

М.А. Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 19» халықаралық ғылыми - практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19, посвященной 110-летию М.А. Гендельмана». - 2023.- Т. I, Ч. IV. – С. 71-74.

**УДК 622.828**

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

*Талерчик М.П., к.т.н., старший преподаватель  
Казахский агротехнический исследовательский университет им.  
С.Сейфуллина,  
г. Астана*

Цифровая модель местности представляет собой совокупность данных (плановых координат и высот) о множестве её точек. Указанная совокупность может представлять собой отдельно цифровую модель рельефа и цифровую модель контуров, т.е. ситуации местности. В последнем случае элементы ситуации могут быть заданы только плановыми координатами X и Y. Цифровая модель рельефа обязательно задаётся одновременно плановыми координатами и высотами H. Цифровая информация о местности очень удобна для представления и хранения в электронном виде.

Цифровой моделью местности эффективно пользоваться при аналитических проектных работах. В этом случае такие модели строят с помощью топографических карт. Очевидно, что при построении дискретной картины местности (количество точек ограничено) криволинейные контуры необходимо заменять отрезками ломаных линий. При этом отклонение криволинейного контура от сглаживающей ломаной линии не должно быть больше 0,3 мм. Точки контуров (углы зданий, углы поворота линейных объектов и т.п.) определяют их координатами, измеренными непосредственно по карте, либо используют их значения, полученные в процессе топографической съёмки.

При задании рельефа в аналитической форме используют два метода. В первом, в зависимости от сложности рельефа, координаты и высоты точек определяют в узловых точках сплошной равномерной сети равносторонних треугольников и квадратов. В каких-то местах эта сеть может быть гуще, в других – реже. Такой метод имеет недостаток, определяемый рассогласованностью выбора координируемой точки с характером рельефа местности. Во втором методе выбор координируемых точек определяется особенностями рельефа в тех или других частях местности. Точки выбирают на характерных линиях (линиях водослива и водораздела), на вершинах возвышенностей и по дну котловин (ям), в седловинах, в местах 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 [1].

Использование имеющихся программ обработки цифровых моделей 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 и другого.

Математической моделью местности представляет собой математическую интерпретацию цифровых моделей для компьютерного решения конкретных инженерных задач. В зависимости от инженерного назначения математической модели для одной и той же цифровой модели местности может быть использовано несколько различных математических моделей.

В рамках системного автоматизированного проектирования рациональным образом распределяются функции между инженером-проектировщиком, компьютером и другими средствами автоматизации. Поэтому при решении ряда геодезических задач инженер работает с доступными ему топографическими картами и планами, поручая компьютеру работу с доступными ему цифровыми и математическими моделями тех же участков местности.

Конечным результатом геодезических работ при проектировании по этой причине является получение крупномасштабных топографических планов и цифровой модели местности на один и тот же участок местности в единой системе координат. Однако нужно иметь в виду, что информационная ёмкость общей цифровой модели при этом существенно больше информационной ёмкости самых подробных крупномасштабных топографических планов.

Цифровую и математическую модели местности используют, прежде всего, для получения необходимой исходной информации для автоматизированного проектирования (продольного профиля земли по оси трассы («чёрного» профиля), поперечных профилей, инженерно-геологических разрезов и т.д.).

Автоматизированное проектирование на основе цифровой и математической модели сокращает затраты труда и времени в десятки раз по сравнению с использованием для этих целей бумажных топографических карт и планов.

Возможности цифрового и математического моделирования позволили в корне изменить технологию проектирования автомобильных дорог и потребовали изменения технологии и методов сбора, регистрации и представления исходных данных при изысканиях.

Конечной целью при проектировании является, прежде всего, получение крупномасштабного топографического плана местности в пределах широкой полосы варьирования конкурентных вариантов трассы и цифровой модели рельефа, геологического и гидрогеологического строения того же участка местности в единой системе координат. По цифровой модели и получаемым

на их основе математическим моделям местности в конечном итоге осуществляют системное, автоматизированное проектирование конкурентных вариантов трассы автомобильных дорог. Трудовые затраты на получение с помощью цифровой модели местности необходимой для проектирования информации (профили земли по оси трассы, поперечные профили земли, инженерно-геологические разрезы и т.д.) оказываются в несколько десятков раз меньшими, по сравнению с получением той же информации при использовании топографических планов и стереоскопических моделей по традиционной технологии.

При цифровом моделировании рельефа, геологического и гидрогеологического строения местности в зависимости от сложности рельефа, ситуационных особенностей местности; способа производства изысканий, задач проектирования, наличия парка современных геодезических приборов, приборов спутниковой навигации, средств геофизической подповерхностной разведки, средств автоматизации и вычислительной техники могут быть сформированы цифровые модели местности с использованием самых разнообразных принципов.

Вопросами разработки различных видов цифровых моделей было посвящено большое количество исследований. При этом, все известные виды цифровых моделей местности можно разбить на три большие группы: регулярные, нерегулярные и статистические [2].

Регулярные цифровые модели создают путем размещения точек в узлах геометрически правильных сеток различной формы (треугольных, прямоугольных, шестиугольных), накладываемых на аппроксимируемую поверхность с заданным шагом. Нерегулярные модели строятся без использования четкой системы расположения опорных точек. Статистические цифровые модели предполагают в своей основе нелинейную интерполяцию высот

В виде цифровой модели местности могут быть представлены топографические планы. Цифровая модель местности представляет собой отображение в виде пространственных координат множества точек земной поверхности, объединенных в единую систему по определенным математическим законам.

Построение цифровых моделей местности осуществляется с помощью компьютера. Исходная топографо-геодезическая информация о местности, необходимая для создания цифровых моделей, получается различными методами, а также путем преобразования в цифровую форму картографического изображения.

Представление цифровых моделей местности на носителях информации осуществляется посредством их вывода на экран в графическом или цифровом виде в зависимости от способа дальнейшего использования.

Применение цифровых моделей местности позволяет автоматизировать составление топографических планов в разных масштабах, их обновление и тиражирование, инженерные расчеты и проектирование по ним.

Топографо-геодезическая информация, используемая для построения цифровых моделей местности, переводится в цифровую форму, индексируется, переносится на электронный носитель и вводится в компьютер для обработки по программам, составленным на языках программирования.

Точность цифровых моделей местности должна соответствовать точности топографического плана соответствующего масштаба. При построении и преобразовании цифровой модели местности точность исходной информации должна сохраняться, чтобы обеспечить возможность использования цифровых моделей местности для создания планов производных масштабов.

Цифровая модель местности должна быть построена так, чтобы из нее могли быть выделены независимые модели в принятых для топографических планов условных знаках:

рельефа местности; коммуникаций; зданий и сооружений; гидрографии; почвенно-растительного покрова.

Комплекс алгоритмов построения цифровых моделей местности должен обеспечивать преобразование моделей в заданный масштаб и однозначное совмещение фрагментов цифровых моделей местности. В основу построения программ должен закладываться модульный принцип организации структуры. Модули, как правило, должны получать информацию с устройств прямого доступа и выдавать результаты на диск. Для создания, хранения и обновления цифровых моделей местности создаются автоматизированные системы и банки данных [3,4].

Процесс цифрового моделирования местности включает создание цифровой модели, ее обработку и использование. Исходными данными для создания цифровых моделей местности являются результаты топографической съемки, данные о геологии и гидрографии местности.

Единые правила кодирования и цифрового описания объектов местности позволят существенно улучшить информационное взаимодействие программных средств и информационных систем, используемых для обработки и анализа результатов инженерных изысканий. Появляется необходимость создания структуры цифровой модели, применимой для всех ситуаций и отражающей весь объем информации.

### **Список литературы**

- 1 Середович В. А. Геоинформационные системы (назначение, функции, классификация) [Текст]: монография / В. А. Середович, В. Н. Ключниченко, Н. В. Тимофеева, 2008. - 192 с.
- 2 Журкин И.Г. Геоинформационные системы [Текст]: И.Г. Журкин, С.В. Шайтуров. – М.: Кудиниц-Пресс, 2009. – 272 с.
- 3 Маркузе Ю.И., Голубев В.В. Теория математической обработки геодезических измерений [Текст] / – М.: Академический Проект, 2010.
- 4 <https://centr-geodezii.ru/>