

## **Photomod в газотранспортной отрасли. Опыт использования фотограмметрических методов при создании картографического банка данных ГИС магистральных газопроводов Украины**

**Михайленко А.Г.,**  
**руководитель Центра ГИС-технологий ОАО «ИПП «ВНИПИТРАНСГАЗ»**  
**Дорофеева С.В.,**  
**руководитель фотограмметрической группы ОАО «ИПП «ВНИПИТРАНСГАЗ»**  
**г.Киев, ул Эспланадная, 20,**  
**т.(380 44) 227-54-46,**  
[gis@vtg.com.ua](mailto:gis@vtg.com.ua)

На второй международной конференции пользователей системы "Photomod", которая проходила в прошлом году в Санкт-Петербурге, нами был представлен доклад о методике работ по созданию картографического банка данных ГИС магистральных трубопроводов. Это многофункциональный комплекс инженерно-геодезических изысканий магистральных трубопроводов с учетом их инфраструктуры и природных ландшафтов, систематизации паспортных данных об объектах, земельнокадастровой информации для ведения геоинформационных газотранспортных систем.

С 1995 года ОАО «ИПП «ВНИПИТРАНСГАЗ» ведет интенсивные работы в этом направлении. На нашем предприятии всегда использовались фотограмметрические методы получения топографических данных. А с 1997 года ОАО "ИПП ВНИПИТРАНСГАЗ" стал постоянным пользователем программных продуктов фирмы "Ракурс". По ходу совершенствования программы "Photomod", наш институт на конкретных объектах опробовал различные версии данной программы, объединив их с геоинформационными технологиями "Bentley Systems" (США), используемыми нами (как внутренний производственный стандарт) и нашими заказчиками.

В 2002 году были выполнены комплекс работ по паспортизации 327 км магистральных газопроводов Лубенского линейно-производственного управления Киевтрансгаза. Значительная часть данных была получена с использованием программного комплекса "Photomod" версии 3.11.54. Именно, на этом объекте данная версия доказала свою эффективность, особенно в тех местах где инструментальная съемка была затруднительной – либо из-за значительной заболоченности и обводненности территории, либо из-за сильной расчлененности рельефа (перепады высот по многим балкам и оврагам достигали 45 метров).

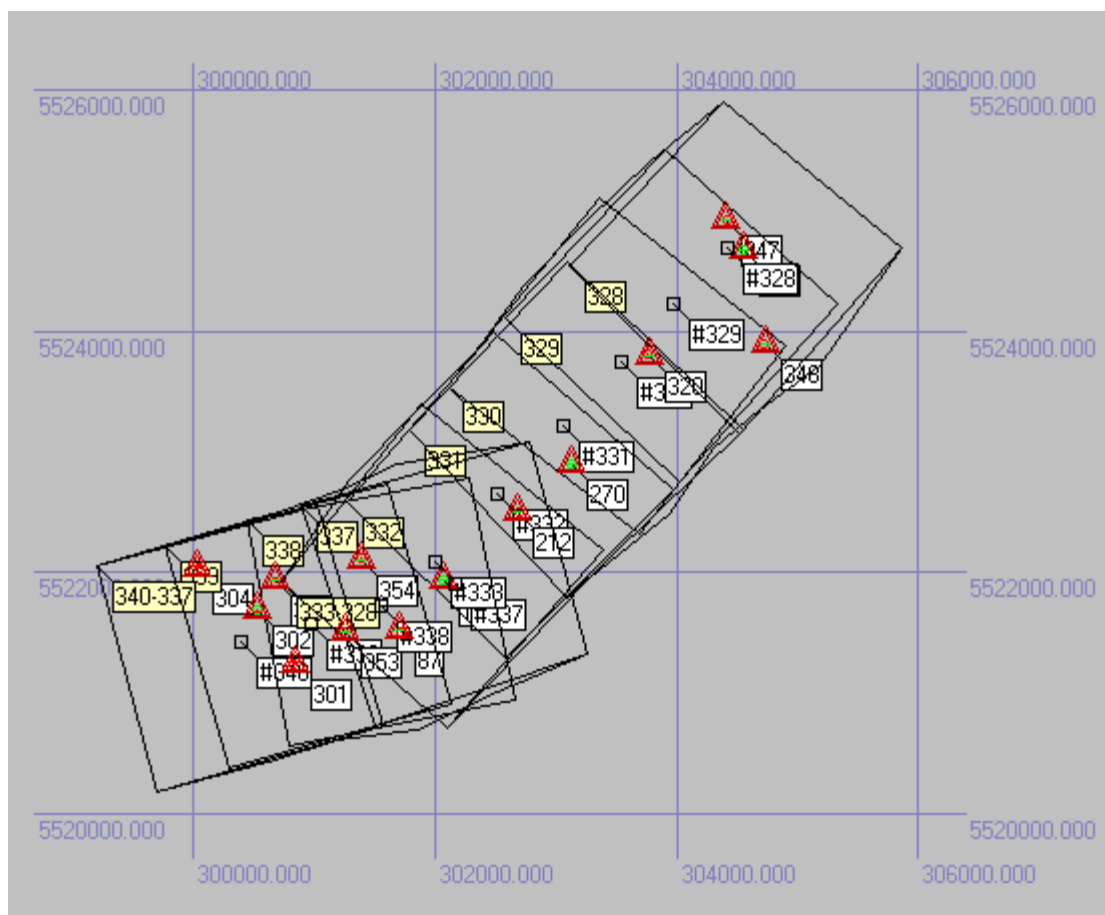
Далее мы поподробнее остановимся на данной работе, где были применены в значительной части фотограмметрические методы и программа "Photomod".

- 1) В начале работ были выполнены аэрофотосъемочные работы (АФС) с использованием камеры Zeiss LMK-1520 и цветной пленки Agfa. Учитывая, что наш объект линейный, коридор магистральных трубопроводов, маршруты в основном были одиночные с масштабом залета 1: 8 000.
- 2) Далее выполнялись работы по сгущению опорной геодезической сети с использованием высокоточных спутниковых методов и 2-х частотных GPS-приемников фирмы Carl Zeiss.

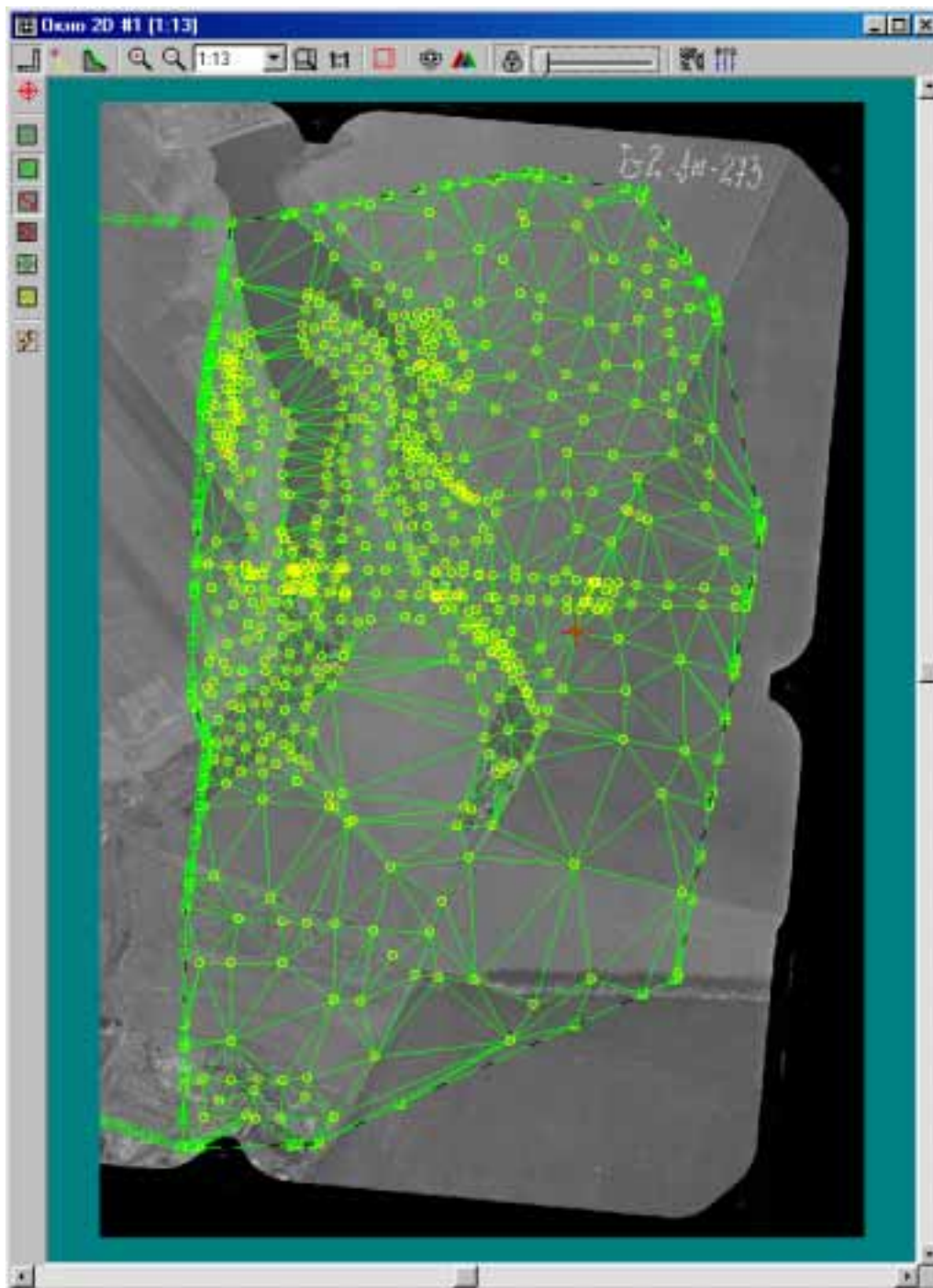
- 3) Также были проложены хода с привязкой к пунктам GPS для создания съемочной сети. Прокладка ходов производилась высокоточными электронными тахеометрами GTS-601 фирмы TOPCON (Япония) и Elta S-20 фирмы Carl Zeiss (Германия).
- 4) Одновременно с проложением ходов были выполнены геодезические работы по локализации и координированию трасс магистральных газопроводов. Были сняты сами газопроводы, с указанием фактической глубины залегания труб и технологические кабели, пересечения подземных и наземных коммуникаций. Все измерения производились с точностью 0,01м, а ошибка определения глубины была не больше 3%.
- 5) Из-за специфики и необходимости проведения инструментальных топосъемочных работ, фотограмметрическая обработка материалов АФС планировалась и выполнялась фрагментарно. Был отобран 21 участок трассы трубопроводов, где полевая инструментальная съемка была затруднительной и ресурсоемкой - 16 переходов через балки с большими перепадами по высоте и 5 значительно заболоченных переходов через долины рек. Общая протяженность переходов составила 47,3 км. В качестве опознаков выбирались четко определяемые на снимках и местности характерные объекты (столбы ЛЭП, объекты магистральных газопроводов). Точность координирования опознаков не ниже 0,05 м.
- 6) По привязанным снимкам мы приступили к фотограмметрическим камеральным работам, Использование программы "Photomod" можно разбить на несколько этапов.
  - 6.1. Было произведено фотограмметрическое сгущение опорной сети в модуле АТ системы "Photomod". Каждый переход через природные препятствия для удобства был рассмотрен нами как отдельный проект. Таким образом, нам предстояла работа с 21 проектом.
  - 6.2. Следующим этапом было уравнивание блока и вычисление элементов внешнего ориентирования в модуле Photomod Solver, которое проходило методом независимых маршрутов. Требуемая точность для пользователей составляла по X, Y = 0,3 м, по Z = 0,4 м. В случае несоответствия этим требованиям происходил повтор измерений опорных точек в стерео режиме на предыдущем этапе в модуле Photomod АТ.

	0.135	0.155	0.0371	0.205
среднеквадратическое:				
средний модуль:	0.117	0.126	0.0362	0.196
максимальное:	0.253	0.260	0.0595	0.276

Здесь же создавалась схема уравнивания блока, которая наглядно изображала снимки и опорные точки с ошибками.

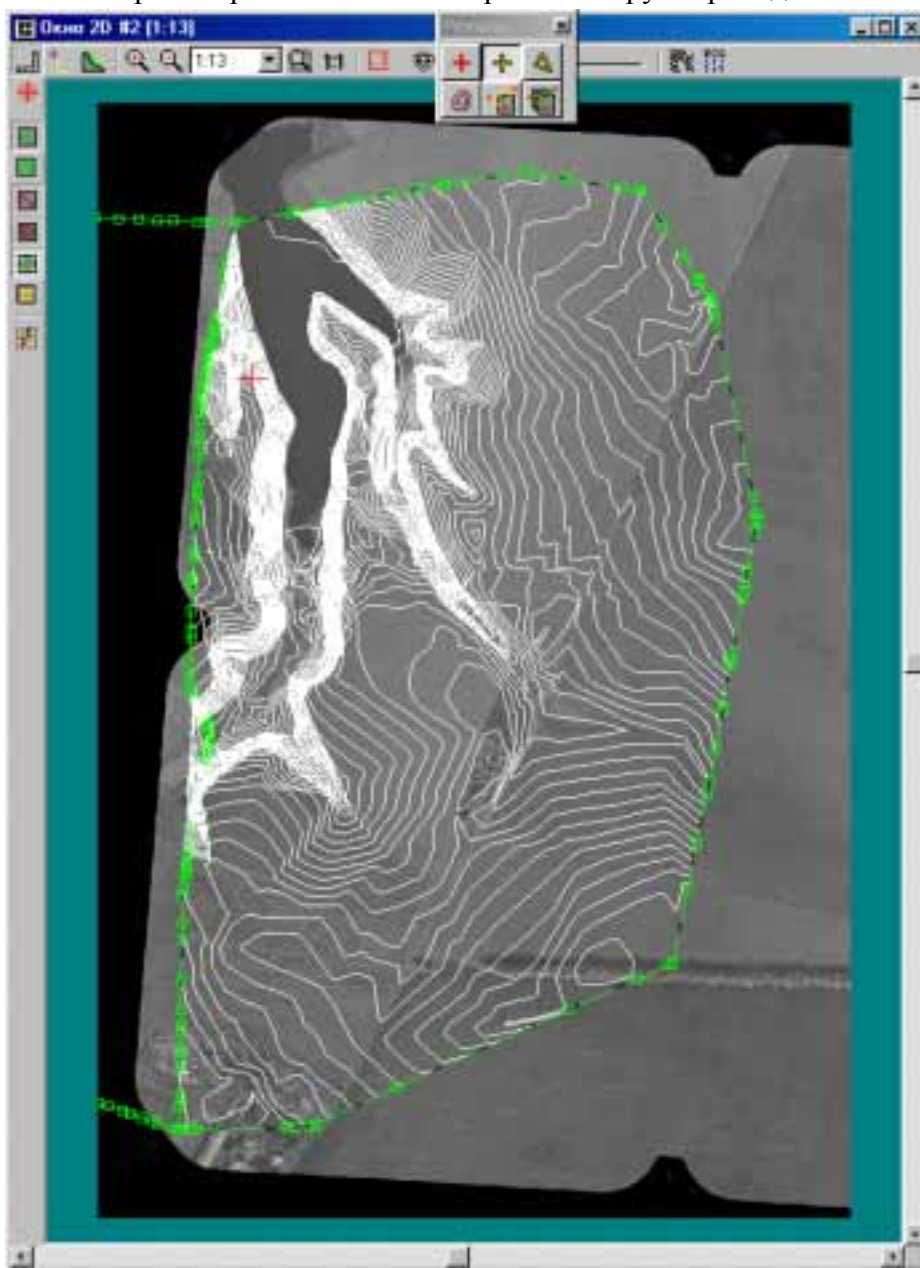


- 6.3. Очень важный этап - импорт в модуль Photomod StereoDraw векторных объектов. Векторными объектами в нашем производстве являются данные инструментальной съемки (магистральные газопроводы и кабельные линии связи, а также вся их инфраструктура), то есть все пикеты набранные во время полевых работ. В стерео режиме сразу же был сделан контроль того, как соотносятся эти данные с поверхностью модели. Результат был не плохим. Фактически все пикеты были расположены на поверхности модели в пределах допуска.
- 6.4. Построение и редактирование цифровой модели рельефа TIN в модуле Photomod DTM для каждой стереопары блока проводилось по адаптивной модели с импортированными векторными объектами.



- 6.5. Построение горизонталей проводилось с сечением 0,5 м по построенным TINам. Следует отметить, что если модель рельефа была построена достаточно достоверно на предыдущем этапе, то редактирование горизонталей фактически сводилось к нулю. На приведенной ниже вставке хорошо видно, как ложатся горизонтали на модель рельефа.
- 6.6. Важный этап - вырезание фрагментов TINа и горизонталей по границам глобальных областей. От корректности создания глобальных областей в свою очередь зависело качество сшивки стереопар и горизонталей. Учитывая, что наш объект

линейный, и нам необходим определенный коридор по ширине от магистральных трубопроводов, к созданию глобальных областей мы подходили таким образом, что их центр проходил ориентировочно по магистральным трубопроводам.

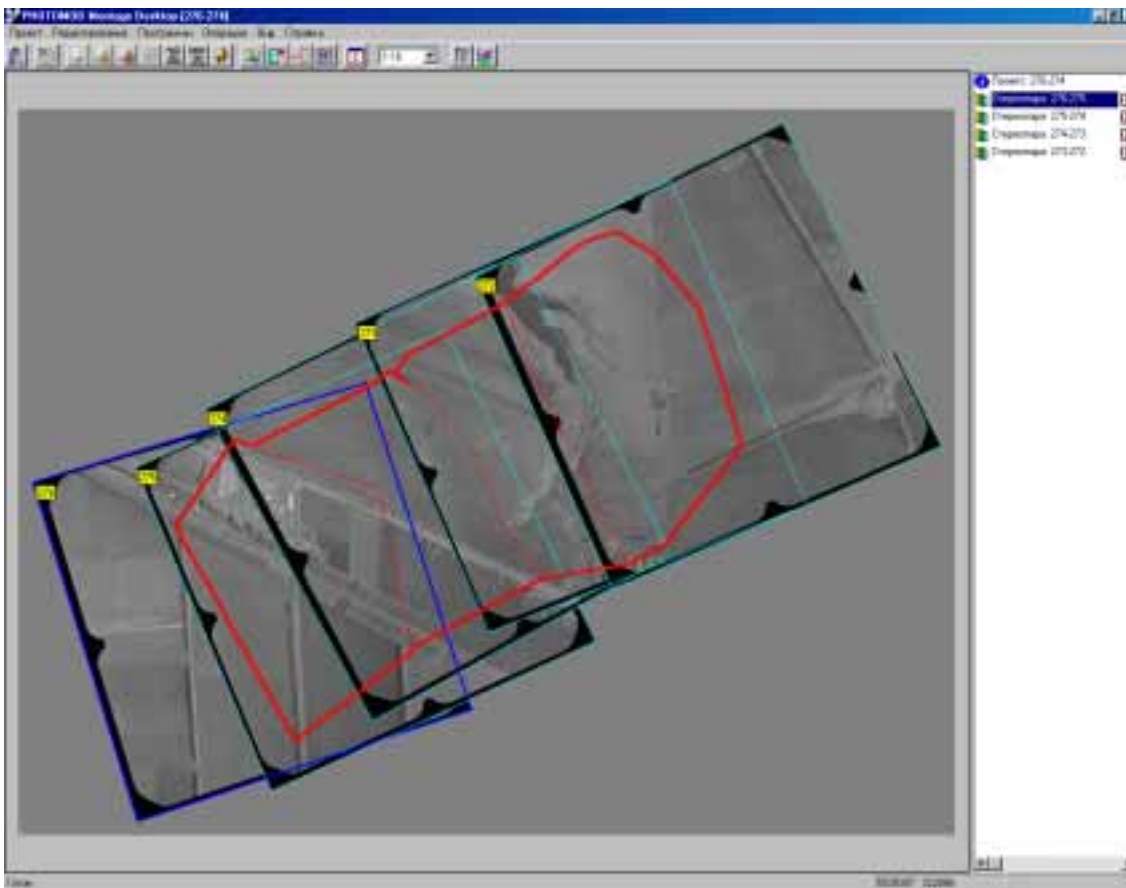


- 6.7. Хотелось бы отметить очень удобный для пользователей момент в данной версии - автоматическое построение модели рельефа (DEM) на весь блок в модуле Photomod Montage Desktop (сшивка фрагментов моделей рельефа каждой стереопары по границам глобальных областей). До этой версии мы были вынуждены тратить много времени на соединение локальных моделей рельефа в единую в программе MicroStation.
- 6.8. Автоматическое построение горизонталей на весь блок в этом же модуле - был наш следующий этап. Пожалуй, единственный вопрос, который возник у нас при работе с данной версией – это сшивка горизонталей на маршрутах с количеством снимков



более 10 . Почему-то в таких случаях часть горизонталей пропадала. Выход мы нашли путем разбивки на 2 части сшитых горизонталей, но вопрос у нас так и остался открытым.

- 6.9. Построение ортофотоплана на весь блок изображений в модуле Photomod Mosaic - конечная операция в нашей технологии по использованию данного программного продукта.



- 7) Далее мы производим экспорт ортофотопланов и моделей рельефа в программные модули "Bentley Systems" и уже в редакторе "MicroStation" доводим наши материалы до того вида, который необходим заказчику: создаем крупномасштабные топографические планы и ортофотопланы коридора магистральных трубопроводов. Технология данного этапа заключается в наложении на ортофотоплан всего блока объектов оцифрованных топографических карт масштаба 1:10 000, (с их обновлением) и объектов магистральных газопроводов, снятых в процессе инструментальной съемки.

Таким образом, аэрофотограмметрическим способом по нашей технологии создаются топографические планы:

- нарушений охранной зоны магистральных газопроводов масштаба 1:2 000;
- переходов через природные преграды (долины рек, балки, болота) в масштабе 1:1 000. В таком случае инструментально в поле проводится съемка лишь магистральных газопроводов, их

технологических объектов и подземной инженерной инфраструктуры.

Вышеизложенная методика является законченной технологической цепочкой, которая обеспечивает универсальность технологии, позволяет решать разнообразные задачи по созданию крупномасштабных карт и ведению ГИС, при этом являясь еще и экономически эффективной как для заказчика работ, так и для исполнителя.