

**Говорухин Максим Георгиевич**

доцент

ФГБОУ ВО «Донской государственный  
технический университет»

г. Ростов-на-Дону, Ростовская область

## **ПОЛУЧЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ДИГИТАЛИЗАЦИИ**

***Аннотация:** в статье рассматриваются метод дигитализации в связанном режиме для создания цифровых моделей местности, методика сбора семантической информации и формирования семантической части цифровой модели местности. Трехмерное моделирование как пространственное изображение объекта в трехмерной системе координат дает возможность максимально информативно, точно и реалистично представить его форму, текстуру, размер и цвет, позволяет рассмотреть объект с любого интересующего ракурса.*

***Ключевые слова:** дигитализация, цифровая модель местности, функциональное меню, трехмерное моделирование.*

Современные информационные технологии в сфере инженерного обеспечения территорий позволяют комплексно решать массу задач, в том числе и инженерные, с использованием трехмерного моделирования объектов. Трехмерное моделирование как пространственное изображение объекта в трехмерной системе координат дает возможность максимально информативно, точно и реалистично представить его форму, текстуру, размер и цвет, позволяет рассмотреть объект с любого интересующего ракурса. 3D-технологии позволяют восстанавливать утраченные объекты по сохранившимся чертежам, изображениям и описаниям.

Термин «дигитализация» означает то же, что и цифрование, а именно, – преобразование в цифровую форму. Преобразование графической информации в цифровой вид, является одной из прогрессивных методик получения цифровых моделей местности.

В настоящее время применяют три основных способа дигитализации – точечный, линейный и сканирование, позволяющие определять положение элементов местности на карте координатами дискретных точек. При точечной дигитализации производится последовательное измерение координат точек [2]. Координаты точек регистрируются на технический носитель с определенным семантическим признаком (кодированное семантическое описание). Линейная дигитализация применяется в основном при преобразовании непрерывных кривых, где координаты точек измеряют с шаговым или временным интервалами, а семантическая характеристика приводится для массива точек, описывающих объект местности в целом. Во время сканирования графический оригинал независимо от своего содержания преобразуется в растровую матрицу. В результате сканирования, черно-белый оригинал представляется двумерной матрицей, а цветной оригинал преобразуется в трехмерную матрицу, где цвет представлен определенным диапазоном чисел в элементах матрицы.

Наиболее часто применяемый способ точечной дигитализации дает возможность преобразования в цифровой вид точечных элементов карты (условные точечные знаки), отрезков прямых линий и отрезков кривой с любой кривизной. При точечной дигитализации отслеживание вручную имеет преимущества в том, что позволяет производить дигитализацию разнообразных карт и планов без предварительной их подготовки. Если сравнивать со сканированием, недостатком является небольшая производительность.

Сканирование изображения (карт и планов) характеризуется высокой производительностью, но исключение информационной избыточности и сортировка точек по элементам картографического изображения требует сложного программного обеспечения и большого объема «машинной» памяти.

Для считывания информации с карт используются специальные устройства (графоаналитические преобразователи), называемые кодировщиками или дигитайзерами. Дигитайзеры классифицируются по виду преобразования координат, конструктивному исполнению, характеру управления процессом дигитализации и степени автоматизации процесса регистрации координат.

Дигитайзеры по виду преобразования графической информации делятся на приборы, обеспечивающие получение полярных и прямоугольных координат, а по конструктивным особенностям подразделяются на механические, электро-механические и электронные [3].

В электромеханических дигитайзерах отсутствуют направляющие и для преобразования движения следящего устройства в прямоугольные координаты в него вмонтирована катушка, создающая электромагнитное поле. На нижней части стола дигитайзера располагается передвижная каретка с чувствительным элементом, которая повторяет движение следящего устройства.

У электронных дигитайзеров следящее устройство (курсор) является единственной механической подвижной частью, а смонтированное на поверхности стола устройство позволяет по характеристикам электромагнитного поля определить прямоугольные координаты дискретных точек.

По характеру управления процессом все дигитайзеры делятся на три типа: дигитайзеры с ручным управлением, полуавтоматические и автоматические.

С помощью устройства с ручным управлением следящее устройство перемещается вручную. При полуавтоматической дигитализации линия отслеживается автоматически, для этого оператор устанавливает следящее устройство в начальную точку и в заданном направлении. Автоматические дигитайзеры позволяют выполнять процесс дигитализации листа карты или плана без участия человека сканирующим устройством [1].

Наличие автоматического регистрирующего устройства позволило использовать и универсальные фотограмметрические приборы для целей точечной дигитализации. При этом техническая скорость дигитализации на фотограмметрическом приборе достигает технической скорости серийного дигитайзера.

Существует разработанная методика автономного режима дигитализации и реализованная в «Пакете прикладных программ для составления цифровых макетов (моделей) местности» (ПППЦММ), которая, позволяет работать как с серийными дигитайзерами различных марок, так и с разнообразными универсальными фотограмметрическими приборами.

Методика дигитализации, оформленная в виде технологии по сбору геометрической информации методом дигитализации, включает следующие этапы:

- рабочее проектирование;
- подготовка картографического материала;
- дигитализация картографического материала и формирование массива геометрической информации.

Этап рабочего проектирования состоит из подготовки исходного материала (формуляра, редакционных указаний), изучения содержания и оценки полноты исходных данных, составления схем нумераций участков и определения их размеров [4].

В рабочем проектировании по допустимым отклонениям разностей отрезков картографического материала определяют размер деформации и принимают меры к ее устранению. В особых случаях разрешается использовать картографический материал со значительной неравномерной деформацией.

Дигитализация в связанном режиме, позволяет организовать одновременную обработку данных (рис. 1).



Рис. 1. Дигитализация в связанном режиме

При дигитализации в связанном режиме получают одновременно чертеж контрольного вычерчивания, а в процессе автономной дигитализации – чертеж контрольного вычерчивания после обработки на компьютере.

Следующим этапом является сбор семантической информации, и формирование семантической части цифровой модели местности (ЦММ). Семантическая информация готовится однотипно как при автономной, так и при связанной дигитализации и описана в статье. Семантическая информация собирается при помощи таблиц «меню» [4]. Назначением меню является обозначение определенных знаков, символов, фраз и преобразование их в определенные коды (формы). Функциональное меню (рис. 2) представляет собой сетку квадратов с определенным шагом. Сетка квадратов имеет постоянную структуру и может быть содержательно разделена на ряд функциональных областей.

	Ц	И	Ф	Р	Ы
И	Д	Е	Н	Т	И
У	С	Л	О	В	Н
	О	Б	Л	А	С
Х	А	Р	А	К	Т
Е	Р	И	С	Т	И
К	И				

Рис. 2. Функциональное меню

Функциональные области меню позволяют совмещать процесс сбора геометрической и семантической информации. Одновременно с обводом контурной части карты, курсором обводятся квадраты меню, а далее, при обработке данных на компьютере, вызываются команды для выбора соответствующего знака из памяти компьютера по таблице, заключенной в программе, и взаимно однозначно соответствующему квадрату меню. Карточки меню устанавливаются на любом месте стола дигитайзера.

Функциональное меню, в виде шахматного поля (вариант 1) (рис. 3), позволяет описывать семантическое содержание объекта побуквенно или посимвольно. Такое меню дает возможность одновременно или раздельно описывать семантическую информацию, что позволяет соответственно готовить

метрическую и семантическую части ЦММ, а значит и сравнительно простое программное обеспечение обработки данных.

1										
2			М							
3										
4										
5					Д					
6	О									
7										
8										
9										
	a	b	c	d	e	f	k	l	m	n

Рис. 3. Функциональное меню (вариант 1)

Связь между геометрической и семантической информацией осуществляется через базу данных посредством идентификаторов (номеров контуров), которые обозначены порядковыми номерами.

Для обработки геометрической части и семантической информации, полученной методом дигитализации, разработан программный комплекс DIG. Программный комплекс предназначен для обработки материалов дигитализации и записи в промежуточную базу данных. Исходной информацией для DIG являются каталоги координат. Программный комплекс позволяет решать следующие задачи:

- 1) формирование, печать и корректировку исходной информации, каталога координат и точек преобразования;
- 2) создание модели трансформирования, используя коэффициенты преобразования Гельмерта;
- 3) запись корректировку и обновление ЦММ.

Исходные данные задаются в любой системе координат и могут выражаться в любых единицах измерения (метрические, дюймы, футы).

Программный комплекс по обработке семантической информации считывает данные об учетном участке, формализованную семантическую информацию об объектах, выполняет анализ информации об объектах и производит ее запись

в базу промежуточных данных. Информация об учетном участке состоит из наименования, где находится этот участок, и способов получения ЦММ. Программа позволяет записывать, корректировать и обновлять ЦММ.

### ***Список литературы***

1. Серов А.В. Пространственная информация и ее свойства / А.В. Серов. – М., 2005.
2. Задачи, методы и технические средства 3d-моделирования и сканирования / И.Б. Челпанов [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – М., 2009.
3. Бокова Т.В. Оптимизация 3d-моделей и данных, полученных с помощью 3d-сканирования для использования в ГИС / Т.В. Бокова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2012/05/12333>
4. Фонд знаний «Ломоносов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:01330:article>