

НОВАЯ ВЕРСИЯ ПРОГРАММЫ КРЕДО 3D СКАН 1.4

В.О. Литвинов («КД-инжиниринг», Екатеринбург)

В 2016 г. окончил Уральский государственный горный университет (Екатеринбург) с присвоением квалификации бакалавр по направлению «кадастр недвижимости», в 2018 г. — Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ, Екатеринбург) с присвоением квалификации магистр по направлению «геодезия и дистанционное зондирование». С 2018 г. — аспирант УрФУ по направлению «геодезия». С 2014 г. работал в ООО «НПЦ УралГеоСтандарт» (Екатеринбург). С 2016 г. работает в ООО «КД-инжиниринг», в настоящее время — инженер.

Метод лазерного сканирования активно внедряется в производственную деятельность, что позволяет повысить эффективность работ и снизить затраты. Важную роль в данном направлении играют производители оборудования, которые предлагают не менее качественные, но более доступные средства измерений, позволяющие все большему количеству организаций использовать технологии, основанные на этом методе, на практике. В свою очередь разработчики программного обеспечения (ПО) создают целые комплексы программ для быстрой и качественной обработки значительных объемов пространственных данных. Кроме того, адаптация ПО под локальные требования считается неоспоримым конкурентным преимуществом.

Программный комплекс (ПК) КРЕДО уже более 30 лет представлен на рынке геопространственных услуг. Он состоит из около 30 программ, связанных в единую технологическую цепочку и позволяющих решать различные задачи. Все программы сертифицированы и включены в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [1].

Одной из них является программа КРЕДО 3D СКАН, предназначенная для создания цифровых моделей местности (ЦММ)

на основе облаков точек, получаемых либо методом лазерного сканирования, либо фотограмметрическим методом.

КРЕДО 3D СКАН — одна из новых программ ПК КРЕДО, которая активно развивается с 2015 г. Разработчики и аналитики компании «Кредо-Диалог» постоянно совершенствуют ее функциональность и повышают эффективность работы. В 2019 г. в журнале «Геопрофи» была подробно представлена версия 1.2 программы КРЕДО 3D СКАН [2]. В марте 2020 г. вышло ее очередное обновление — КРЕДО 3D СКАН 1.4.

В данной статье приводится обзор лишь некоторых возможностей программы с учетом применения функций, которые вошли в состав новой версии.

▼ Выделение (классификация) рельефа

Первым и важным этапом при создании ЦММ является

выделение (классификация) из облака таких точек, которые относятся к рельефу земной поверхности. С первой версии в программе постепенно развиваются алгоритмы по качественному выделению рельефа из облака точек. Но перед тем как выделять рельеф, необходимо очистить облако от точек, находящихся ниже поверхности рельефа (нижнего шума), которые могут привести к некорректной классификации. В программе реализовано несколько алгоритмов поиска и удаления нижнего шума. Кроме того, существует алгоритм, который классифицирует изолированные точки, причем неважно — находятся они под или над поверхностью рельефа. Используя один или комбинацию алгоритмов, пользователь может быстро очистить облако точек от таких шумов.

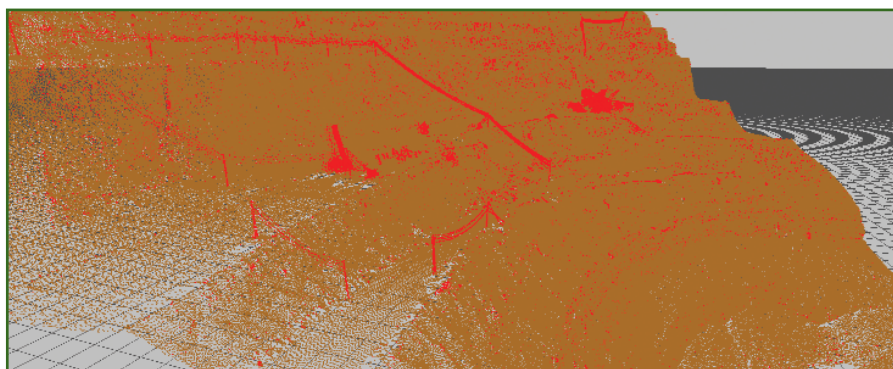


Рис. 1

Пример классификации рельефа с крутыми склонами

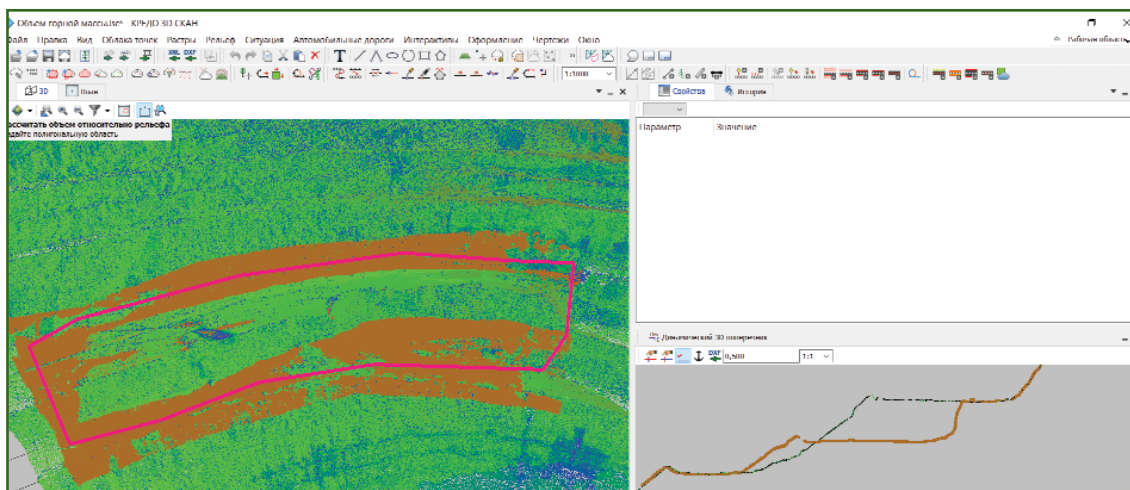


Рис. 2

Облака с выделенными точками, относящимися к рельефу, полученные в разное время (слева), и окно динамического 3D-поперечника (справа)

Качественно выделить точки облака, относящиеся к рельефу, позволяют алгоритмы, которые подходят для различных облаков и типов местности. Подобрав параметры, подходящие под конкретные задачи, пользователь может классифицировать рельеф без потери данных. При необходимости, выделенные из облака точки рельефа можно передать (объединить) в новое облако.

Важно отметить, что правильно подобранные параметры для одного объекта, могут не сработать на другом, так как все зависит от самого облака точек. Например, фильтр, качественно удаляющий растительность на плотном облаке точек, не сработает на облаке точек с большими перепадами высот точек рельефа. Наоборот, он может «срезать» нужные участки рельефа.

Возможности программы позволяют использовать ее в различных областях, например, в горном деле. Рассмотрим ситуацию, описанную выше. Имеется облако точек рельефа, представленного крутыми склонами. В результате выделения рельефа теряются важные данные — происходит его «срезка». Предусмотрев это, разработчики добавили специальный алгоритм выделения крутых

склонов рельефа, который не допускает неверной классификации точек в подобной ситуации.

На рис. 1 отчетливо видна работа алгоритма классификации рельефа с крутыми склонами. Важные части рельефа — бровки и уступы (точки облака, окрашенные в коричневый цвет) — не затронуты, а строительная техника, объекты инфраструктуры (точки облака, окрашенные в красный цвет) классифицированы как шум. В данном случае применена простая классификация — «рельеф — не рельеф».

В программе также предусмотрена более сложная классификация точек в облаке. Использование 20-ти базовых классификационных слоев в соответствии с обменным форматом LAS Американского общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ASPRS) позволяет выполнить классификацию точек в облаке по слоям — по их принадлежности к тому или иному типу объекта местности (рельеф, линии электропередачи, здания, мосты и т. д.) [1]. Кроме 20 базовых слоев имеется возможность добавлять пользовательские слои.

▼ Расчет объемов между облаками точек

Версия КРЕДО 3D СКАН 1.4 включает функцию расчета объемов между моделью рельефа и облаком точек рельефа. Моделью рельефа может являться облако точек рельефа, матрица высот (DEM-модель) или поверхность (TIN).

Рассмотрим новую функцию на локальном примере. На участке облака точек необходимо рассчитать объем вынудой горной массы. Имеется два облака точек, полученных в разное время. Предварительно была проведена классификация «рельеф — не рельеф» — в облаках, полученных в разное время, выделены точки, относящиеся к рельефу (рис.2, слева, точки зеленого и коричневого цветов).

Окно динамического 3D-поперечника позволяет просматривать сечение облаков точек, полученных в разное время (рис. 2, справа). На рис. 2 (слева) видно, как изменился профиль рельефа карьера за промежуток времени между двумя измерениями.

В окне динамического 3D-поперечника не только отображается сечение облаков точек, но и можно создавать графические

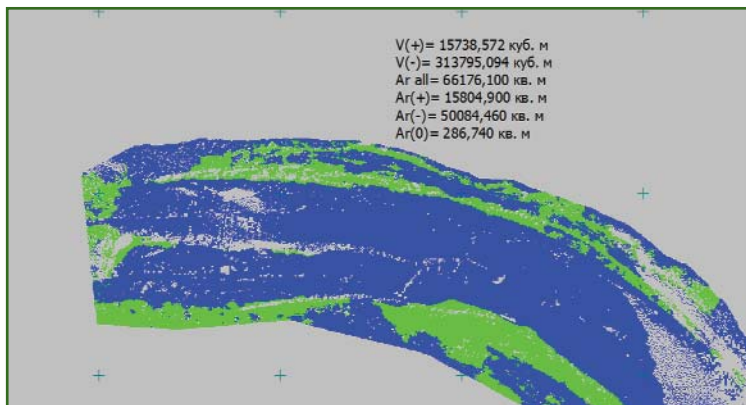


Рис. 3
 Растр, на котором разными цветами отображены участки выемки, насыпи и нулевых работ

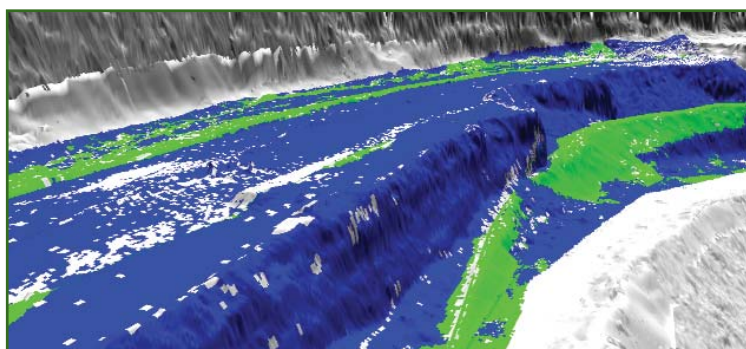


Рис. 4
 Матрица высот в облаке, окрашенная в соответствии с рассчитанными объемами работ

объекты, выполнять измерения, экспортировать данные в формат DXF.

Выбрав команду «Рассчитать объем относительно рельефа», пользователь определяет условия действий и параметры алгоритма. Кроме того, расчет объемов может происходить как по всему облаку, так и в определенном контуре (рис. 2, контур красного цвета).

В результате выполнения команды создается растр с текстовой информацией о результатах расчета объемов горной массы, который можно считать картограммой земляных работ. На созданном растре различными цветами отображаются участки выемки, насыпи и нулевых работ (рис. 3).

В окне «План» появилась возможность создать матрицу высот точек рельефа в облаке,

окрашенную в соответствии с рассчитанными объемами работ, что повышает информативность выполненной задачи (рис. 4).

Таким образом, выполнив простую классификацию «рельеф — не рельеф», появляется возможность рассчитать объем

вынутой горной массы. Данный алгоритм можно применить и к различным задачам, требующим определения объемов, например, складированного материала. Для более точного расчета объемов в качестве модели рельефа рекомендуется выбирать матрицу высот. Это позволяет более точно и быстро рассчитать объем.

▼ **Автоматическое распознавание бровок рельефа**

Рассмотрим еще одну локальную задачу на этом же примере. В программе реализована методика автоматизированного поиска линий излома рельефа (бровок) с созданием векторных структурных линий. Поиск выполняется в несколько этапов, на каждом из которых можно оценить полноту и качество работы алгоритма, уточнить параметры для достижения наилучшего результата.

Финальный этап выделения бровок позволяет интерактивно управлять параметрами и видеть в режиме предварительного просмотра результат, получаемый на основе текущего значения параметров.

Конечным результатом являются созданные бровки двух типов (верхняя или нижняя) (рис. 5). Полученные данные можно экспортировать в программы ПК КРЕДО или другие программы для дальнейшей работы с рельефом.

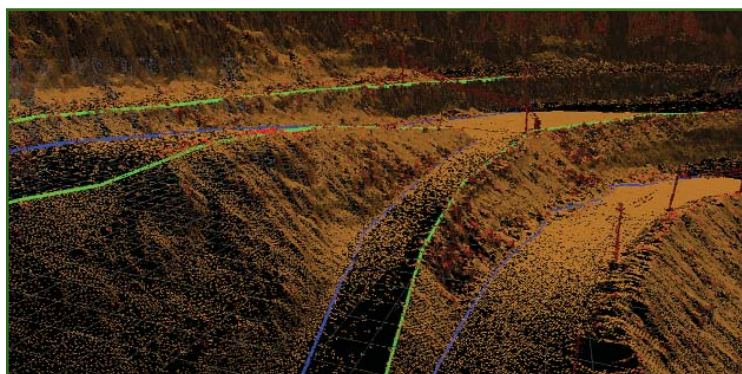


Рис. 5
 Созданные векторные структурные линии — верхние и нижние бровки

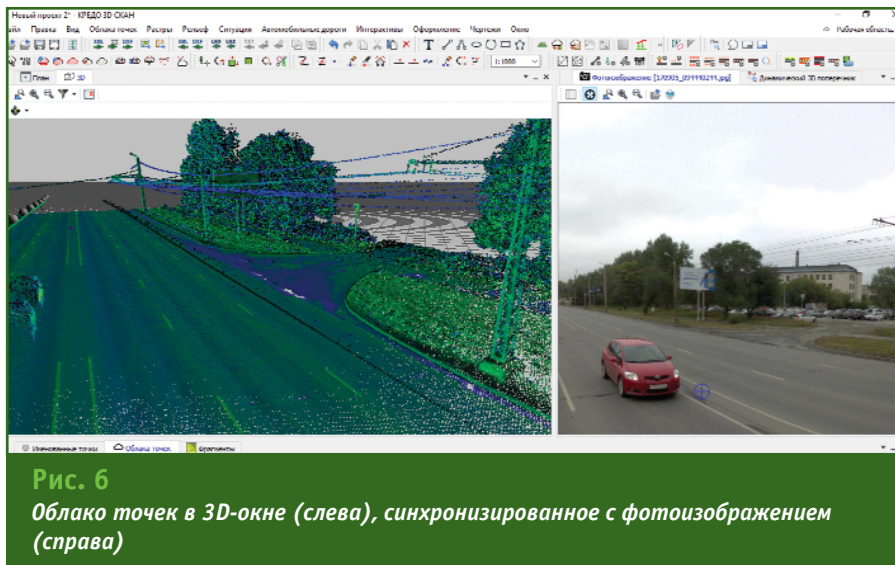


Рис. 6

Облако точек в 3D-окне (слева), синхронизированное с фотоизображением (справа)

Пользователь может проредить полученное облако точек в зависимости от требований к цифровой модели рельефа (максимальное расстояние между точками на плоских участках, минимальный отображаемый размер микроформ рельефа). В результате будет создано облако, содержащее число точек, сопоставимое с числом пикетов при инструментальной топографической съемке. По прореженным (каркасным) точкам облака можно построить поверхность (TIN). При необходимости, настраиваются параметры отображения цифровой модели рельефа (шаг горизонталей, подписи и т. п.).

▼ Выделение границ замкнутых пространств

Программа позволяет выполнить классификацию точек внешних границ замкнутых пространств (подземные горные выработки, помещения). В результате работы этой функции точки облака классифицируются как точки границ пространства или внутренние точки — шум (технологическое оборудование, люди, предметы).

▼ Создание ситуации по облакам точек

Создание топографических объектов по облакам точек может выполняться вручную в

окне «План» или в 3D-окне как отдельно, так и одновременно. Это существенно упрощает отрисовку сложных линейных и площадных объектов. После выбора в облаке точек объекта открывается классификатор топографических объектов, в котором выбирается нужный объект. При этом он отображается и в окне «План» и в 3D-окне. Объекты, создаваемые в окне «План», при наличии заданной модели рельефа получают высотные отметки. В качестве модели рельефа может использоваться облако с выделенными точками рельефа или классификационный слой облака, содержащий точки рельефа, триангуляционную поверхность или матрицу высот.

Для удобства работы в 3D-окне можно воспользоваться параллельно открытым окном с фотоизображением, т. е. загрузить фотоизображение, полученное при сканировании, на область, покрытую облаком точек.

В 3D-окне облако точек отображается синхронизировано с фотоизображением, поскольку оно имеет геопространственную привязку. Это позволяет быстро уточнить характеристики сложных объектов. Возможен как отдельный, так и совмещенный просмотр облака и фотоизображений. Положения центров фотографирования отображаются в окне «План» и 3D-окне, что позволяет в ручном режиме переключаться на нужное фотоизображение (рис. 6).

В программе реализован ряд автоматических методов создания цифровой модели местности по облаку точек. Например, линии электропередачи могут быть выделены в автоматическом режиме. На первом этапе осуществляется поиск всех опор и проверка результата в интерактивном режиме, на втором — восстановление геометрии проводов. При этом можно построить как отдельно провода, так и всю линию электропередачи в виде одного линейного объекта.



Рис. 7

Пример подписей к объектам

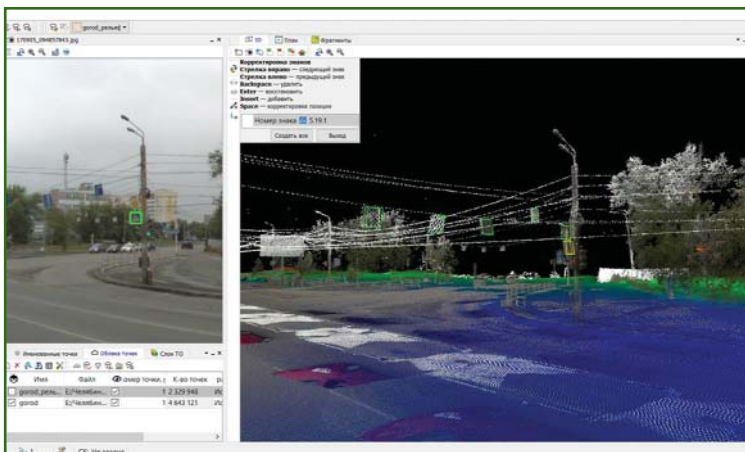


Рис. 8

Проверка и корректировка класса и местоположения дорожных знаков

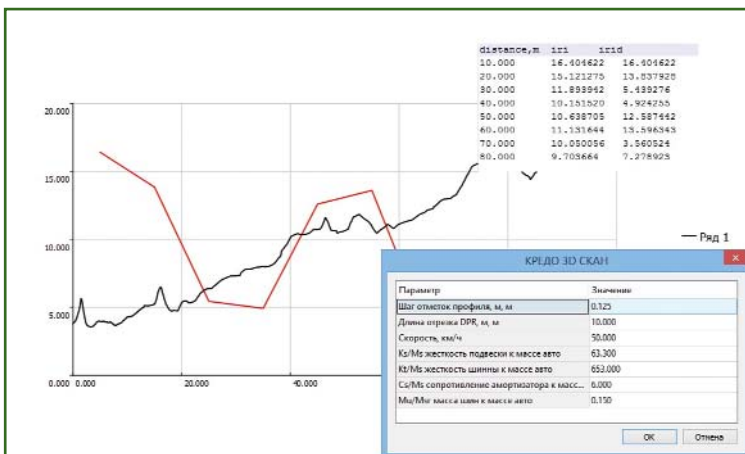


Рис. 9

Расчет уклонов дорожного полотна по облаку точек

Создание цифровой модели объектов ситуации возможно как в 3D-окне, так и в окне «План».

▼ Создание схем и аннотирование облака точек

Программа позволяет создавать подписи в окне «План» и 3D-окне с привязкой к объектам и точкам облака. Механизм подписей разработан максимально гибко, с возможностью настройки шаблонов и создания произвольных пользовательских подписей. Часто используемые подписи могут быть сохранены как шаблоны и использоваться повторно. В качестве подписей доступно множество параметров: координаты, расстояния, превышения, разности координат,

характеристики элементов модели (рис. 7).

▼ Создание и распознавание элементов дороги и объектов организации дорожного движения

С помощью программы можно автоматически распознавать элементы дорожной инфраструктуры: разметку (по данным интенсивности), столбы дорожных знаков, сигнальные столбики, бортики и подошвы земляного полотна, кромки покрытия (при наличии перепада высот по отношению к обочине), бордюры. Для максимальной автоматизации процесса распознавания элементов дорожной инфраструктуры импортируется траектория дви-

жения мобильного сканера, по которой рассчитывается приблизительное положение трассы автомобильной дороги.

Программа позволяет распознавать и классифицировать дорожные знаки в соответствии с ГОСТ Р 52290–2004 [3]. Поиск дорожных знаков на фотоизображении, полученном при сканировании, осуществляется путем распознавания графического рисунка, нанесенного на лицевой поверхности дорожных знаков, с помощью каскадного детектора (классификатора характерных признаков). Найденные на фото области проходят классификацию нейронной сетью. Определенные таким образом положения дорожных знаков на фото используются для локализации в облаке точек плоскостей, соответствующих лицевой поверхности дорожных знаков. Весь процесс происходит в автоматическом режиме, по завершении которого исполнитель в интерактивном режиме проверяет результаты распознавания знаков и при необходимости корректирует класс знака, его положение или добавляет пропущенные (рис. 8). Если при выполнении сканирования не было препятствий, создающих «тени» в облаке точек, а фотографирование проводилось с частотой около 1 фото на 10 м траектории, в автоматическом режиме может быть определено до 100% дорожных знаков.

В программе решаются задачи оценки качества дорожного покрытия по материалам лазерного сканирования: расчет индекса ровности IRI с формированием ведомости и графика ровности, а также анализ дефектов (колеи, ям, состояние обочины) с графической визуализацией. Можно выполнять расчет уклонов дорожного полотна по облаку точек с заданным шагом (рис. 9).

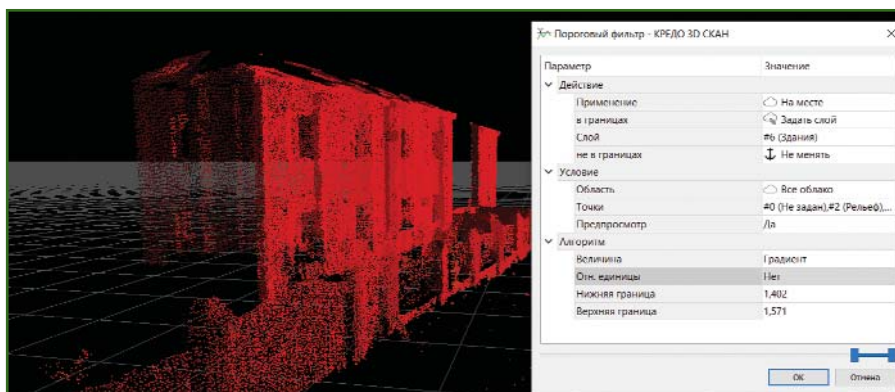


Рис. 10

Пример выделения вертикальных стен, фасада здания и ограждений в облаке точек

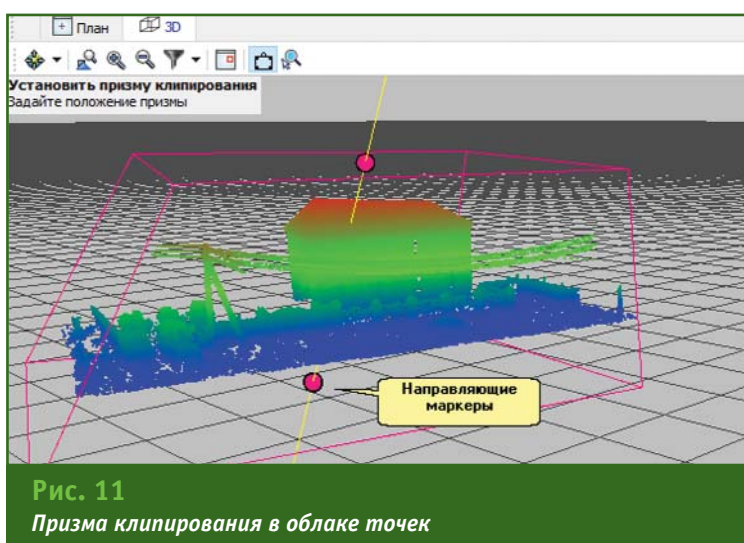


Рис. 11

Призма клипирования в облаке точек

▼ Полезные функции и их применение

Расчет нормалей позволяет добавить в структуру точки облака нормаль, что предоставляет ряд новых возможностей.

Во-первых, повышается наглядность визуализации облака точек. После расчета нормалей можно настраивать освещение 3D-сцены. Это повышает информативность облака точек. Так, например, после расчета нормали становятся видны неровности дорожного полотна.

Во-вторых, можно выделять в облаке точек вертикальные плоскости и вводить пороговый фильтр, с помощью которого проводится анализ точек облака в соответствии с выбранным параметром, например, градиентом. После определения гра-

ниц фильтрации в облаке выделяются точки, относящиеся к вертикальным стенам, фасадам зданий, ограждениям и т. д. (рис. 10).

Одно из нововведений — установка призмы клипирования (рис. 11). Проще говоря, пользователь может ограничить облако точек нужной областью. При этом не создается копия облака точек, и само облако никак не модифицируется, а меняется только его отображение в графическом окне.

▼ BIM-модель в КРЕДО 3D СКАН

Компания «Кредо-Диалог» всегда идет «в ногу» с современными технологиями. Одним из таких обсуждаемых перспективных направлений является

информационное моделирование (BIM). В программе КРЕДО 3D СКАН обеспечивается базовая функциональность 3D-модели. При этом поддерживается импорт BIM-моделей как в формате Industry Foundation Classes (IFC), так и в других популярных форматах. Обеспечиваются импорт и визуализация модели в 3D-окне совместно с облаком точек, а также перемещение и масштабирование 3D-модели, измерения между точками облака и узлами модели.

В данной статье были рассмотрены только те возможности программы, которые активно применяются в производственной деятельности пользователями, а также новый функционал версии 1.4 для решения ряда задач.

Все желающие могут протестировать новую версию программы, обратившись к специалистам компании «Кредо-Диалог».

Следует отметить, что пользователи с подключенной услугой «Подписка» получают новые версии программ ПК КРЕДО бесплатно.

▼ Список литературы

1. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. — <https://reestr.minsvyaz.ru/reestr>.
2. Грохольский Д.В., Кухто П.В. Классификация облаков точек и создание ЦММ в новой версии программы КРЕДО 3D СКАН // Геопрофи. — 2019. — № 4. — С. 12–15.
3. ГОСТ Р 52290-2004 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования.



КД-ИНЖИНИРИНГ

ООО «КД-инжиниринг»

Тел: +7 (499) 350-73-15,

+7 (343) 288-37-07

E-mail: info@kd-ural.ru,

market@credo-dialogue.com

www.credo-dialogue.ru