации, формируя оператору понятные уведомления, предупреждения и рекомендации.

Воздушный сегмент может включать несколько классов аппаратов. Мультиро-торные платформы ближнего радиуса действия предназначены для детальной



инспекции и работы в радиусе до нескольких десятков километров. Аппараты самолетного типа на электротяге обеспечивают обзор средних дистанций и способны выполнять продолжительные патрульные маршруты. Более тяжелые аппараты дальнего радиуса с гибридной силовой установкой выполняют стратегический обзор территории и могут выступать ключевыми узлами сетевой инфраструктуры.

Подобная многоуровневая структура позволяет сочетать детализацию и масштабность наблюдения, обеспечивая непрерывное покрытие больших площадей.

Навигация в условиях ограниченного спутникового сигнала

Базой гражданской беспилотной авиации традиционно служат глобальные навигационные спутниковые системы — GPS, GLONASS, Galileo, BDS. Однако практика последних лет показывает, что стабильность GNSS-сигнала не может считаться гарантированной. Воздействие помех, ограничения доступа или иные внешние факторы делают необходимым переход к комплексированию навигационных источников.

Одним из направлений является

использование помехозащищенных GNSS-приемников с интеллектуальной фильтрацией ложных координат. Однако этого недостаточно.

Система визуального позиционирования, работающая с предзагруженными картами и ортофотопланами, позволяет определять координаты летательного аппарата без опоры на спутниковый сигнал. Алгоритмы компьютерного зрения сопоставляют текущий видеокادر с эталонной картографической базой, выделяют характерные признаки местности и вычисляют положение аппарата с допустимой погрешностью.

Дополнительным элементом выступает визуальная одометрия, оценивающая перемещение и ориентацию аппарата на основе анализа последовательности кадров и данных инерциальных датчиков.

Совместная работа камеры и IMU позволяет получать устойчивую оценку скорости, угла поворота и относительно-го смещения даже при отсутствии GNSS.

Таким образом, формируется гибридная навигационная система, устойчивая к внешним ограничениям и способная обеспечивать приемлемую точность в сложных условиях.



Сетевая инфраструктура

Передача данных в реальном времени требует устойчивой коммуникационной архитектуры. В качестве базового решения рассматривается динамическая Mesh-сеть (Mobile Ad-hoc Network), формируемая беспилотными аппаратами и, при необходимости, наземными узлами.

Каждый элемент системы выступает в роли узла, способного передавать, принимать и ретранслировать данные. Топология сети не является фиксированной: она адаптируется к расположению аппаратов, рельефу, погодным условиям и текущей активности. Возможны как прямые соединения между соседними узлами, так и многоскачковые маршруты передачи информации.

Подобная архитектура позволяет не только связать между собой элементы БПЛС, но и интегрировать их с наземной инфраструктурой сейсмопартии, формируя единое цифровое пространство управления проектом.

Искусственный интеллект и машинное зрение

Ключевым элементом комплекса является система машинного зрения, построенная на основе современных нейросетевых архитектур. Обработка видеопотока осуществляется с учетом пространственно-временной динамики: алгоритмы анализируют не отдельные кадры, а их последовательность, выявляя движение, изменение поведения объектов и аномальные события.

Для решения этих задач могут использоваться трехмерные сверточные сети (3D CNN), рекуррентные архитектуры (RNN, LSTM, GRU), а также гибридные модели, сочетающие извлечение пространственных признаков и анализ временных зависимостей.

Система способна обнаруживать и классифицировать объекты — персонал,



транспорт, животных, элементы инфраструктуры. Более того, она не ограничивается фиксацией факта присутствия: каждому объекту присваивается уникальный идентификатор, что позволяет отслеживать его траекторию, анализировать поведение, выявлять отклонения от нормы. Обнаружение кратковременных, но значимых событий — падение, столкновение, перегрев, вторжение — становится автоматизированным процессом.

Интеграция видеоданных с навигационной и телеметрической информацией формирует основу для построения аналитических отчетов, карт активности и прогнозирования рисков.

Сценарий практического применения

В рамках геофизического проекта комплекс может работать в режиме автоматического круглосуточного патрулирования. Перед началом смены производится загрузка геоданных, маршрутных заданий и зон повышенного внимания. После предполетной проверки аппараты распределяются по маршрутам в зависимости от класса и задач.

В процессе патрулирования данные частично обрабатываются на борту, а ключевые события передаются в центральную систему в реальном времени. При выявлении инцидента система автоматически инициирует сценарий реагирования: вылет ближайшего аппарата для сопровождения объекта, формирование отдельного канала видеотрансляции,



оповещение ответственных лиц.

В случае пропажи единицы техники может быть активирован алгоритм поискового спирального маршрута. При обнаружении тепловой аномалии — сценарий реагирования на пожар с одновременным мониторингом развития ситуации.

По завершении смены формируются отчеты об активности персонала и техники, статистика аномалий, карты перемещений и оценки эффективности.

Заключение и экономическая целесообразность внедрения

Внедрение БПЛС с элементами искусственного интеллекта в геофизические проекты следует рассматривать не как экспериментальную технологию, а как инструмент управления рисками и издержками.

Экономический эффект формируется по нескольким направлениям.

Во-первых, раннее выявление технических отклонений позволяет существенно сократить внеплановые простои оборудования. Даже один предотвращенный серьезный отказ буровой установки или виброисточника может компенсировать значительную часть затрат на внедрение системы.

Во-вторых, переход к предиктивному обслуживанию снижает расходы на аварийный ремонт и логистику запасных частей. Анализ тепловых и вибрацион-

ных аномалий дает возможность планировать вмешательство до возникновения критической ситуации.

В-третьих, автоматизация инспекций и мониторинга уменьшает потребность в дополнительных выездах персонала, снижая транспортные расходы и повышая безопасность сотрудников.

В-четвертых, системная фиксация событий и прозрачность процессов повышают управляемость проекта, что особенно важно при работе на удаленных и распределенных площадях.

Таким образом, при поэтапном внедрении и адаптации под конкретные производственные задачи БПЛС с ИИ способна обеспечить устойчивое снижение операционных рисков, повышение безопасности и рост эффективности. В горизонте одного-двух полевых сезонов система может выйти на уровень экономической окупаемости, а в долгосрочной перспективе стать неотъемлемым элементом цифровой инфраструктуры геофизического предприятия.

Главный вывод заключается в том, что интеллектуальная беспилотная система — это не дополнительная нагрузка на бюджет проекта, а инвестиция в предсказуемость, управляемость и устойчивость производственных процессов.

Подробнее об авторе



Жгенти
Никита Сергеевич

руководитель
подразделения «Ять авиа»
компании «Дельта Гео»,
г. Самара.

В статье использованы материалы из собственных разработок (www.yatavia.ru) и разработок партнеров, Лаборатория компьютерного зрения и Армикс.