

# КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ — НОВАЯ ПРОГРАММА КОМПЛЕКСА КРЕДО

Д.В. Грохольский (КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»)

В 2007 г. окончил Военный институт (топографический) военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (Санкт-Петербург) по специальности «астрономогеодезия». Служил в ВС Республики Беларусь. С 2012 г. работает в ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ», в настоящее время — главный аналитик геодезического направления.

Компания «КРЕДО-ДИАЛОГ» с 2016 г. разрабатывает и совершенствует программу для обработки облаков точек, полученных методом лазерного сканирования, и создания на их основе цифровых моделей местности (ЦММ) — КРЕДО 3D СКАН [1]. Программа получила широкое распространение, в том числе среди специалистов, создающих ЦММ по результатам фотограмметрической обработки изображений (фотоснимков), полученных в результате аэрофотосъемки. При этом пользователями неоднократно высказывались пожелания включить в программный комплекс КРЕДО программу для фотограмметрической обработки изображений.

Командой разработчиков программы геодезического направления компании накоплен большой опыт работы с растрами, облаками точек, алгоритмами машинного зрения и анализа изображений. Вместе с тем задача восстановления трехмерной структуры на основе фотоизображений рассматривалась только в публикациях, предусматривающих классические подходы и алгоритмы в библиотеках с открытым исходным кодом. По большей части развитие эта область получила благодаря прогрессу робототехники и востребованности алгоритмов машинного зрения.

В августе 2021 г. вышла новая программа, вошедшая в программный комплекс КРЕДО, —

КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ 1.0. Она является частью геодезического направления и имеет все возможности работы с другими программами на платформе КРЕДО III. В программу вошли общие модули, позволяющие работать в двухмерном (2D) и в трехмерном (3D) видах, выбирать системы координат, обрабатывать облака точек, создавать ЦММ, импортировать и экспортировать данные.

Главной особенностью новой программы является возможность выполнения полного комплекса работ — от фотограмметрической обработки изображений до получения цифровой модели местности и экспорта в распространенные форматы обмена данными: DXF/DWG, LandXML/TopoXML.

В программу добавлены все необходимые инструменты для обработки облаков точек, которые реализованы в программе КРЕДО 3D СКАН: фильтрация, классификация, выделение рельефа, создание топографических объектов [2]. Кроме того, она позволяет импортировать облака точек из сторонних приложений, а также результаты топографической съемки (рис. 1).

Фотограмметрическая обработка в программе КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ реализована на основе современных комплексов алгоритмов. Процесс расчета полностью автоматизирован

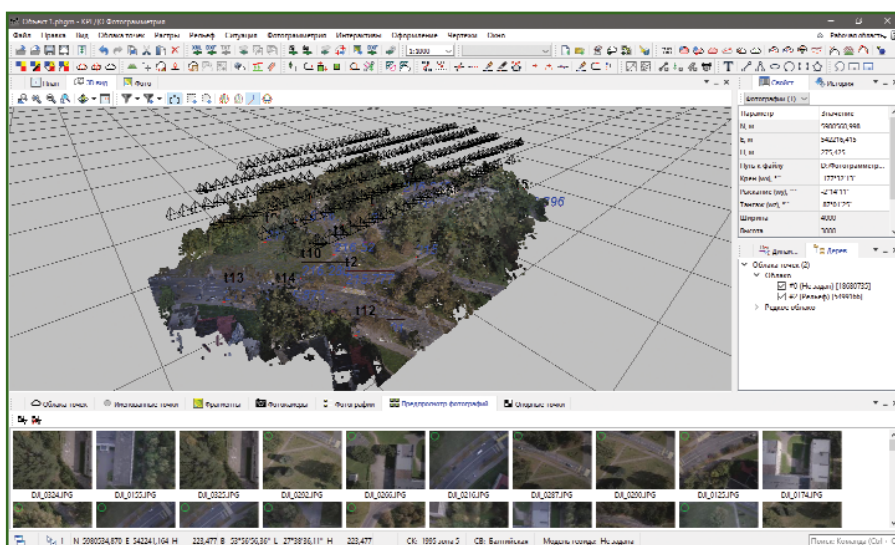


Рис. 1

Главное окно программы КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ

и не требует от пользователя специальных знаний в области фотограмметрии. Для получения результата необходимо выбрать систему координат, указать изображение для обработки, создать или выполнить импорт координат опорных точек, указать их положение на фото и запустить расчет. В результате получается облако точек и, при необходимости, ортофотоплан. При всей автоматизации и простоте программа позволяет управлять всеми этапами расчета. Для каждого из них имеется возможность настраивать параметры алгоритма.

Конвейер обработки данных в КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ включает следующие этапы.

1. *Поиск характерных точек на фото.* Используется хорошо зарекомендовавший себя алгоритм масштабнo-инвариантной трансформации признаков. Этот алгоритм получил широкое распространение в ряде задач распознавания объектов, машинного зрения и других.

2. *Совмещение фото.* По ограниченному набору характерных точек проверяется наличие области перекрытия соседних фото и формируются стереопары.

3. *Сопоставление характерных точек.* Для каждой стереопары на основе внутренних признаков и геометрии взаимного расположения выполняется сопоставление характерных точек, в результате чего формируется набор связующих точек.

4. *Уравнивание.* На этом этапе решается нелинейная задача минимизации целевой функции. Целевая функция содержит взвешенные невязки положений точек, позиций и направлений на фото. Для пользователей доступно назначение весов, таким образом можно задавать степень влияния априорных элементов ориентирования фото или опорных точек. В ходе уравнивания рассчиты-

ваются элементы внешнего и внутреннего ориентирования фото, оцениваются невязки для опорных точек. Визуализацией результатов уравнивания является так называемое редкое (разреженное) облако точек — для всех связующих точек, участвовавших в уравнивании, создаются точки в трехмерной системе координат (3D точки) на основе урвненных элементов ориентирования.

5. *Генерация карт глубин.* В КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ карты глубин стереоизображения формируются в плоскости стереопары. Карта глубин — это матрица с расстояниями от камеры до точек объектов на фото для каждой стереопары (в области перекрытия). Именно для этого этапа важно отсутствие «улетевших» точек, так как на точность карты глубин влияет диапазон расстояний до точек объектов. Для пользователей доступна настройка уменьшения разрешения фото. Для фото с меньшим разрешением можно быстрее выполнить расчет, уменьшить потребность в ресурсах компьютера, также такое изображение содержит меньше шумов, но вместе с тем имеет меньшую плотность облака точек и меньше деталей.

6. *Усреднение карт глубин.* Перекрывающиеся карты глубин соседних стереопар усредняются, незаполненные области интерполируются. Можно выполнить дополнительную фильтра-

цию, исключив карты глубин, полученные из количества стереопар меньше порогового.

7. *Слияние карт глубин.* Финальный этап, на котором на основе карт глубин формируется плотное облако точек. Плотность облака зависит как от параметров камеры и высоты полета при аэрофотосъемке, так и от настроек генерации карт глубин.

8. *Постобработка облака точек* (этап можно отключить). Выполняется расчет нормалей и плотности облака точек, фильтрация изолированных точек.

9. *Создание ортофотоплана* (дополнительный этап). Используются рассчитанные карты глубин и исходные фотоснимки. Выполняется орторектификация (ортотрансформирование) отдельных снимков, формирование ортомозаики, выравнивание яркости фото и шивка ортотрансформированных снимков.

Возможен запуск всего конвейера расчетов, результатом которого будет плотное облако точек. Есть возможность завершить расчет на этапе уравнивания, что позволяет оценить результат до выполнения ресурсоемких этапов генерации плотного облака точек. Особенностью программы является связь редкого облака точек и связующих точек: редактируя редкое облако точек обычными инструментами, можно удалить «вылетевшие» точки, которые

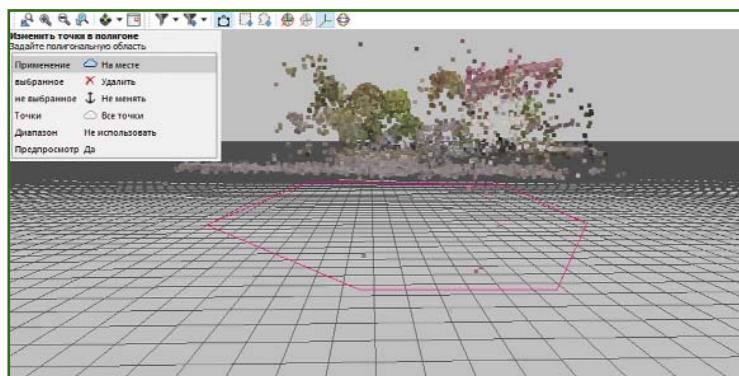


Рис. 2

Удаление шумов в редком облаке точек

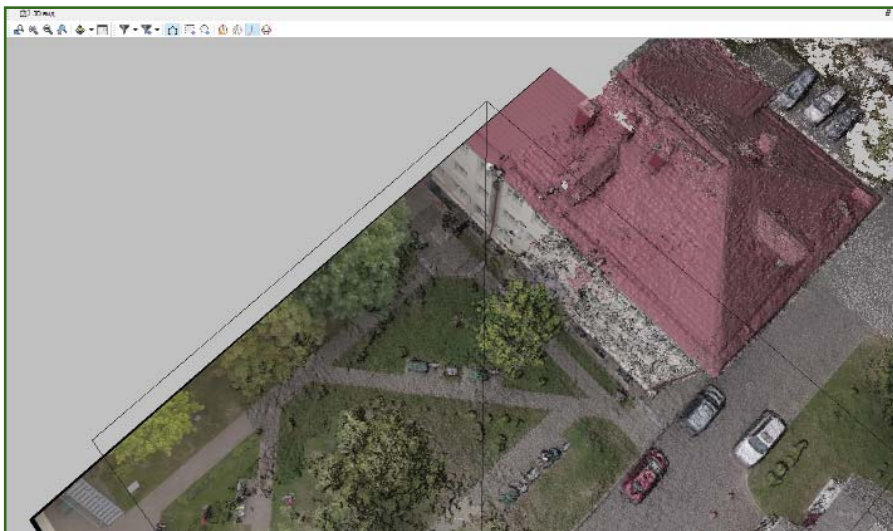


Рис. 3

Режим совмещенного просмотра исходного фотоизображения, полученного при аэрофотосъемке, и облака точек

являются, как правило, результатом некорректного совмещения характерных точек. Очистка облака точек от шумов позволяет добиться лучшего результата на последующих этапах (рис. 2).

Результаты расчета, полученные на всех этапах, хранятся до конца работы над проектом. Таким образом, изменение параметров повлечет за собой пересчет только на этапах, выбранных исполнителем. При работе над большими проектами это может дать существенное преимущество по времени.

Несмотря на то, что в программе был реализован стандартный конвейер фотограмметрической обработки, в процессе разработки пришлось решить ряд непростых задач, чтобы добиться оптимальной производительности, масштабировать алгоритмы для проектов любых размеров, сделать расчет понятным и удобным для пользователей.

Для больших проектов в программе предусмотрена возможность расчета с использованием вычислительных ресурсов компьютеров, объединенных в локальную сеть организации. Для этого необходимо установить компонент Microsoft MPI и

выполнить простые настройки. Ресурсоемкие операции поиска характерных точек и генерации карт глубин при этом выполняются параллельно.

Материалы, полученные в результате фотограмметрической обработки (плотное облако точек и ортофотоплан), могут быть экспортированы в распространенные форматы данных или использованы в качестве основы для создания ЦММ в программе КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ. Наличие в проекте исходных фотоизображений и возможность быстрого и удобного выбора и просмотра любого из них позволяет при необходимости уточнять характеристики объектов или другие детали, недоступные для анализа на ортофотоплане или в облаке точек (рис. 3).

С помощью проверенных и хорошо зарекомендовавших себя в программе КРЕДО 3D СКАН инструментов фильтрации и классификации облаков точек, создания и редактирования ситуации в плане и в 3D, интерактивного распознавания объектов пользователи смогут решать задачи создания цифровой модели местности. Кроме

того, в программе есть возможность расчета объемов по облакам точек, а также набор инструментов для создания моделей карьеров и открытых горных выработок.

Разработчики продолжают оптимизировать алгоритмы, повышать эффективность расчетов и удобство использования функциональности программы. С выходом программы КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ программный комплекс КРЕДО позволяет выполнять обработку данных, полученных всеми современными методами сбора информации о местности, в единой информационной среде.

На официальном сайте компании «КРЕДО-ДИАЛОГ» можно подробнее ознакомиться с функциональными возможностями программы КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ, а также заказать ее временную версию сроком на 2 недели. Кроме того, всем пользователям КРЕДО 3D СКАН 1.6 (с действующей услугой «Подписка») программа будет предоставляться по заявке бесплатно до конца 2021 г.



#### ▼ Список литературы

1. Кукареко И.С., Грохольский Д.В. CREDO 3D СКАН — новое решение для обработки данных лазерного сканирования // Геопрофи. — 2016. — № 1. — С. 41–43.
2. Грохольский Д.В. Классификация облаков точек и создание ЦММ в новой версии программы КРЕДО 3D СКАН // Геопрофи. — 2019. — № 4. — С. 12–15.



ООО «КОМПАНИЯ  
«КРЕДО-ДИАЛОГ»

Тел: (499) 350-73-15

E-mail:

market@credo-dialogue.com

www.credo-dialogue.ru