

перегибов рельефа с выделением фрагментов с однородным склоном и т.п. Таким образом, во втором методе используется подход, соответствующий методике топографической съёмки рельефа, например, при тахеометрической съёмке.

Использование имеющихся программ обработки цифровой модели местности позволяет весьма быстро решить многие задачи, встречающиеся при проектировании: выполнить вертикальную планировку местности по заданным параметрам, определить объёмы земляных работ, разработать оптимальные варианты строительства какого-либо сооружения.

Необходимым условием получения модели местности является проведение полного комплекса аэросъёмочных работ, включающих лазерную локацию и аэрофотосъёмку (при необходимости создания текстурированной модели), а также камеральных работ по классификации и разряжению точек лазерных отражений, ортотрансформированию и нарезке снимков (при необходимости создания текстурированной модели), созданию триангуляционных моделей местности и их текстурированию (при необходимости создания текстурированной модели).

При создании данного вида продукции используются основные программные продукты Altaxis, GK3DModeler (собственные разработки компании "Геокосмос"), AutoDESK Land.

ЦММ может представлять собой многословную конструкцию. Составными частями цифровой модели местности являются: цифровые модели рельефа (ЦМР), цифровые модели ситуации (ЦМС), цифровые модели геологического и гидрогеологического строения местности (ЦМГ) и др.

### *1.1 Цифровые модели рельефа (ЦМР)*

Автоматизация картографирования привела к созданию и повсеместному использованию цифровых моделей рельефа (ЦМР).

Цифровые модели рельефа - совокупность (массив, файл) высотных отметок  $Z$ , взятых в узлах некоторой сети точек с координатами  $X$ ,  $Y$  и закодированных в числовой форме.

Различают четыре способа построения ЦМР:

- получение высотных отметок в узлах регулярной сетки, в вершинах квадратов или прямоугольников — создание матрицы высот;
- нерегулярное (или случайное) размещение высотных отметок в узлах произвольной треугольной сети — такие данные обычно получают при съёмках на местности;
- размещение высотных отметок вдоль горизонталей или изобат с определённым шагом, т.е. цифрование этих изолиний по карте;
- получение высотных отметок в точках пересечения горизонталей со структурными линиями рельефа — осями водоразделов, тальвегами и др., что даёт возможность наиболее точно зафиксировать морфологию рельефа.

ЦМР — основа компьютерного картографирования. Они позволяют восстанавливать (визуализировать) рельеф в горизонталях с помощью процедур интерполяции, экстраполяции или аппроксимации. На основе ЦМР выполняют разнообразные расчеты и преобразования, автоматически строят производные морфометрические карты: уклонов и экспозиций склонов, расчленения, зон видимости/невидимости и др. В автоматическом режиме можно восстанавливать тальвеги рек и всю эрозионную сеть. Кроме того, ЦМР служат для построения блок-диаграмм, панорам и иных трехмерных изображений рельефа, в том числе динамических моделей, вращающихся на экране компьютера. Детальные ЦМР позволяют выполнять аналитическую отмывку рельефа при заданном освещении.

Иногда говорят о том, что на основе ЦМР получают цифровые карты рельефа, т.е. цифровые модели горизонталей с точностью и степенью генерализации, соответствующими заданному масштабу. Однако это не совсем точно, поскольку цифровые карты не являются картами в полном смысле слова. На самом деле речь идет о компьютерных (электронных) картах, полученных посредством визуализации цифровых моделей.

ЦМР содержит информацию о высотном положении точек местности, т.е. является трехмерной поверхностью.

Координаты точек цифровой модели рельефа ( ЦМР) расположены на земной поверхности, имеющей сложную форму. Для подробного отображения такой поверхности требуется очень большое число точек, поэтому в ЦМР используют различные математические модели поверхности.

Для каждой ячейки цифровой модели рельефа, карта с отмывкой показывает тени, имитирующие освещенность поверхности в зависимости от положения солнца и локального уклона поверхности.

## *1.2 Цифровые модели ситуации (ЦМС)*

Цифровая модель ситуации местности представляет собой совокупность объектов, положение и размеры которых заданы точками, а вид с помощью условных знаков, контуров, линий и заливок. По методу построения и характеристикам различают точечные, линейные и площадные объекты.

Площадный объект — это участок поверхности, ограниченный контуром и заливкой условным знаком, а площадь контура выделяется цветом и условными знаками заливки. Площадными объектами моделируются леса, луга, заросли кустарника, здания, и т.п.

Линейный объект — это прямая или ломаная линия с немасштабной шириной, отображаемая соответствующим условным знаком. Линейными объектами являются ограждения, тропы, просеки и т.п.

Точечный объект — это объект, моделирующийся одиночным условным знаком. К данной группе относятся одиночные деревья, родники, и т.п.