

Создание цифровых топографических планов промышленных территорий на основе аэросъемочных данных

Т.В. Дедова, Р.А. Жетписов
АО «КазГеоКосмос», Алматы, Казахстан

Современный уровень развития цифровой аэрофотосъемки с использованием фотограмметрических технологий обработки данных открывает большие перспективы при создании и обновлении крупномасштабных топографических планов. Особенно это актуально при картировании бурно растущих и быстро меняющихся промышленных территорий.

Данная статья посвящена обзору работ АО «КазГеоКосмос» по созданию цифровых топографических планов на основе аэросъемочных данных для различных территорий промышленных площадок Республики Казахстан.

Для проведения аэросъемочных работ АО «КазГеоКосмос» обладает необходимым съ-

емочным оборудованием, а именно самолетом KingAirC90A и аэросъемочным комплексом UltraCam-X (Рис. 1).

При подготовке и выполнении аэрофотосъемочных работ выполняются все нормативно-технические требования, установленные «Основными положениями по аэрофотосъемке».

После выполнения этапа предварительной обработки данных аэросъемки выполняется весь цикл фотограмметрической обработки данных для создания цифровой модели рельефа и ортофотоплана.

Процесс создания топографических планов начинается на этапе построения цифрового рельефа местности в ЦФС PHOTOMOD.



Рисунок 1. Съёмочное оборудование.

Операторами проводятся структурные линии по объектам рельефа искусственного (дороги, технологические насыпи, обваловки трубопроводов, отвалы горных выработок и т.п.) и естественного (русла рек, линии водоразделов, тальвеги и пр.) происхождения (Рис. 2). Данная операция производится в стереорежиме, реализованном с помощью специальных стереомониторов PLANAR.

Данная технология позволяет получать различные выходные продукты. Так, например, с учетом структурных линий искусственного происхождения строится цифровая модель местности, отражающая реальное состояние картографируемого объекта, и необходимая для выполнения технологического проектирования.

Кроме того, для нанесения на топографический план средствами PHOTOMOD создаются горизонтали с требуемым сечением, учитывающие только формы рельефа естественного происхождения, согласно картографическим нормам, принятым в РК.

Финальное создание **крупномасштабных цифровых топографических карт и планов по данным аэрофотосъемки** производится в

программном комплексе ArcGIS на основе ортофотоплана.

Предшествующим этапом отрисовки карт является **Полевое дешифрирование**. Дешифрирование – это метод изучения местности по её изображению, полученному посредством аэросъемки. Во время проведения полевого дешифрирования выявляются и распознаются объекты по аэроизображению, и устанавливаются их качественные и количественные характеристики, а также проводится регистрация результатов в графической (условными знаками), цифровой и текстовой формах.

В зависимости от требований заказчика и условий местности проводится либо полное, либо выборочное полевое дешифрирование. На основе полученных аэросъемочных данных распечатываются планшеты, содержащие фрагмент аэроснимка соответствующего либо более крупного масштаба. Каждый дешифровщик на планшетах из твердого картона с распечаткой фрагмента аэроснимка наносит соответствующие пометки и поясняющие надписи (Рис. 3). Векторизация аэросъемочных данных и данных полевых измерений проводится в программном комплексе ArcGIS в формате базы геоданных.



Рисунок 2. Пикеты и структурные линии.



Рисунок 3. Нанесение характеристик в ходе полевого дешифрирования.

Оцифровка производится группой специалистов по планшетам соответствующего масштаба в разработанной базе геоданных и рабочем наборе. При оцифровке линейных и площадных объектов применяется операция Snapping по границам планшета. По окончании процесса векторизации все данные от каждого специалиста сливаются в одну базу методом LoadObject.

Согласно разработанной структуре базы геоданных, векторные картографические данные, как правило, состоят из следующих слоев:

- Строения;
- Гражданские объекты;
- Формы рельефа;
- Отметки высот;
- Ограждения;
- Реперы и геодезические пункты;
- Объекты гидрографии и гидротехники (лин.);
- Объекты гидрографии и гидротехники (точ.);
- Объекты гидрографии и гидротехники (полиг.);
- Промышленные объекты (лин.);
- Промышленные объекты (точ.);
- Промышленные объекты (полиг.);
- Почвенно-растительный покров (лин.);
- Почвенно-растительный покров (точ.);
- Почвенно-растительный покров (полиг.);
- Горизонтали;
- Покрытие автодорог;
- Объекты автотранспорта (лин.);
- Объекты автотранспорта (точ.).

В зависимости от требований каждого проекта структура базы геоданных может быть из-

менена и дополнена, например, определенные типы объектов могут быть вынесены в отдельный слой.

В разработанной базе геоданных, согласно требованиям конкретного заказчика и характеристикам промышленных объектов, адаптируются и дополняются кодированные атрибутивные домены, содержащие типы объектов топографической карты, встречающихся на контрактной территории.

Особое внимание уделяется промышленным объектам. Как правило, трубопроводы различного назначения, промышленные здания и т.п. разбиваются на подтипы, им присваиваются отдельные доменные номера. Из-за многочисленности выносятся в отдельные слои смотровые колодцы, столбы, линии электропередач и пр.

Так как экспортировать оцифрованные в стереорежиме структурные линии как естественного, так и искусственного назначения можно только в формате *.shp, то следующим этапом является преобразование линий в необходимые геометрические типы (например, полигоны) и конвертирование в соответствующие слои разработанной базы геоданных, с присвоением соответствующего доменного кода.

Созданные средствами PHOTOMOD на основе цифровой модели рельефа горизонтали с требуемым сечением также загружаются в базу геоданных с разбивкой на подтипы.

С целью правильного отображения и лучшего чтения рельефной ситуации согласно Условным знакам разработан алгоритм расчета местоположения и углов поворота указателей

направления скатов (бергштрихов) на замкнутых горизонталях, воспроизводящие характерные черты рельефа, такие как вершины и котловины. Алгоритм основан на использовании инструментов пространственного анализа, выделения и связывания атрибутивных таблиц пакета ArcToolbox программного комплекса ArcGIS.

Следующим этапом создания топографических карт является процедура проверки качества. Данная процедура состоит из нескольких этапов:

- Проверка соответствия, полноты и адекватности цифровых данных исходному растровому ортофотоплану с записью всех ошибок в специальный файл комментариев.
- Проверка соответствия семантических данных в атрибутивных таблицах данным дешифровки.
- Сводка листов (планшетов) на границах. Проверяется согласование объектов для южной и восточной границы каждого полностью проверяемого листа.
- Проверка данных на наличие объектов без указания кода классификации.
- Проверка несогласованности и опечаток в атрибутивных данных.
- Проверка корректности топологии для обеспечения правильных геометрических пространственных отношений между объектами. Производится с использованием стандартных

средств проверки топологии и пространственных запросов на предмет выявления различных ошибок.

После проведенной проверки данные в каждом слое при необходимости объединяются согласно коду классификации и атрибутивным данным.

В случае разработки двуязычной версии выходных материалов делается копия структуры базы геоданных с соответствующим описанием атрибутивных доменов на каждом языке с сохранением кодировки в обеих базах. Кроме того, в случае необходимости разрабатываются разноязычные версии рабочих наборов (*.mdx), в которых для удобства пользователей, названия слоев, типов объектов и пр. приведены на соответствующем языке.

Стили и метки в каждом слое рабочего набора настраиваются согласно условным обозначениям, приняты в РК («Условные обозначения для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500») (Рис. 4).

Согласно условиям технического задания векторные данные из формата ArcGIS также могут быть сконвертированы в любой другой векторный формат, как правило, это AutoCAD или MapINFO или преобразованы в растровый формат JPG или PDF.

Далее представлены примеры векторизации контрактных территорий проведенных специалистами компании АО «КазГеоКосмос», таких как Рудничные площадки Карагандинской области, территория уранового месторождения в Южно-казахстанской области и территория нефтяного месторождения в районе Каспийского моря (Рис. 5).



Рисунок 4. Картирование в ArcGIS.



Рисунок 5. Аэрофотоснимки и топопланы различных промышленных территорий.