

УДК 528.92

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДВУХМЕРНОЙ КАРТЫ В ТРЕХМЕРНУЮ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

Нгуен Ань Тай

Архитектурный университет, Вьетнам, г. Хошимин, 196, ул. PASTEUR, район 3, аспирант СГУГиТ, преподаватель, тел. (084)0978643020, e-mail: natai1969@yahoo.com

В статье рассмотрена технология процесса составления трехмерных карт путем преобразования 2D карты в 3D карту в среде Mapinfo с добавленным к ней пакетом Engage 3D Professional. Разработанная технология формирования трехмерных картографических изображений объектов позволяет существенно ускорить процесс трехмерного картографирования. Применение этой технологии позволяет создавать 3D- карты гораздо быстрее, чем при использовании съемочной информации.

Ключевые слова: 3D карта, Mapinfo, Engage 3D Professional.

CARTOGRAPHIC METHOD OF 2-DIMENSION MAP TRANSFORMATION INTO 3 – DIMENSION MAP WITH THE HELP OF GIS-TECHNOLOGY

Нгуен Ань Тай

Architecture University, Vietnam, Hoshimin, 196, PASTEUR st, region 3, Post-graduate SSUGT, teacher, tel. (084)0978643020, e-mail: natai1969@yahoo.com

The article deals with 3 – dimension map creation technology by means of 2D map transformation into 3D map in the environment Mapinfo with added to it package Egage 3D Professional. The developed technology of forming 3D object cartographic images allows to significantly speed up the 3D mapping process. The application of this technology allows to create 3D maps much faster, than creating them all over again on the basis of survey information.

Key words: 3D map, Mapinfo, Engage 3D Professional.

Введение

В последние годы прогресс в области картографии и картографического производства ознаменовался интенсивным развитием новых технологических направлений, обусловленных потребностями наступающего шестого технологического уклада, – мобильная картография, трехмерная, мультимедийная и анимационная картография [1]. Особое развитие получил переход от двухмерных к трехмерным картам. Сформировалось новое научное направление – цифровое трехмерное картографирование [2].

В рамках этого направления отрабатываются различные новые технологии создания трехмерных карт по трем основным вариантам:

– создание 3D карты заново по данным топографических наземных съемок геодезическими методами или съемок методами дистанционного зондирования, например, лазерного сканирования [3];

- картографическое отображение (визуализация) трехмерных моделей местности [4];
- составление 3D карты по материалам двухмерных карт.

В настоящей работе рассматривается последний указанный вариант создания 3D карты по материалам двухмерных карт как наиболее экономичный и оперативный в существующих условиях Вьетнама.

Технологическая схема процесса составления трехмерных карт методом преобразования двухмерных карт

Во Вьетнаме почти на всю территорию составлены топографические 2D карты-основы, в том числе и цифровые карты в Mapinfo-формате, и создана государственная база геоданных [5, 6]. Поэтому целесообразно использовать этот материал для быстрого создания трехмерных карт с минимальными затратами трудовых и денежных средств.

Предлагается процесс создания трехмерных карт выполнить путем обработки информации из 2D карт в среде ГИС Mapinfo с добавленным к ней пакетом Engage 3D Professional.

Общая схема процесса (рис. 1) включает 4 действия: сбор исходных данных, преобразование собранных данных, создание файлов трехмерных изображений объектов, комбинация файлов карты и создание разной геопродукции:

- по заказу потребителей собираются все документы, руководства, стандарты, нормативы о процессе составления карт, картографические источники, служебные материалы, дополнительная информация о местности картографирования и о потреблении пользователями составляемых карт;
- преобразование данных из картографических источников с использованием собранной информации в файлы 2D изображений объектов;
- создание новых файлов трехмерных изображений объектов и поверхности Земли;
- комбинация файлов карты по требованиям заказчиков и управление процессом экспортации картографической продукции.

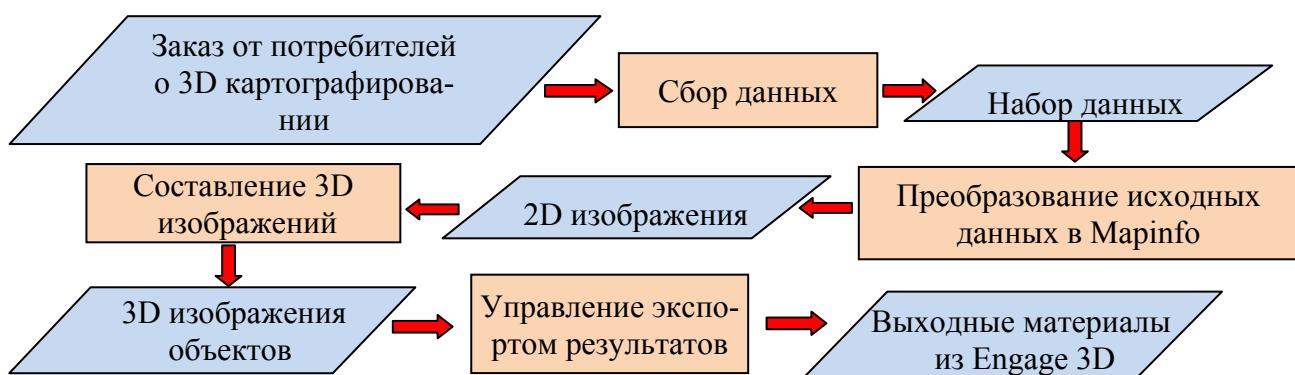


Рис. 1. Общая технологическая схема преобразования 2D карты в 3D карту

Первое и второе действия заключаются в сборе и подготовке всех необходимых данных, происходят в среде программы Mapinfo и ограничиваются формированием двумерных картографических изображений.

Третье и четвертое действия происходят в среде пакета Engage 3D и связаны с созданием трехмерных изображений и манипулированием ими. Рассмотрим эти два действия более детально.

Создание файлов трехмерных изображений объектов

Пакет Engage 3D Professional в среде Mapinfo предоставляет несколько способов для составления 3D изображений разных видов объектов, из которых наибольший интерес представляет способ составления 3D изображений объектов с использованием команды 3D Extrusion Wizard.

По трехмерным картографическим изображениям все объекты реального мира могут быть отображены на трехмерной карте как трехмерные объемы, линии и точки (таблица).

Таблица

Изображение разных объектов местности

Объект	Изображения как		
	Объемные объекты (тела, поверхности)	Трехмерные линии	Трехмерные точки
Линейный объект вертикального расположения – типы «столб», «труба»		или √	или √
Объемный объект – типы «дом на столбах», «башня»	или √	или √	
Линейный объект – тип «рельсы».	или √	или √	
Внemасштабный объект – тип «столбик»		или √	или √
Составной объект – тип «реклама на высоких столбах»	или √		или √
Составной объект – типы «опора моста», «проезжая часть моста»	или √	или √	
Составной объект – типы «ствол дерева», «крона дерева»	или √	или √	или √

В соответствии с приведенной таблицей и с разной пространственной локализацией объектов [7] предлагаются следующие технологические процессы составления 3D изображений объектов.

Для объемных объектов процесс составления 3D изображений заключается в следующем.

Объемные объекты разделяют на следующие типы:

- объекты с объемом на поверхности Земля – например, здания, мосты;
- горизонтальные поверхности на любой высоте – например, крыша здания;
- вертикальные поверхности – например, стена здания.

Процесс построения файлов объемных трехмерных изображений объектов состоит из следующих укрупненных операций:

- построение нижней поверхности объектов с ее высотой (Primary Z);
- построение верхней поверхности объектов с ее высотой (Extruded Z);
- выбор внешнего вида изображения: выбор цвета объекта;
- выбор файла для сохранения результата, например: D:\house_Pasteur;
- выбор поля таблицы для сохранения характеристики – для одного слоя выходного файла, или выбор одного поля таблицы;
- комбинирование файлов: позволяет несколько файлов (3D DXF)_i, которые необходимы, объединить в создаваемый единый файл 3D DXF.

На картах застроенных территорий наиболее массовым объемным объектом являются здания. Поэтому рассмотрим особо методику создания их 3D изображений путем преобразования данных 2D карты.

Здания на местности картографирования для условий Вьетнама бывают с 4 видами крыш и 5 видами стен и эту информацию можно получить в строительных управлениях. И еще одну информацию необходима – это высота зданий.

Порядок действий при выполнении процесса создания 3D изображений зданий следующий [8, 9]:

- изменение структуры таблицы слоя «здания» путем добавления новых полей и их записей;
- составление нового слоя структурных рисунков крыши по каждому виду крыш с высотой здания в структуре таблицы;
- составление цветовых таблиц;
- построение файлов 3D изображений зданий по видам стен; следует учитывать, что если здания имеют сложную структуру стен, например одна стена стеклянная, а другие кирпичные, тогда каждая стена отображается в формате LINE или POLYLINES; результат данного процесса приведен в работе [9];
- построение файлов крыш здания по видам материалов;
- построение файлов структурных рисунков крыш здания;
- комбинирование файлов крыш здания;
- построение файлов 3D изображений зданий по высоте.

Для линейных объектов построение файлов трехмерных изображений заключается, для разных случаев, в следующем: линейный объект, который имеет масштабно значимое значение ширины, изображается как объемный объект; линейный объект, который имеет внemасштабное значение ширины, изо-

бражается как трехмерная линия на определенной высоте; вертикальный линейный объект – отображается командой 3D Extrusion Wizard как столбец. Примеры трехмерных изображений различных линейных объектов приведены на рис. 2.

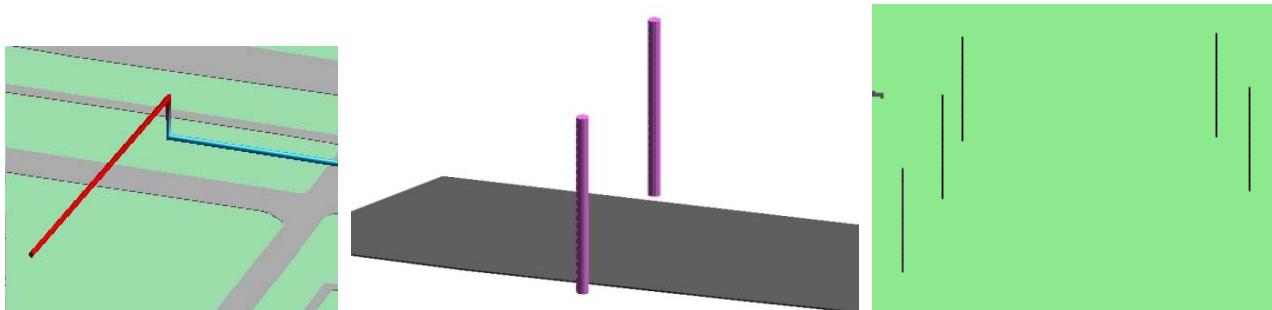


Рис. 2. Трехмерные изображения различных линейных объектов

Для точечных объектов, которые могут находиться как на поверхности Земли, так и на любой высоте, построение файлов заключается в следующем.

Точечные данные могут включать в себя координаты (X , Y и Z) и надписи; эта информация собирается систематически в определенных местах вдоль линейных профилей или при случайных измерениях через определенные интервалы. Надпись может быть локализована относительно положения точек и редактирована с помощью пакета Engage 3D. Выбор символов (условных знаков) из библиотеки, задание их размера и цвета могут быть осуществлены с помощью способа «Create 3D point». Для работы с надписями, редактирования стиля, размера, цвета, высоты, на которых размещаются надписи (например, над крышей здания) можно использовать программу AutoCAD. Примеры трехмерных изображений различных объектов и надписей на 3D карте приведены на рис. 3 и 4.

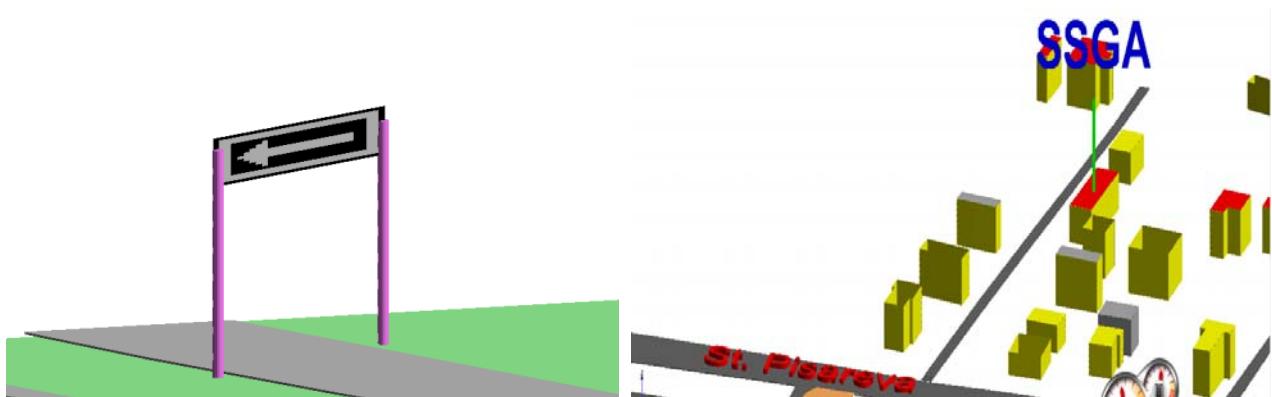


Рис. 3. Рекламная вывеска на столбах и надписи на трехмерной карте

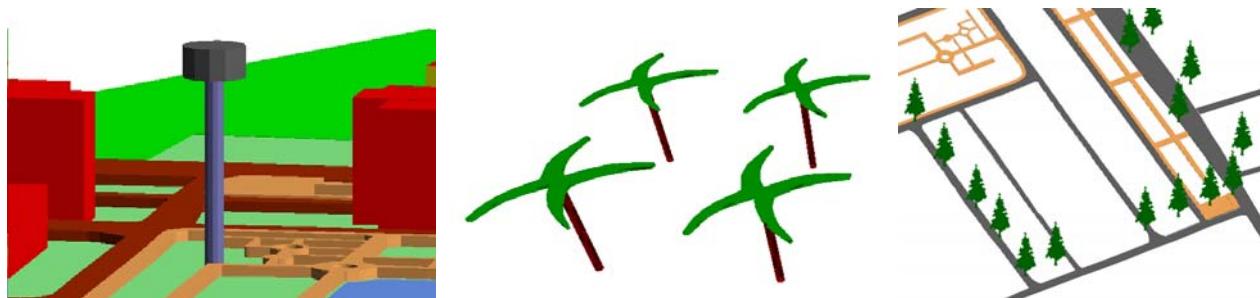


Рис. 4. Трехмерные изображения различных типов объектов (башня на опоре, разные породы деревьев)

В конечном итоге, результатом выполненных составительских работ по созданию файлов трехмерных изображений объектов является 3D карта, фрагмент которой приведен на рис. 5.

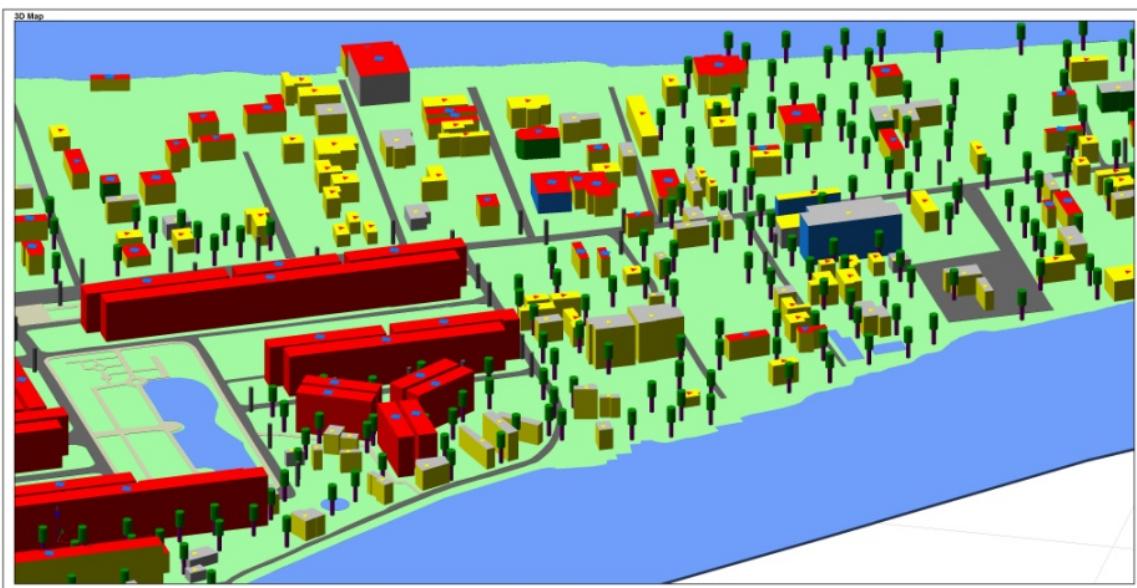


Рис. 5. Фрагмент 3D карты

Создание файлов трехмерных изображений поверхности Земли

Данный процесс начинается с создания массива искомых трехмерных координат земной поверхности. И здесь предлагаются два технологических варианта.

Первый вариант заключается в преобразовании точек отметок высот на карте. В качестве исходных данных принимаются 2D карты, созданные в среде ГИС Mapinfo, затем в Mapinfo выполняется процесс передачи высотной отметки, представленной в качестве атрибута, в третью координату H для составления 3D цифровой модели. Схема указанного процесса приведена на рис. 6.

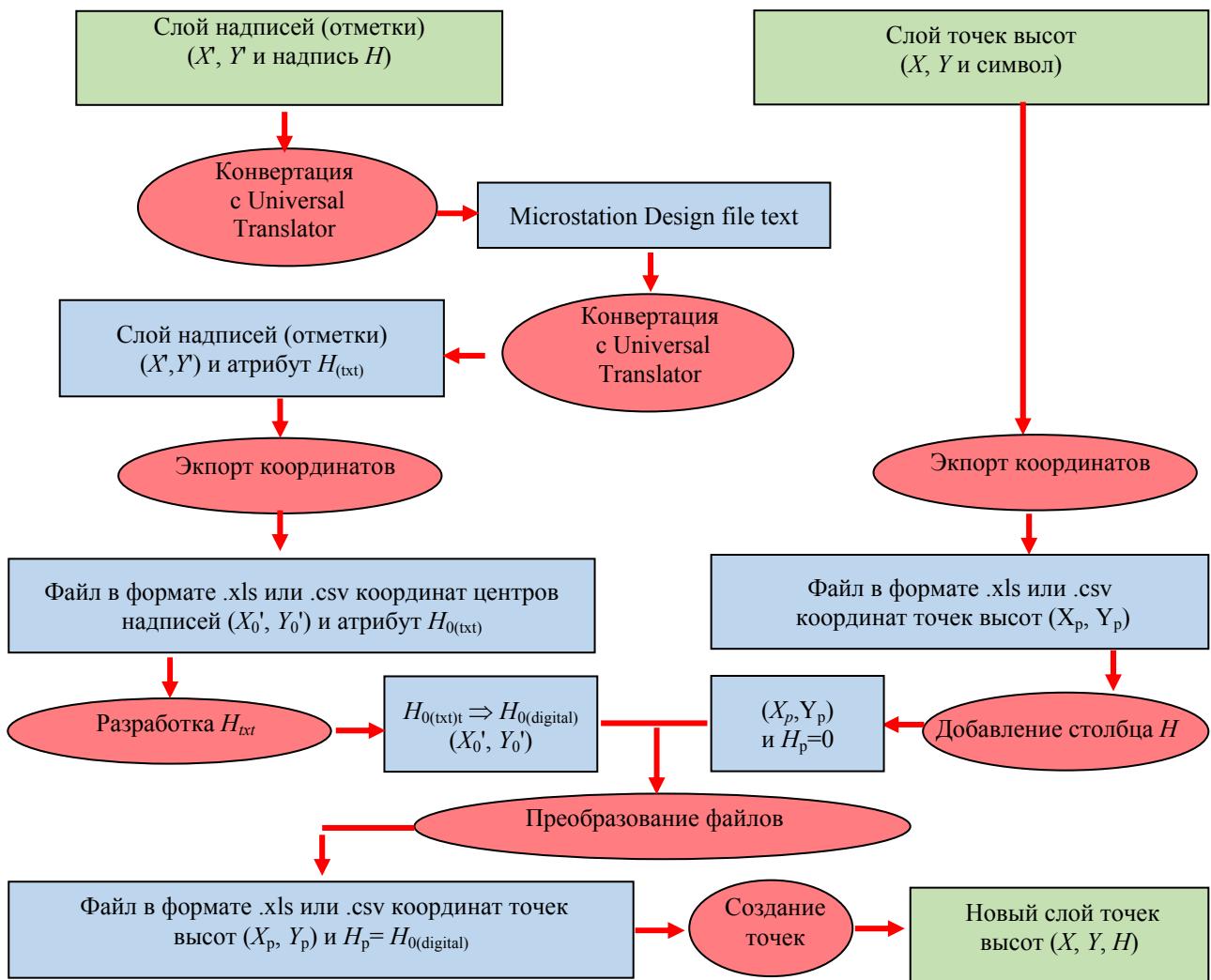


Рис. 6. Схема процесса преобразования координат

После выполнения этого процесса получаются два массива координат точек и координат надписей, которые необходимо совместно преобразовать для получения массива искомых трехмерных координат точек высот. Для выполнения этого процесса написана специальная программа CoordinatGrid, экранная форма которой приведена на рис. 7.

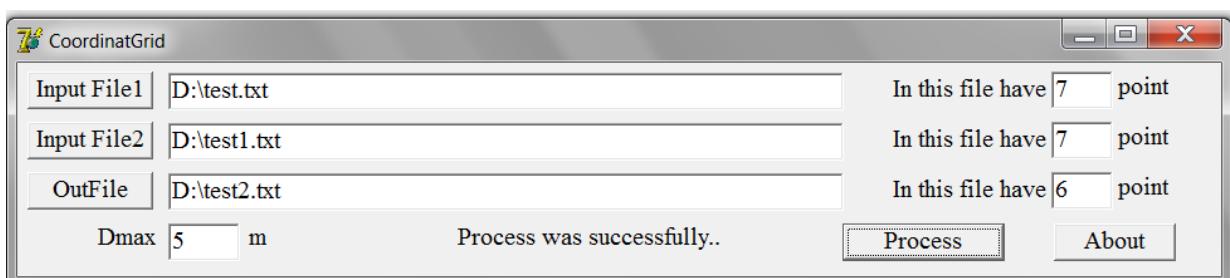


Рис. 7. Экранная форма программы CoordinatGrid

Второй вариант ориентирован на создание массива искомых точек с трехмерными координатами преобразованием горизонталей: преобразуются горизontали в точки и экстрагируют координаты X , Y и H или $Zvalue$ с помощью Mapinfo Tool: PolyNode Extractor.

Таким образом, с помощью предложенной методики можно создать массив трехмерных координат точек на основе имеющихся картографических материалов, что существенно снижает затраты времени и средств по сравнению с топографическими съемками.

Следующим этапом в создании файлов трехмерных изображений земной поверхности является построение 3D модели поверхности Земли. Общая схема технологической последовательности операций по построению искомой 3D модели приведена на рис. 8 и включает три крупных технологических блока:

- создание сетки высот поверхности Земли, предоставляются два варианта:

- Create Grid: интерполярование наборов данных, в том числе высот поверхностей, с помощью методов минимальной кривизны, пространственного соседа, кригинга, триангуляции и др.;

- Large and Multi-file Gridding: интерполярование одного или нескольких файлов.

Результатом выполнения данного технологического процесса является файл сетки высот;

• генерация горизонталей: результатом выполнения данного технологического процесса является файл горизонталей.

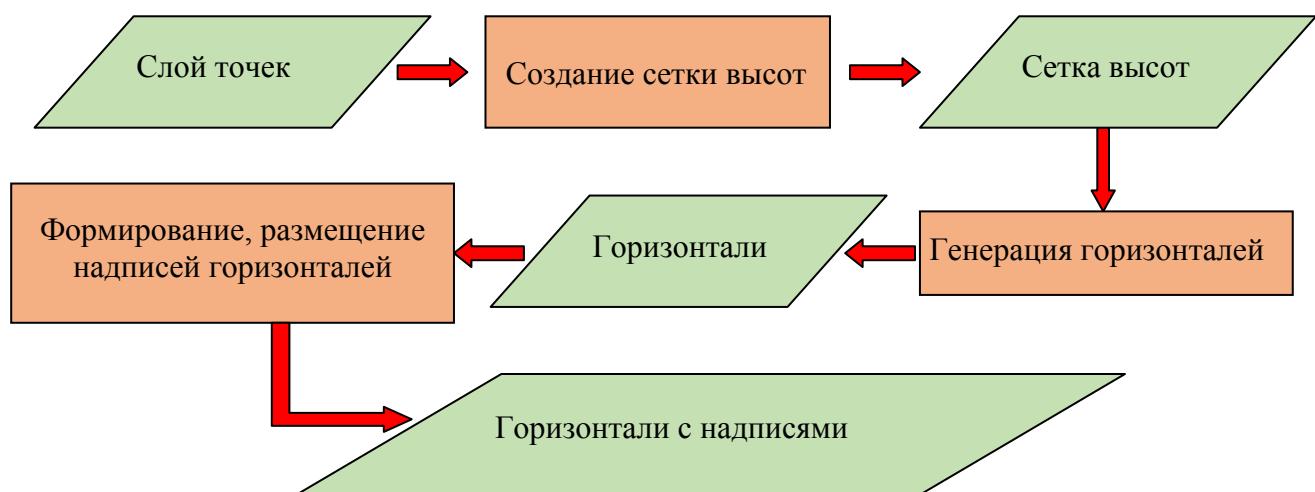


Рис. 8. Технологическая схема построения 3D модели поверхности Земли

При сравнении разных методов интерполяирования наборов данных получено, что наилучшее приближение к исходным горизонталям для условий данного эксперимента достигается при применении интерполяционного метода «Пространственное Соседство»;

- формирование и размещение надписей: надписи горизонталей можно локализовать в любом месте по требованию картографа.

Итоговым результатом выполнения всех трех технологических блоков является 3D модель поверхности Земли в традиционном двухмерном представлении (с горизонталями) или трехмерном представлении в виде поверхности с помощью пакета Engage 3D (рис. 9).

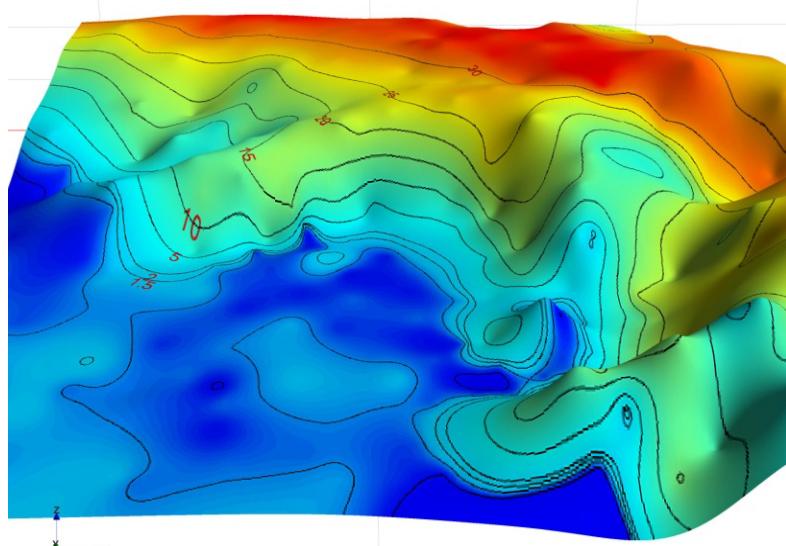


Рис. 9. Изображение 3D модели поверхности Земли

Комбинация файлов карты по требованиям заказчиков и управление процессом экспорта картографической продукции

Последним процессом разработанной технологии является процесс формирования выходной картографической и мультимедийной продукции. Он включает следующие укрупненные операции:

- сохранение результатов данной сессии работы (File-Save session);
- создание набора продукции (File-Save to packag);
- создание снимков, съемок или видеофильмов вдоль определенного заданного маршрута движения;
- сохранение изображения 3D View в окне программы в форме фотосъемки;
- добавление 3D изображения в окне 2D карт программы Mapinfo;
- использование 3D карт в составлении тематических карт.

Характерным примером реализации последней операции могут служить результаты составления тематической 3D карты районирования возможного наводнения г. Хошимин [10].

Для составления карты районирования наводнения г. Хошимин была предложена технологическая схема (рис. 10).

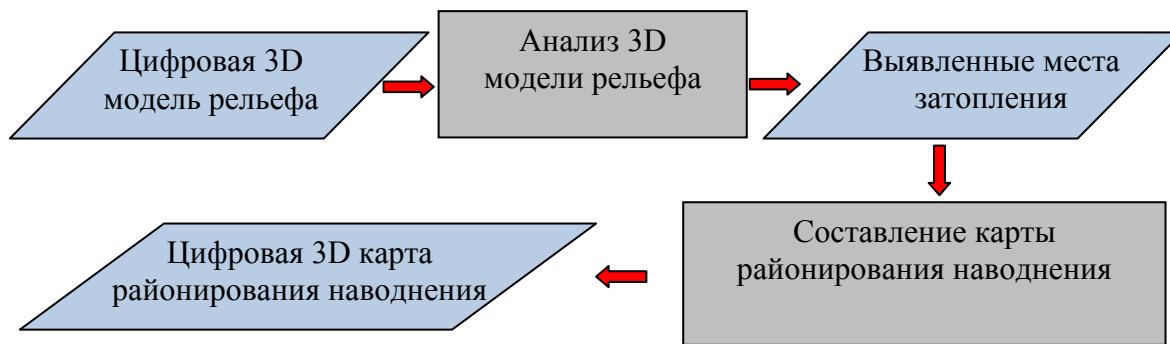


Рис. 10. Технологическая схема составления 3D карты районирования наводнения

В соответствии с предложенной технологической последовательностью были созданы три карты, соответствующие трем уровням тревоги (уровень воды соответствует 1-му уровню тревоги: 1,3(m); 2-му уровню тревоги: 1,4(m); 3-му уровню тревоги: 1,5(m)).

Фрагмент составленной тематической 3D карты районирования наводнения г. Хошимин для условий 3-го уровня тревоги приведен на рисунке 11.

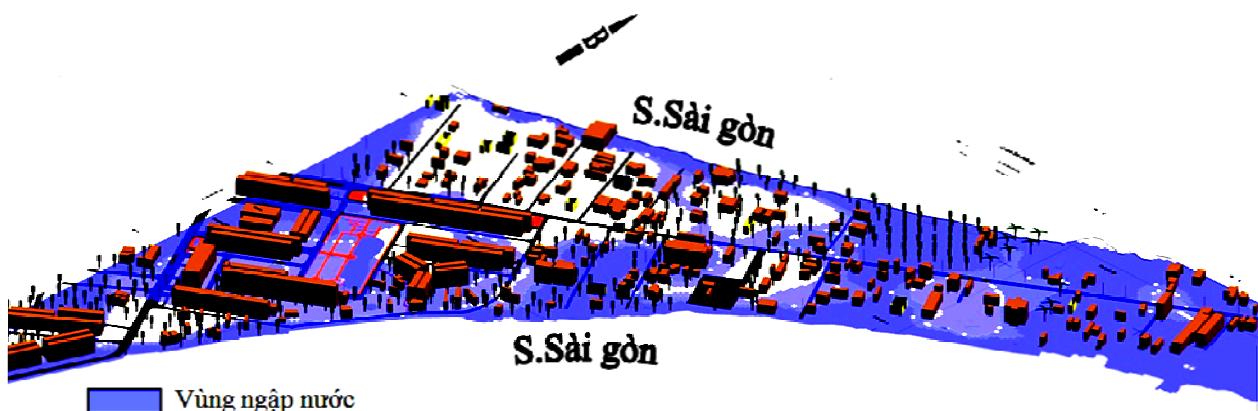


Рис. 11. Фрагмент карты наводнения 3-го уровня тревоги г. Хошимин

Таким образом, разработанная технология формирования трехмерных карт путем преобразования информации об объектах местности и земной поверхности в формате Mapinfo из 2D карты в 3D карту с помощью пакета Engage 3D позволяет существенно ускорить процесс трехмерного картографирования. Применение этой технологии позволяет создавать 3D- карты гораздо быстрее, чем при использовании собранной информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной реальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.

2. Лисицкий Д. В., Бугаков П. Ю. Методические основы цифрового трехмерного картографирования // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 6. – С. 37–42.
3. Наземное лазерное сканирование: монография / В. А. Середович, А. В. Комиссаров, Д. В. Комиссаров, Т. А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009.
4. Лисицкий Д. В., Бугаков П. Ю. Картографическая визуализация трехмерных моделей местности // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 87–93.
5. Нгуен Ань Тай. Методы составления цифровых карт окружающей среды во Вьетнаме // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 193–198.
6. Нгуен Ань Тай. Содержание и оформление цифровых карт во Вьетнаме / Нгуен Ань Тай // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 199–202.
7. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Пространственная локализация и правила цифрового описания объектов в трехмерном картографировании // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 190–195.
8. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Классификация и обоснование условных знаков крыш для трехмерных карт Вьетнама на основе признаков «Фэн-Шуй» и «У-Син» // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 147–153.
9. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Формирование трехмерных картографических изображений зданий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 3. – С. 35–39.
10. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Геоинформационный анализ возможных затоплений территории города Хошимин // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр., 8–18 апреля 2014 г., Новосибирск : 5-я Международная конференция «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху "Больших данных"» : сб. материалов. – Новосибирск : СГГА, 2014. – С. 12–18.

Получено 10.08.2015

© Нгуен Ань Тай, 2015