

УДК 528.9

ПЕРЕВОД КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ

Горбунова Е.А., студентка гр. ИТм-191, II курс

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

Для проектирования и решения различных инженерных задач повсеместно применяют топографические планы и карты. При этом используют как государственные топографические карты и планы, так и те, которые созданы при инженерно-геодезических изысканиях под конкретный проект. Стандартный срок давности инженерно-топографических планов составляет обычно два года [1]. Если произошли существенные изменения, то отображенная на них информация потеряла свою актуальность и требуется обновление топографических планов. Создание топографического плана классическими методами довольно трудоемкий процесс. Он начинается с полевого этапа, в ходе которого производится сбор информации о местности. Дальнейшая обработка материалов съемки является камеральным этапом, он включает математическую обработку и графические построения.

Внедрение современных технологий в геодезические работы привело к появлению нового направления в этой сфере деятельности - цифровое картографирование местности [2]. Под этим термином понимается комплекс мероприятий, это технологический процесс, который соединяет воедино сбор и обработку цифровой топографической информации, формирование цифровой модели местности (ЦММ), хранение, дополнение и обновление её с помощью машинного банка данных, а также получение на основе ЦММ различных материалов, аналитических и графических, составленных с учетом заявленных требований.

ГОСТ 28441-99 [3] определяет цифровую карту как цифровую модель земной поверхности, сформированную с учетом законов картографической генерализации в принятых для карт проекции, разграфке, системе координат и высот. Цифровая карта – это основа для изготовления обычных бумажных, компьютерных, электронных карт, формирует картографические базы данных, является главным элементом информационного обеспечения ГИС. Изображение местности на экране монитора или другого технического средства, полученное на основе цифровой карты, называется электронной картой. Электронная топографическая карта может быть в векторном или растровом представлении, но в любом случае она должна соответствовать требованиям, предъявляемым к общегосударственным топографическим картам. Это относится в полной мере к математической основе карты, к содержанию, графиче-

скому, цветовому оформлению, т. е. она должна быть построена с учетом принятой системы условных обозначений.

Цифровая модель местности образована множеством точек земной поверхности с известными прямоугольными координатами X , Y и отметкой H . По аналогии с бумажными картами, ЦММ формируют такие элементы, как:

- цифровая модель рельефа, создаваемая сетью пространственных треугольников;
- цифровая модель ситуации, в ней совокупность точечных, линейных и площадных топографических объектов с определенными координатами характерных точек дополнена семантической информацией о свойствах, характеристиках этих объектов.

Источниками данных при создании ЦММ в современных условиях могут служить разнообразные данные дистанционного зондирования, например, аэрофотоснимки, космические снимки, материалы наземного и воздушного лазерного сканирования, электронная тахеометрия, спутниковые системы позиционирования.

Эти виды работ требуют использования специального геодезического оборудования и соответствующего программного обеспечения. Так, например, применение популярных в последнее время беспилотных летательных аппаратов (БПЛА, другими словами, дрона) для картографирования территорий включает несколько этапов работ:

- 1) подготовительный, например, проработка оптимального маршрута;
- 2) полевой этап включает получение информации о местности дистанционным способом, например, запуск дрона; управление его полетом;
- 3) камеральная обработка полученной информации в программном продукте *Agisoft PhotoScan Professional* состоит в выгрузке снимков, создании связующих точек, плотного облака точек, модели, тайловой модели, карты высот и затем ортофотоплана и, наконец, 3D-модели (рисунок 1).



Рисунок 1

При цифровом картографировании используются профессиональные программные комплексы, среди их множества можно назвать, например:

- комплекс *CREDO*, в нем обрабатывают геодезические данные, проводят анализ построения и уравнивание сети, предназначен он в большей степе-

ни для автоматизации камеральной обработки инженерно-геодезических работ при инженерных изысканиях объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства;

– профессиональные ГИС, например, «Панорама», предназначена для обработки данных дистанционного зондирования, для создания и обработки цифровых карт, иных работ с базами данных.

Однако существует и другой способ получения данных для создания цифровой модели местности – это перевод имеющихся бумажных картографических материалов в цифровую форму, т. е. цифрование. Цифрование может быть выполнено: путем оцифровки каждой характерной точки объекта; путем сканирования всего листа карты электронным сканером. До середины 1990-х годов основная масса цифровых карт создавалась с помощью дигитайзеров, в настоящее время распространено цифрование по растру.

Существует два способа векторизации чертежей, представленных в растровой форме – автоматизированный с помощью специальных программ и ручной. К числу программных продуктов для векторизации можно отнести *CAD Overlay (Autodesk, США)*, *GTXRaster CAD* и *GTXImage CAD (GTX, США)*, *Easy Trace (Easy Trace Group, Россия)*, *MapEDIT (Резидент, Россия)*. По мнению специалистов [4], при использовании автоматических векторизаторов приходится много времени тратить на коррекцию изображений, устранение ошибок, таких как незамыкание, перекрытие, наличие зазубрин и др. Исходный растр при этом должен быть высокого качества.

Любой профессиональный программный продукт хорошо выполняет поставленные перед ним задачи, но и достаточно дорогой. В то же время в инженерной практике широко распространена система *AutoCAD* – универсальный чертежный продукт. *AutoCAD* является самой распространенной программой для автоматизации проектных работ, для 3D-моделирования, подготовки рабочей документации. Формат *dwg*, используемый в программе, является в настоящее время стандартным для обмена документацией между специалистами в разных отраслях, в том числе среди геодезистов. Поэтому его применение для векторизации растрового изображения картографического материала будет экономически обоснованно, особенно при небольших объемах работ. В этой связи рассмотрим ручной способ векторизации чертежей в *AutoCAD*.

Первый этап – получение растрового изображения чертежа. Сканировать топографическую карту можно на любом доступном сканере, можно целиком или частями. Тогда в дальнейшем все части придется сшивать между собой. В работе был использован юго-западный фрагмент топографической карты масштаба 1:10000. Переносим данное изображение в *AutoCAD*.

Чтобы построить топографо-геодезический чертеж в *AutoCAD*, нужно создать слои, например, первым слоем следует разместить подложку – исходный картографический материал, по которому будет строиться его электронный вариант. На других слоях можно расположить координатную сетку, рамку, информацию рельефе (надписи отметок и горизонталей), дорожную сеть,

населенные пункты, контуры угодий, контуры рек, заливку леса, заливку рек, геодезические пункты, иные условные обозначения. Число слоев зависит от содержания конкретной карты. При необходимости можно всегда добавить нужный слой.

Каждому слою назначают цвет, толщину и вид линии, требования к ним изложены в «Условных знаках для топографических планов масштабов 1:65000, 1:2000, 1:1000, 1:500». Например, горизонтали должны быть коричневого цвета, контур реки – синий.

Поскольку для топографических карт и планов важно соблюдать масштаб изображения, следует определить размер координатной сетки и вставить растровое изображение в соответствии с ее размерами.

На рисунке 2 представлен фрагмент отсканированной топографической карты, на рисунке 3 промежуточный результат ее векторизации. Работа не вызывает больших сложностей, однако достаточно монотонная, требует внимательности, постоянного зуммирования изображения, соблюдения правил оцифровки.

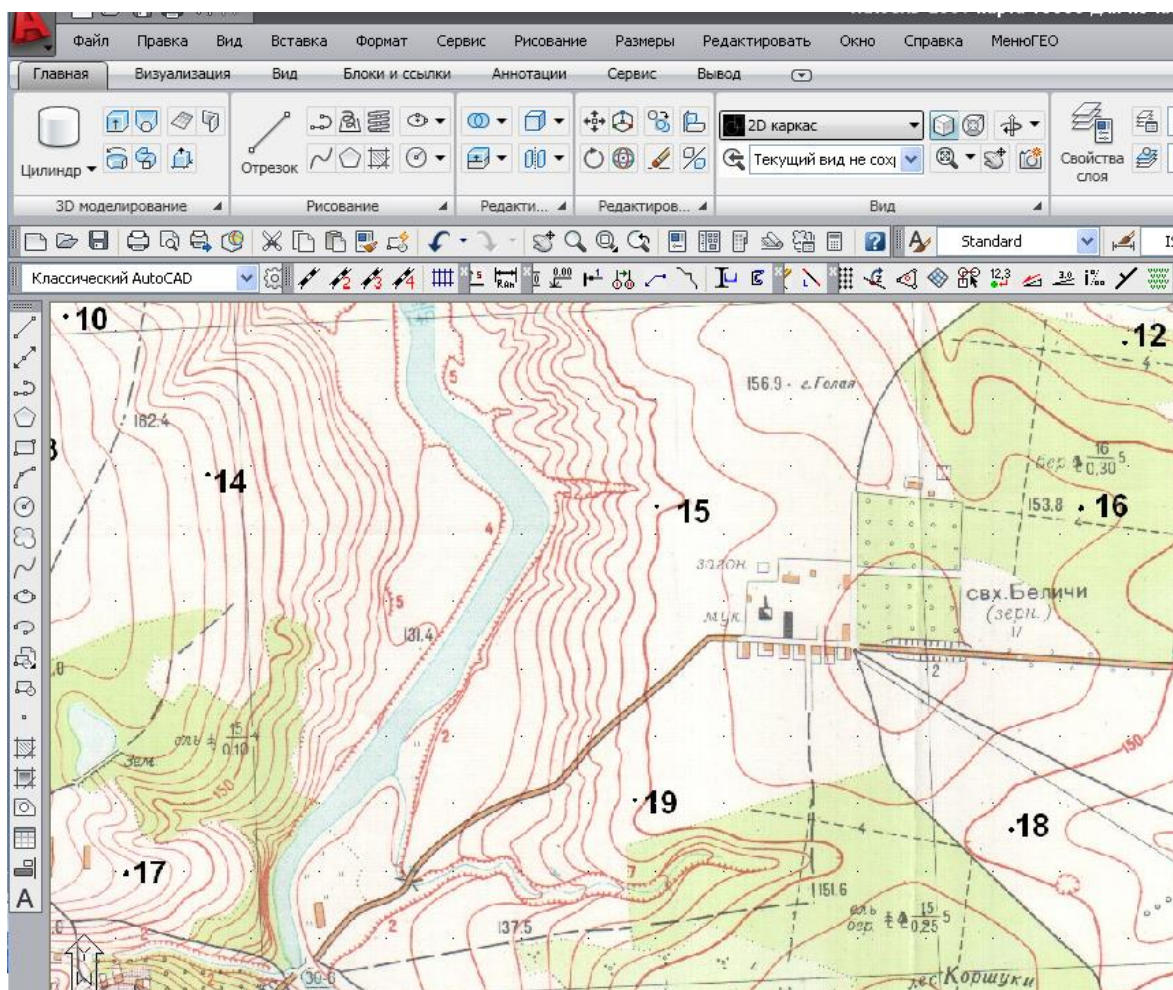


Рисунок 2

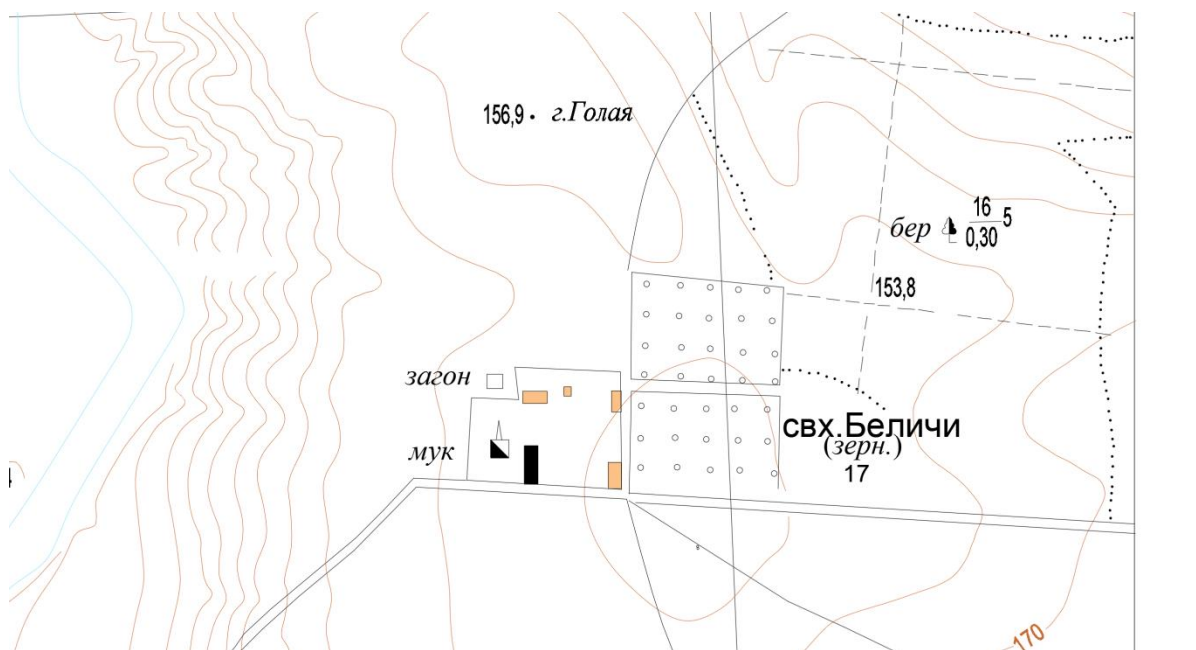


Рисунок 3

При оцифровке топографической карты все изображенные на ней объекты можно представить как три вида графических примитивов: точка, линия и полигон (площадь). Для каждого вида примитивов следует заранее определить, какие требования к ним будут важными. Например, для точечных объектов важно определить местоположение главной точки (рисунок 4):

- в центре правильной геометрической фигуры (треугольник, квадрат, прямоугольник, круг и др.);
- в середине основания у фигур с широким основанием;
- в вершине прямого угла;
- если условный знак представляет собой сочетание нескольких фигур, то главная точка совпадает с центром нижней фигуры.

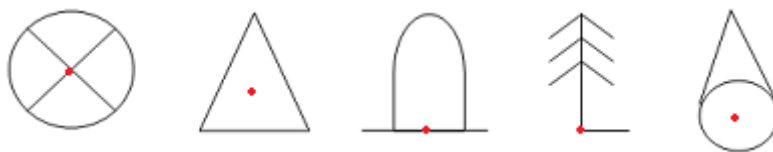


Рисунок 4

Протяженные, линейные объекты, такие как дороги всех видов, обводят по центру растрового изображения, без разрывов. Не допускается излишняя детализация, но при этом важно передавать общее направление линии, следует четко фиксировать вершины углов поворота линий. Необходимо соблюдать порядок прорисовки рек: от истока к устью, а также учитывать другие требования. Например, при обводке горизонталей удобнее использовать инструмент «Полилиния», прямолинейные отрезки которой не следует выбирать длинными, после обводки полилинию рекомендуется сгладить.

Площадные объекты должны быть вычерчены в виде замкнутых фигур, полигонов, при этом их обводка выполняется по правилу: для внешнего контура объекта – в направлении «против хода часовой стрелки», а для внутреннего контура – в направлении «по ходу часовой стрелки». Если на границе такого объекта допустить разрыв, то дальнейшая заливка этого контура цветом или его штриховка не выполняется.

При ручной векторизации картографического материала получается высокое качество, поскольку карта фактически вычерчивается заново: перечерчиваются все линии, ставятся необходимые надписи, дефекты и неточности сканирования устраняют в процессе обводки. Обязательно нужно соблюдать порядок прорисовки: вначале обводится рамка, затем координатная сетка, потом все самые протяженные прямые линии, например, дороги. Мелкие детали выполняют в самую последнюю очередь.

Работа по векторизации даже небольшого фрагмента топографической карты позволяет внимательнее отнестись к изучению условных знаков, способствует пониманию форм рельефа, правил подписи горизонталей и других объектов, поэтому такие задания в учебном процессе принесут студентам несомненную пользу.

Список литературы:

1. СП 317.1325800.2017. Свод правил. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 22.12.2017 N 1702/пр). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556610334/> – Загл. с экрана.
2. Хлебникова, Т. А. Создание цифровых карт и планов средствами ГИС «Панорама» [Текст]: учебно-метод. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2007. – 125 с.
3. ГОСТ 28441-99 Картография цифровая. Термины и определения. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200009569/> – Загл. с экрана.
4. ГИС-технологии при недропользовании / Д. С. Михалевич, А. О. Исаченко, Г. П. Жуков, Л. Р. Ишбулатова – Москва: Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2016. – 280 с.