

УДК 528.4

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОДЕЗИИ

Мороз Е. А., студент гр. ГМс-221, II курс

Научный руководитель: Горбунова В. А., старший преподаватель  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Применение современных технологий в геодезии и маркшейдерии стало возможным благодаря всеобщей цифровизации. Цифровизация (или цифровая трансформация) с точки зрения экономики – это переход в электронную среду всех отраслей экономики страны, включая госсектор и частный сектор. Это привело к созданию цифрового управления, которое привело к созданию цифровой логистики. Появились понятия «цифровая трансформация общества» и «цифровая экономика», повлиявшие на содержание и развитие понятия «геодезическое обеспечение». На расширение данного понятия повлияло присутствие геодезии в других областях человеческой деятельности.

Концепция развития отрасли геодезии и картографии планирует создание новой высокоэффективной системы геодезического обеспечения [1], целями которой являются:

- 1) повышение эффективности геодезических измерений за счёт модернизации системы геодезического обеспечения;
- 2) повышение актуальности и доступности для потребителей карт и планов, создаваемых и обновляемых государством за счёт внедрения новых процедур и технологий актуализации;
- 3) повышение качества работ, выполняемых организациями – субъектами геодезической и картографической деятельности.

На данный момент времени цифровизация в геодезии представлена, например, векторизацией растровых изображений, применением 3D-сканирования, использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), приборов спутникового позиционирования и так далее.

Освоение профессии маркшейдера без знаний геодезии, а тем более её современных технологий невозможно. Рассмотрим этот процесс на отдельных примерах в ходе обучения специальности.

Векторизация растровых изображений – процесс преобразования растрового изображения в векторную графику. Иными словами: берётся карта или фрагмент карты (плана) и перечерчивается на электронный носитель при помощи специализированных программ (EasyTrace, Геор и т.д.)

Выделяют три типа векторизации:

- 1) ручная (все объекты на носит оператор);
- 2) полуавтоматическая (отдельные объекты наносятся автоматически, но под контролем оператора). Примером такой программы может служить EasyTrace;

3) автоматическая (программа полностью автоматически векторизует заданное растровое изображение).

Несмотря на кажущуюся эффективность полуавтоматической и автоматической векторизации, геодезистами и картографами используются редко из-за проблем с редактированием. Автоматическая векторизация актуальна только тогда, когда на растровой модели имеются только однотипные и хорошо читаемые объекты.

На дисциплинах второго курса «Информационные технологии в профессиональной деятельности» и «Компьютерная графика» мы уже изучили данную тему и можем векторизовать изображение в ручном формате (рис. 1).

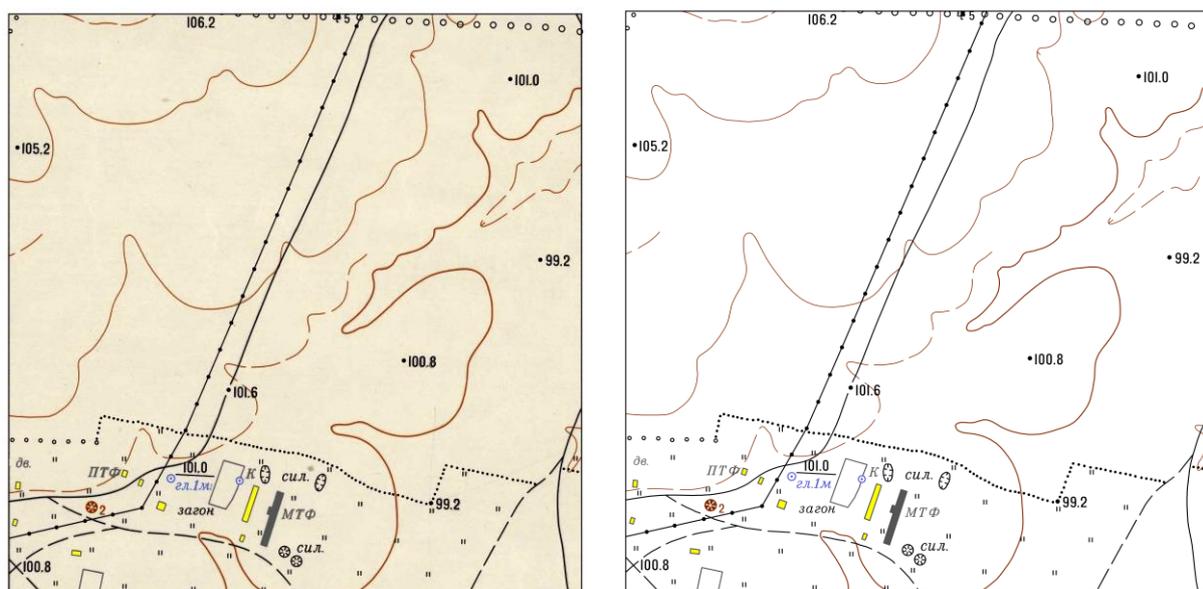


Рис. 1. Пример ручной векторизации растрового изображения

Вычерчивание плана местности сразу в специализированных программных продуктах (Geonic's, Credo) без вычерчивания тушью на бумаге также является примером векторизации. Планы чертятся сразу в векторном редакторе, а элементы чертежа распределены по слоям, что может упростить отображение какого-то конкретного объекта, просто отключив остальные слои. Это может облегчить редактирование плана, а также, сохраняя каждый чертёж заново, можно наглядно видеть, как менялся объект в течение времени на плане. Кроме того, можно избавиться от ограничений, которые накладывает масштаб, т.е. можно вычерчивать объект 1:1, а после вывести на печать чертёж нужного масштаба.

Согласно учебному плану специальности, в дальнейшем будут изучены ГИС-технологии, позволяющие создавать топографические и другие планы.

В последнее время широкое применение находит технология современной фотограмметрии – дистанционное зондирование, которое применяется в лазерном сканировании, в лидарах, БПЛА и основано на определении характеристик объектов и положения в 2D или 3D пространстве по снимкам, полученным с помощью специальных приборов, например,

обычных фотокамер или регистраторов электромагнитных излучений. В настоящее время большинство этих приборов имеют компактные размеры, а управлять ими можно с контроллера. Рассмотрим некоторые системы, где применяется данная технология.

Одним из примеров является лидар. Позволяет создать цифровую модель объекта со скоростью до 320000 измерений в секунду и точностью 1 см. Оборудование состоит из: сканера, компьютера, системы ГЛОНАСС или GPS. Принцип действия заключается в том, что сканер выпускает лазерный луч до определяемого объекта, луч отражается и возвращается обратно. Рассчитывается время, за которое луч выходит и возвращается, зная скорость света, можно рассчитать расстояние от прибора до объекта. Таким образом, при помощи съёмки лидаром можно получить цифровую модель объекта, состоящую из множества точек с известными координатами X, Y, Z и разным цветовым оттенком, который зависит от интенсивности возвращённого света.

Преимущества лидарной съёмки:

- 1) возможность получить цифровую модель объекта в реальном времени;
- 2) точность и детализация изображений;
- 3) проведение съёмочных работ в труднодоступных местах.

Виды лидарной съёмки:

- 1) наземная, используется для съёмки объекта изнутри и снаружи. Её преимущество заключается в том, что изменением места установки прибора можно снимать сложные постройки с разных ракурсов;
- 2) воздушная, используется для создания ЦММ большой площади. Позволяет увидеть особенности рельефа, инфраструктуры, карьера;
- 3) мобильная, используется при создании линейных объектов: железных дорог, ЛЭП, автодорог. В этом случае лидар ставится на транспортное средство, съёмка происходит в движении.

Система лазерного сканирования по принципу похожа на лидар, но имеет некоторые отличия. Приборы, оснащённые ей, имеют меньший радиус действия (менее 100 метров), ниже точность из-за отсутствия дополнительных спутниковых систем, меньший размер прибора. Тем не менее их зачастую хватает при сканировании ограниченного пространства, с короткими расстояниями до объектов, где большую роль играет мобильность прибора. Может применяться для сканирования различных насыпей, небольших дворовых территорий или архитектурных объектов.

Примером наземного вида лидарной съёмки является роботизированный тахеометр. Принцип его действия основан на традиционном варианте, но дополнительно он оснащён дисплеем, сервоприводами для автоматического или дистанционного наведения на вешку или на любую другую точку. В свою очередь на вешке также установлен дисплей и антенна, позволяющая устанавливать связь с тахеометром. Такой прибор обладает картой памяти, на которую в электронном виде записываются координаты и высотные отметки

точек, по которым в дальнейшем будет вычерчен план либо построена 3D-модель, как, например, на рис. 2.

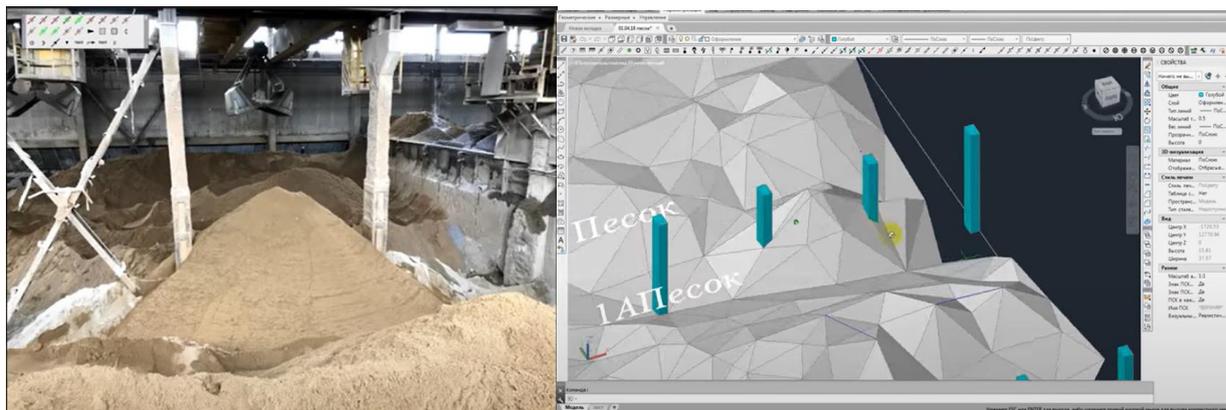


Рис. 2. Построение 3D-модели в результате лазерного сканирования

Примером воздушной лидарной съёмки является БПЛА. До появления беспилотников пользовались малой авиацией, что было не очень выгодно, так как были большие затраты на ГСМ, обслуживание, ремонт. Однако в наши дни за счёт применения коптеров расходы уменьшаются, а качество получаемого продукта увеличивается, экономится время. Также БПЛА могут вести съёмку опасных объектов, что повышает безопасность геодезических работ. За счёт установки лидара, появляется возможность вести съёмку на больших площадях. Выбор модели беспилотника зависит от масштаба плана, целей проекта и решения дополнительных задач. Например, в случае густого растительного покрова, крупномасштабные съёмки выполнять не рекомендуется, так как нет возможности с достаточной точностью определить отметку земли.

Применение подобных приборов позволяет визуализировать объект и проводить расчёты в режиме реального времени, что позволяет экономить время. Они могут автоматически строить ЦММ и различные объекты на ней в специализированных программных продуктах как в 2D, так и в 3D (рис. 3). Примером такой программы может служить Credo-фотограмметрия, AgiSoft PhotoScan российского производства. На старших курсах планируется более подробное изучение данных систем и приборов.

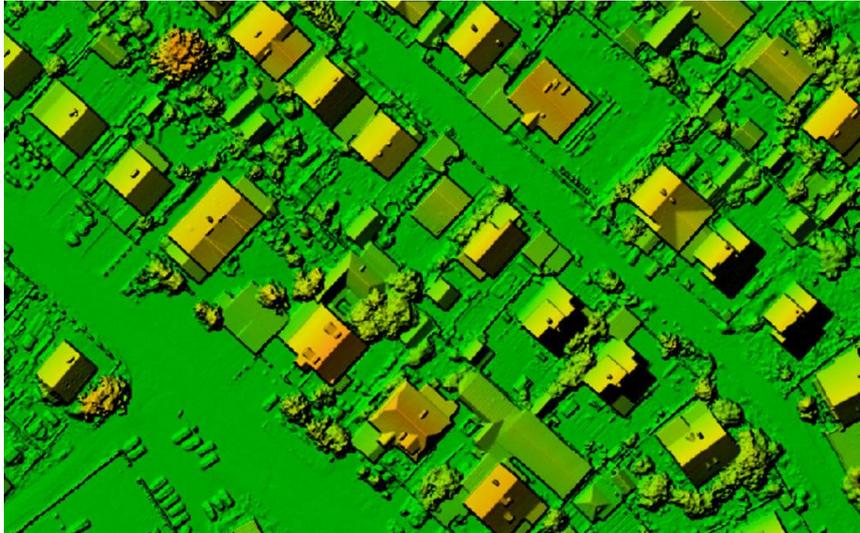


Рис. 3. ЦММ, отсканированная с помощью БПЛА

Можно говорить о нескольких направлениях развития геодезии в ближайшей перспективе:

- 1) применение дистанционных методов зондирования земли с использованием БПЛА, технологий лазерного сканирования и лидаров;
- 2) использование современных компьютерных технологий.

Благодаря современным цифровым технологиям работа геодезиста, топографа или маркшейдера во многом упрощается, повышается точность и скорость как полевых, так и камеральных работ. Качество графической документации резко повышается, так как исчезают ошибки, присущие классическим методам съемки, обработки и подготовки топографического плана.

### Список литературы:

1) Об утверждении Концепции развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года в Российской Федерации: распоряжение Правительства РФ от 17 декабря 2010 № 2378-р. Текст: электронный // Консультант Плюс: справочно-правовая система: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_108519/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_108519/) (дата обращения 29.03.24).

2) Ознамец В. В. Развитие геодезического обеспечения в условиях цифровой трансформации общества / В. В. Ознамец – Текст: электронный // Вектор ГеоНаук. – 2021 – С. 66-74. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-geodezicheskogo-obespecheniya-v-usloviyah-tsifrovoy-transformatsii-obschestva/viewer> (дата обращения: 01.03.24) – Режим доступа: Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».

3) skymec.ru : официальный сайт компании : сайт. – Москва. 2024 – . – URL: <https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/geodeziya/bpla-element->

tsifrovizatsii/?ysclid=lsvxnbhdu687622452 (дата обращения: 01.03.24). – Режим доступа: для любых пользователей. – Текст: электронный.

4) bstudy.net: статьи для высших учебных заведений: сайт. – Москва. 2024 – . – URL: [https://bstudy.net/910680/tehnika/otsifrovka\\_graficheskikh\\_dannyh\\_vektorizatsiya\\_rasterizatsiya?ysclid=lt852zgdze545922139](https://bstudy.net/910680/tehnika/otsifrovka_graficheskikh_dannyh_vektorizatsiya_rasterizatsiya?ysclid=lt852zgdze545922139) (дата обращения: 03.03.24). – Режим доступа: для любых пользователей. – Текст: электронный.

5) geotop.msk.ru: официальный сайт компании: сайт. – Москва. 2024 – . – URL: <https://geotop.msk.ru/3d-skanirovanie.html?ysclid=lt85nuuw4p841622269> (дата обращения 03.03.24). – Режим доступа: для любых пользователей. – Текст: электронный.

6) aeromotus.ru: официальный сайт компании: сайт. – . – URL: <https://aeromotus.ru/uavs-in-geodesy-opportunities-and-prospects/?ysclid=lt878uk7eo344401772> (дата обращения 07.03.24). – Режим доступа: для любых пользователей. – Текст: электронный.