

ТРЕХМЕРНОЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ЮБИЛЕЙНОГО МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

А.Г. Пахмурин (ГИА «Иннотер»)

В 2010 г. окончил картографический факультет МИИГАиК по специальности «картография». С 2007 г. работает в ГИА «Иннотер», в настоящее время — ведущий специалист, инженер-картограф. Аспирант МИИГАиК.

Перспективные (трехмерные) карты — один из самых наглядных и понятных видов картографической продукции. Такие карты практически без помощи легенды позволяют наиболее полно передать информацию о местности.

Составление и оформление трехмерных карт может выполняться как рукописным способом, так и с применением полностью автоматизированных технологий. Но чаще всего — это интерактивный процесс, сочетающий возможности современного графического и геоинформационного программного обеспечения (ПО) с пониманием разработчика, какую конечную продукцию он собирается получить. Построение трехмерных моделей не является сложной задачей, если картограф обладает исходными данными и соответствующим ПО. Но может ли трехмерная модель называться картой и удовлетворяет ли она требованиям, предъявляемым к картографической продукции? На этот вопрос постараемся ответить на примере создания перспективной карты г. Юбилейного Московской области.

При разработке технологии создания перспективной карты была поставлена цель — оптимизировать процесс составле-

ния за счет его максимальной автоматизации, а также исследовать возможности оформления карт с помощью геоинформационных систем (ГИС). Такого типа карты могут быть краеведческими, служить целям территориального планирования, использоваться при решении архитектурных задач, а также носить справочно-информационный характер и предназначаться для широкого круга потребителей. Они создаются для ознакомления жителей и гостей города с его территорией, планировкой и объектами.

Предлагаемая технологическая схема создания перспективной карты включает: сбор, изучение и выбор картографических и справочных материалов, построение трехмерной векторной модели, оформление и подготовку карты к изданию.

Перспективная карта г. Юбилейного проектировалась как настенная. Одним из ее назначений должно было стать обзорно-краеведческое (для применения в школе), а другим — информационное (для использования отделом архитектуры).

▼ Подготовительные работы

Для детального изучения территории города были взяты следующие картографические и справочные материалы, а также космические снимки:

1. Космический снимок со спутника IKONOS. Дата съемки — 13.07.2009 г., облачность — 10%, угол отклонения от надира — 27,54°, разрешение — 1 м (источник — «Яндекс-карты»).

2. Космический снимок со спутника GeoEye-2. Дата съемки — 06.05.2007 г., облачность — 0%, угол отклонения от надира — 18,64°, разрешение — 50 см (источник — «Google планета Земля»).

3. Топографический план г. Юбилейного масштаба 1:5000, созданный по материалам аэрофотосъемки и наземной топографической съемки в 2008 г. (источник — ООО «Центргипрозем»).

4. План-схема г. Юбилейного (источник — путеводитель



Рис. 1
Фрагмент снимка с КА GeoEye-2

«Юбилейный. Город ракетно-космической науки»).

Перечисленные выше материалы оценивались по полноте содержания, достоверности, точности и актуальности. В итоге в качестве основного источника был выбран космический снимок GeoEye-2 (рис. 1).

Так как карту планировалось разрабатывать в трехмерном виде, для отображения на ней зданий потребовались дополнительные данные: цифровая модель рельефа (ЦМР) г. Юбилейного, построенная по данным SRTM, фотографии объектов, а также топографический план масштаба 1:5000 (для определения высоты зданий по количеству этажей и элементов, которые не видны на снимке) и план-схема из путеводителя.

После выбора основного и дополнительных источников был проведен анализ программного обеспечения и решено использовать следующее:

- MicroStation (для создания трехмерной модели);
- Walkinside (для получения изображения по модели, выбора ракурса, создания видеооблетов).

▼ Создание трехмерной векторной модели

Фрагмент снимка GeoEye-2 был «вырезан» средствами программы «Google планета Земля» и импортирован в MicroStation. Также для загрузки ЦМР г. Юбилейного в «Google планета Земля» были взяты координаты границ картографируемой территории.

Построение перспективной проекции выполнялось в интерактивном режиме автоматическим способом с помощью ПО MicroStation, при этом учитывались все требования и правила получения перспективы, включая рельеф, несмотря на то, что он был преимущественно плоский. Результатом этой работы стала трехмерная векторная модель, в которой линии и поверх-

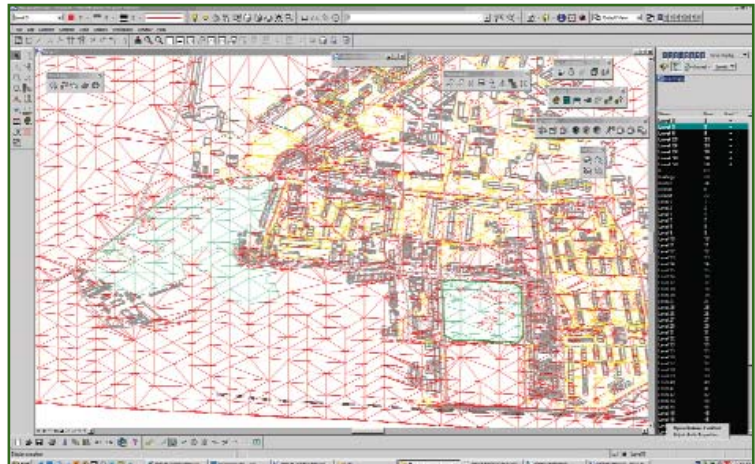


Рис. 2

Фрагмент трехмерной модели в режиме WireFrame в программе MicroStation

ности описываются с помощью математических функций (рис. 2).

▼ Выбор ракурса (вида)

Положение всех элементов перспективной карты должно обеспечивать наилучшие условия отображения. Под этими условиями понимаются эстетические аспекты и необходимость более детального и достоверного показа основных элементов территории.

При выборе видовой точки использовались программы MicroStation и Walkinside. Ставилась задача отображения (визуализации) как можно большей площади территории города.

К будущей карте предъявлялись следующие требования:

- показать все жилые районы населенного пункта, а также его основные объекты;

- по возможности избежать «мертвых зон» на карте (строения на переднем плане не должны закрывать собой строения и улицы на дальнем плане);

- в связи с особенным значением железной дороги как основной транспортной артерии города и одновременно его границы постараться изобразить ее как можно полнее.

После проведения ряда экспериментальных работ был выбран вид, показанный на рис. 3.

▼ Оформление элементов перспективной карты

Полученная трехмерная векторная модель являлась проме-

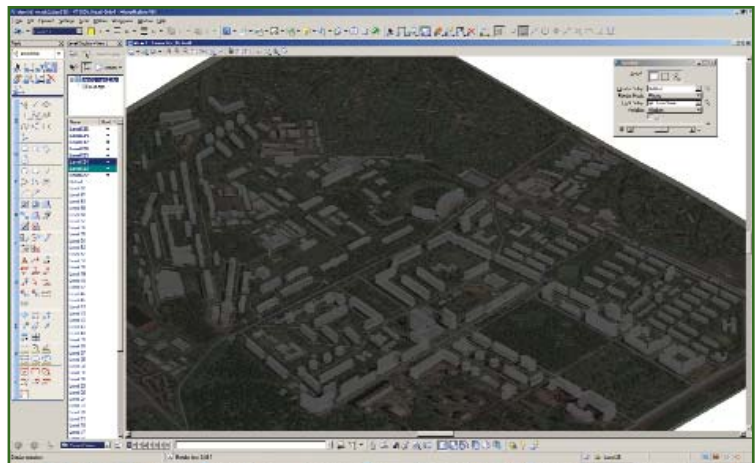


Рис. 3

Выбранный вариант вида г. Юбилейного

жуточным результатом и не нуждалась в особом оформлении для осуществления различных работ технического характера (картометрии, дополнительных построений, редактирования). Но так как на ее основе планировалось создавать перспективную карту, было решено провести некоторые оформительские действия. Они включали подбор текстур лесной растительности, текстур и заливок для отображения форм зданий, а также выбор наиболее удачного освещения и подчеркивания пластики трехмерных объектов.

Кроме того, был проведен анализ ранее изданных карт аналогичной тематики, чтобы использовать удачные приемы и избежать повторения ошибок. Для этого оценивались достоинства и недостатки фонового, штрихового и шрифтового оформления карт.

Были проанализированы следующие картографические произведения:

- перспективная карта ул. Остоженки (рис. 4);
- перспективная карта железнодорожной станции (рис. 5);
- другие трехмерные карты.

В результате был выбран вариант оформления трехмерной модели, представленный на рис. 6.

Исходя из характера проектируемой карты, было предложено проводить ее оформление в векторных редакторах, таких как Adobe Illustrator или CorelDraw. Трехмерная модель в программе MicroStation строилась в векторном виде, а ее средства позволили легко перевести трехмерные элементы в плоские (двухмерные) в выбранной картинной плоскости.

Оформление карты в векторном формате имеет ряд положительных моментов:

- оперативное присвоение тому или иному полигону градиентной (для скатов крыш), однотонной (для фасадов) или текстурной заливки;
- применение чистых и ярких цветов для тех или иных элементов содержания карты;
- создание чертежей фасадов зданий с высокой достоверностью (по результатам полевых обследований) и с необходимой степенью подробности;
- перевод в векторный вид растровых изображений (например, леса или отдельных деревьев);
- печать карты любого размера (ее формат зависит лишь от запросов заказчика);
- быстрая работа с файлом за счет его небольшого объема;



Рис. 4
Фрагмент перспективной карты ул. Остоженки

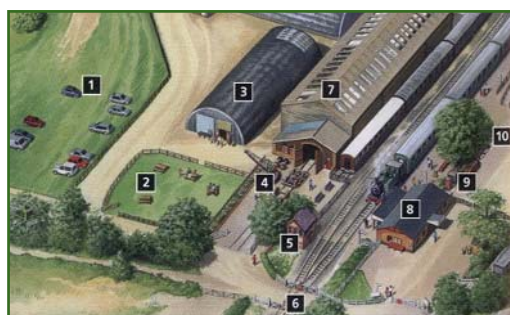


Рис. 5
Фрагмент перспективной карты железнодорожной станции

— возможность нанесения на карту тематической информации.

Оцифровка зданий велась средствами программы MicroStation с одновременным дешифрированием снимка (рис. 7). Первоначально работы выполнялись в разных слоях (низкие дома, высотные дома, гаражи и т. д.), которые затем были объединены в один файл в формате DGN.

Для построения зданий в трехмерном виде применялась функция Extrusion (выдавливание). Этажность домов определялась по топографическому плану масштаба 1:5000, при этом высота каждого этажа принималась равной 3 м. Кроме того, при недостатке сведений, высоту зданий определяли по величине тени на космическом снимке либо путем полевого обследования.

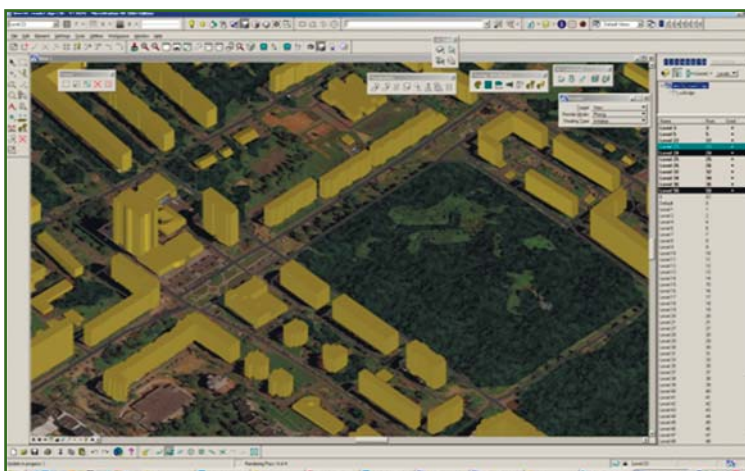


Рис. 6
Один из вариантов оформления трехмерной модели (монохромная текстура зданий, текстура растительности)

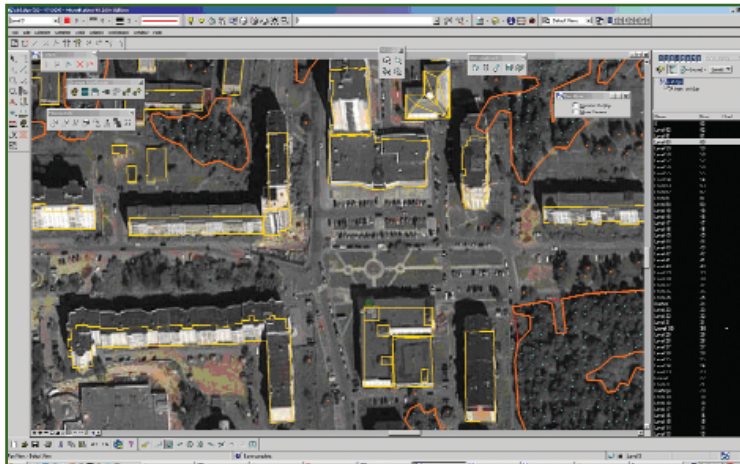


Рис. 7
Оцифровка зданий с одновременным дешифрированием снимка

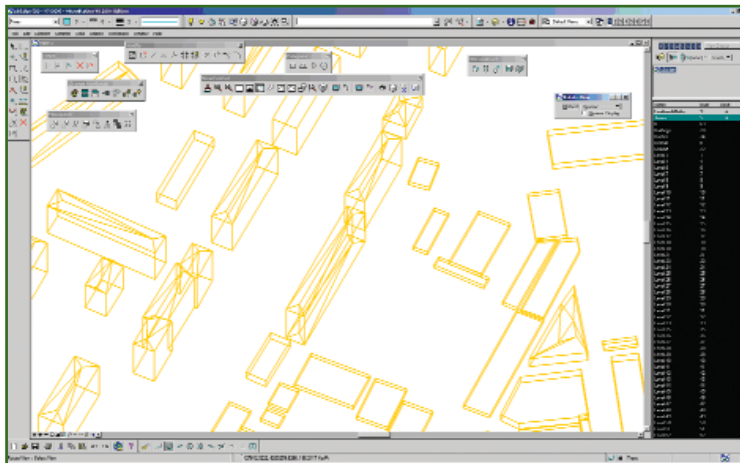


Рис. 8
Здания в изометрии (вид с юго-запада)

Если здание имело крышу с двумя и более скатами, то «конек» крыши (линия, соответствующая верхнему горизонтальному ребру крыши, образованному пересечением двух скатов) помещался на высоту 2 м от верхнего этажа. Особенностью ПО MicroStation является то, что в нем все поверхности (плоскости) строятся как треугольники либо как фигуры с большим количеством углов, но при условии, что все точки (вершины углов) лежат в одной плоскости. Было решено воспользоваться первым вариантом (треугольники).

На рис. 8 крыши со скатами отображены в виде треугольников, а плоские крыши и стены зданий — в виде четырехуголь-

ников, так как для их построения использовалась функция Extrusion.

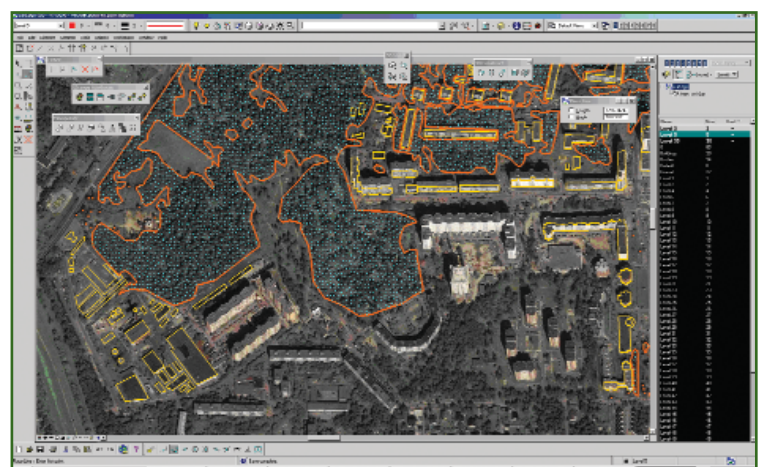


Рис. 9
Пример обозначения участков с растительностью и отдельно стоящих деревьев

Оцифровка и моделирование участков с растительностью проводились по снимку и не вызвали особых затруднений. Кроме того, на карту наносились не только сплошные лесные и парковые массивы, но и редколесья, а также некоторые отдельно стоящие деревья. В результате оцифровки были обозначены контуры участков со сплошным лесным покровом. Для выбора наиболее удачного отображения растительности в контурах использовались два метода. В первом случае контуры в случайном порядке заполнялись отдельными деревьями (на трехмерной модели они изображались точками), а во втором — использовались варианты текстурирования цифровой модели рельефа в пределах контуров.

На рис. 9 приведен пример обозначения участков с растительностью и отдельно стоящих деревьев с использованием первого метода. Участки с растительностью обозначены контуром оранжевого цвета, отдельно стоящие деревья — точками оранжевого цвета, деревья, расставленные в случайном порядке программными средствами — точками зеленого цвета в пределах контуров. Впоследствии точки, обозначающие положение деревьев, бы-

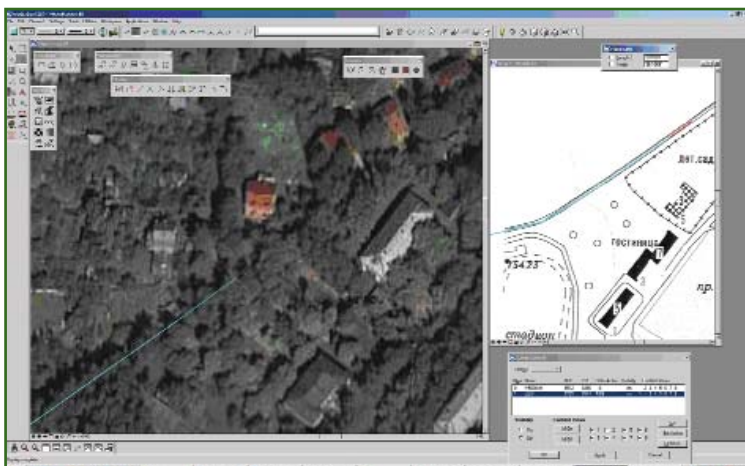


Рис. 10

Пример оцифровки невидимой на снимке улицы по двум источникам

ли спроецированы на цифровую модель рельефа. Затем в каждую из точек, как в основание ствола, были «посажены» трехмерные модели деревьев разной величины. Трехмерная модель дерева представляет собой три грани, каждая из которых — плоское изображение растения, пересекающиеся по одной линии (линии ствола). Разная величина и нерегулярность в распределении деревьев создали изображение лесного массива, близкое к реальному.

Оцифровка улиц, железной дороги и трех железнодорожных платформ станции «Болшево», а также пруда, стадиона и ограждений (заборов) велось одновременно с дешифрированием снимка. Все площадные и линейные объекты в последующем были «посажены» на цифровую модель рельефа. Моделирование заборов, оцифрованных в виде ломаных линий, проводилось с помощью функции Extrusion.

▼ Подготовка перспективной карты к изданию

Следует отметить некоторые проблемы, которые возникли в процессе составления трехмерной карты и были успешно решены:

— искажения высотного положения некоторых зданий (они оказывались ниже поверх-



Рис. 11

Фрагмент перспективной карты города Юбилейного

ности земли) из-за неверной привязки отдельных элементов друг к другу;

— неудобства при вводе текстур, заливок и градиентов, поскольку в ПО MicroStation все поверхности определяются как треугольники;

— наличие невидимых участков улиц на космическом снимке из-за густой растительности (рис. 10).

Поэтому после составления карты необходимо было провести ее проверку на корректность отображения всех элементов и, при обнаружении неточностей и ошибок, устранить их.

Опыт подготовки перспективной карты города Юбилейного

(рис. 11) позволил разработать и реализовать технологическую схему создания перспективных карт. Новизной и особенностями предлагаемой технологии являются:

1) возможность за счет использования программы трехмерного моделирования из метрически точной трехмерной модели создать не только наглядную, но и достоверную перспективную карту;

2) использование графических (и в частности векторных) программ для создания не только электронной, но и в дальнейшем бумажной версии карты любого размера;

3) возможность избежать «шумов» и нечеткостей изображений космических снимков и текстур поверхностей объектов модели за счет исключения этих изображений в перспективной карте и оформления карты в векторной программе.

RESUME

The author's flow chart of creating a perspective map by the example of the Jubileiny town (the Moscow region) is considered. The work on the three-dimensional simulation of the urban environment using the MicroStation, WalkInside and other software applications is described in detail.