

Лекция 4

Ввод, предобработка и хранение данных в ГИС. Аналого-цифровое преобразование данных. Ошибки оцифровки карт. Буферизация. Оверлейные операции.

Цель лекции: получить понятие о процессе аналого-цифрового преобразования данных, о цифровой модели местности, цифровой модели рельефа, цифровой и электронной картах.

Краткое содержание лекции. Характеристика аналого-цифровых преобразований прежде всего требует введения нескольких базовых понятий, таких, как цифровая и электронная карта. Термин «цифровая карта» по своему происхождению — типичная научная метафора. Как явление цифровой среды, цифровая «карта» не является картой, картографическим изображением в традиционном для картографии смысле, поскольку не воспринимается человеком визуально или тактильно, а будучи визуализирована, перестает быть цифровой. Вполне точно ей соответствует термин «цифровая модель карты», со временем редуцированный до более краткого термина «цифровая карта». Эволюцию термина можно представить в виде цепочки: цифровая модель карты => цифровая «карта» => цифровая карта. Цифровые карты (ЦК) общегеографического содержания, в том числе топографические карты и планы, создаются государственными топографо-картографическими и кадастровыми службами и другими ведомствами многих государств, покрывая всю их территорию или отдельные регионы и охватывая большую часть топографического масштабного ряда. Обычно такие работы выполняются в рамках национальных программ внедрения средств автоматизации и цифрового картографирования в соответствующие отрасли и составляют основное содержание и цель автоматизированной картографии в целом. В ряде стран, например в Великобритании, такие программы считаются завершенными.

Собственно процесс аналого-цифрового преобразования данных — это сложная комплексная процедура, состоящая из трех крупных блоков:

- цифрование;
- обеспечение качества оцифрованных материалов и создание цифровых картографических основ;
- интеграция разнородных цифровых материалов.

Цифрование исходных картографических материалов. Под цифрованием будем понимать процесс перевода исходных (аналоговых) картографических материалов в цифровую форму.

С помощью дигитайзерного ввода основная масса ЦК создавалась до середины 90-х годов XX в., затем дигитайзеры уступили место цифрованию по растру. В настоящее время при создании ЦК дигитайзеры имеют очень ограниченную область использования.

При дигитайзерном вводе основной объем работ по вводу цифровых карт выполнялся оператором в ручном режиме, т.е. для ввода объекта оператор наводил курсор на каждую выбранную точку и нажимал специальную кнопку. Существовал также полуавтоматический режим ввода, когда фиксировалась пара координат X, Y через заданный интервал времени или через определенное расстояние. Полуавтоматический режим, возможно, экономит время, но зачастую приводит к существенной потере точности, поэтому далее будет рассмотрен только ручной режим. Точность ввода при цифровании в огромной степени зависит от квалификации оператора. Если при создании традиционных карт пером (рапидографом, гравировальной тележкой или иным ручным инструментом) очень сложно прорисовывать линии и передавать форму объектов, то что говорить о цифровании, где непрерывную кривую надо аппроксимировать отрезками без потери формы. Большое влияние оказывают и индивидуальные качества оператора. Например, если точность обвода линии или цифрования точки при многократном повторении у одного оператора колеблется незначительно (отклонения при цифровании точки находятся в пределах точности дигитайзера), то у разных операторов показатели сильно разнятся

(отклонения при цифровании одинаковых точек разными операторами могут достигать 0,3—0,4 мм).

При векторизации растра субъективные факторы влияют меньше чем при дигитайзерном вводе, так как растровая подложка позволяет все время корректировать ввод. Программы векторизации растровых изображений условно можно разделить на три группы: ориентированные на ручную векторизацию, полуавтоматическую и автоматическую.

Алгоритмы автоматической векторизации для ввода картографической информации на данный момент в массовом порядке не используются.

Полуавтоматическая векторизация дает хорошие результаты при цифровании четких контуров на растре хорошего качества, например при использовании расчлененных оригиналов рельефа на пластике.

Лучшие результаты у опытного оператора получаются при ручной векторизации, так как при полуавтоматической векторизации на передачу формы влияет качество растра и при «изрезанных» краях растровой линии начинают появляться изгибы проводимой векторной линии, которые вызваны не общей формой линии, а локальными нарушениями растра. Оператор же в таких и подобных случаях форму объекта передает более точно, ориентируясь на дополнительные материалы (источник получения растра) и анализируя ситуацию. Нужно отметить, что при векторизации растра качество вводимых данных значительно выше, чем при цифровании дигитайзером и в основном зависит от характеристик исходного растра.

Качество цифровых карт. Под качеством цифровых карт будем понимать совокупность свойств ЦК, обуславливающих ее пригодность удовлетворять установленным и предполагаемым потребностям в соответствии с ее назначением. Наличие качественных цифровых топографических карт на территорию страны — одна из предпосылок успешной реализации крупных геоинформационных проектов, включая создание национальных инфраструктур пространственных данных, один из компонентов которых — базовые наборы данных. Часто под ними понимается цифровая карта, по своему содержанию близкая или идентичная карте-основе, содержащей, как правило, ограниченный набор общегеографических элементов и используемой в картосоставлении для позиционирования тематической нагрузки карты. В геоинформатике под цифровой картой-основой понимается не только цифровая карта в приведенном выше значении, но и набор базовых слоев ГИС, аналогичных по содержанию цифровым картам-основам (ЦКО) и ошибочно называемых «картографическими слоями». ЦКО могут готовиться в разных форматах, в которых реализованы различные модели данных: векторная, растровая и др.

ЦКО в векторном формате — наиболее распространенный вид цифровой топоосновы. Они создаются по технологии цифрования с помощью дигитайзера с ручным обводом или сканированием оригиналов с последующей векторизацией, используя программные средства — векторизаторы. Альтернативный подход — растровая ЦКО, создаваемая сканированием топокарт.

Векторная ЦКО обладает рядом преимуществ. Тем не менее практика показывает, что при отсутствии необходимости в векторной основе, ограниченности финансовых ресурсов проекта и по другим причинам в качестве основы может быть использована растровая копия топографической карты (плана).

Существенные недостатки растровой основы: трудность актуализации, ограниченные возможности изменения масштаба изображения, невозможность разгрузки (удаления излишних элементов содержания и их атрибутов), трудность атрибутирования, невозможность адресации к элементам содержания, большие объемы данных, их неоперабельность и труднопереносимость.

Несомненные преимущества — скорость работ по созданию растровой ЦКО и существенно более низкая (в сравнении с векторным форматом) стоимость их выполнения. Вполне удовлетворительное качество (пространственное и цветовое разрешение) растровой графической подложки обеспечивают сканеры общего назначения, в том числе

малоформатные (А3—А4), при наличии средств сшивки для получения физически или логически бесшовных блоков и их привязки к координатной основе (возможно с применением методов эластичной трансформации растровых изображений по сети опорных точек).

Создание цифровых картографических основ. Учитывая важность цифровых карт-основ (ЦКО) как одного из элементов информационного обеспечения ГИС, прежде всего топографических карт-основ (топографических основ, топооснов), остановимся на них более подробно.

Основное назначение ЦКО в ГИС — служить средством координирования тематических слоев данных или их графической подложкой — определяет требования к ЦКО в части спецификации систем их координат, масштабов, проекции, элементов содержания, модели данных и форматов представления, технологии создания и обновления.

Топографические карты, служащие источником данных для ЦКО, обычно строятся в равноугольной поперечной цилиндрической проекции Гаусса—Крюгера с отображением эллипсоида на плоскости по шестиградусным зонам, с сеткой одноименных плоских прямоугольных координат, использование которой для картографирования территорий, существенно больших зоны по широте, связано со сложностями, упомянутыми выше. В частности, за пределами шестиградусных зон становятся практически заметными искажения длин (расстояний).

Цифровая карта-основа обычно изготавливается в некотором фиксированном масштабе, который определяет ее детальность (пространственное разрешение). Возможен другой вариант — набор разномасштабных ЦКО, каждая из которых является подложкой под тематические данные определенного иерархического уровня объектов тематических слоев ГИС. Выбор масштаба (масштабов) зависит прежде всего от характера ее тематической нагрузки.

Элементы содержания ЦКО, объединенные в точечные, линейные и полигональные слои ГИС, обычно представляют собой набор избранных элементов цифровой топографической карты. Применяемые графические изображения объектов ЦКО воспроизводят условные знаки, принятые на бумажных источниках, и соответствуют нормативно закрепленным условным знакам в принятой системе их классификации и кодирования, в том числе на основе ряда разработанных классификаторов или их версий, включая «Классификатор картографической информации», «Классификатор графических изображений», «Классификатор цензово-нормативных показателей», «Единую систему классификации и кодирования картографической информации (карт масштаб 1:25000— 1:1 000000)».

Технология создания ЦКО в случае, если на моделируемую территорию отсутствуют готовые цифровые топографические источники, состоит в цифровании аналоговых источников (на бумаге, пластике, жесткой основе, цветоделенных издательских оригиналов и т. п.) с представлением в том или ином формате. Актуализация содержания ЦКО представляет собой трудноразрешимую проблему, учитывая быстрое старение как цифровых, так и исходных нецифровых топографических источников и отсутствие системы топографического мониторинга как механизма актуализации. Существует ряд крупномасштабных глобальных цифровых карт-основ, используемых в глобальных и региональных геоинформационных проектах.

Цифровая карта (digital map) — цифровая модель карты, созданная путем цифрования картографических источников, фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования, цифровой регистрации данных полевых съемок или иным способом; в отличие от цифровых пространственных данных в ГИС и цифровых моделей местности Ц. к. содержит не атрибуты моделируемых ими объектов реальности, а свойства картографических знаков, выражающих эти атрибуты графически. Основное назначение Ц. к. — автоматизированное картографирование (изготовление бумажных карт). Может служить основой для генерации компьютерных карт, электронных карт; входит в число

источников пространственных данных в ГИС и используется в них в качестве цифровых карт-основ. Крупномасштабные Ц. к. называются цифровыми планами.

Цифровая модель местности, ЦММ, математическая модель местности, МММ (digital terrain model, DTM) — цифровое представление пространственных объектов, соответствующих объектовому составу топографических карт и планов.

Цифровая модель рельефа, ЦМР (digital terrain model, DTM; digital elevation model, DEM; Digital Terrain Elevation Data, DTED) — средство цифрового представления поверхностей (рельефов) в виде совокупности отметок высот или глубин и иных значений аппликат (координаты Z) в узлах регулярной сети с образованием матрицы высот нерегулярной треугольной сети в модели TIN или совокупности записей горизонталей (изогипс, изобат) или иных изолиний. Стандартные функции обработки ЦМР в составе программных средств ГИС включают: расчет «элементарных» морфометрических показателей: углов наклона (уклонов) и экспозиций склонов; оценку формы склонов через кривизну их поперечного и продольного сечений; генерацию сети тальвегов и водоразделов и др. особых точек и линий рельефа; подсчет положительных и отрицательных объемов относительно заданного горизонтального уровня в пределах границ участка; построение профилей поперечного сечения рельефа по направлению прямой или ломаной линии; аналитическую отмывку рельефа; трехмерную визуализацию рельефа в форме блок-диаграмм и других объемных изображений; оценку зон видимости или невидимости с заданной точки (точек) обзора (см. анализ видимости/невидимости); построение изолиний по множеству отметок высот (например, генерация горизонталей); интерполяцию значений высот, ортотрансформирование аэро- и космических снимков.

Электронная карта, ЭК (electronic map) — 1. Картографическое изображение, визуализированное на видеоэкране на основе данных цифровых карт или баз данных ГИС в отличие от компьютерных карт, визуализируемых невидеоэкранными средствами графического вывода. — 2. Картографическое произведение в электронной (безбумажной) форме, представляющее собой цифровые данные (в т.ч. цифровые карты или слои данных ГИС), как правило, в записях на диске CD-ROM, вместе с программными средствами их визуализации, обычно картографическим визуализатором или картографическим браузером, предназначенное для генерации Э. к. (1).