

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ КООРДИНАТНОЙ СЪЕМКИ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CREDO III

А.В. Спицын («Трида Плюс», Казань)

В 1979 г. окончил Казанское высшее военное инженерное училище. После окончания училища проходил службу в ракетных войсках сухопутных войск. С 1992 г. работал техником, инженером, главным специалистом Главного управления архитектуры г. Казани. С 1998 г. по настоящее время — директор компании «Трида Плюс».

А.А. Чернявцев («Геостройизыскания»)

В 1986 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания института работал инженером отдела изысканий «ПромНИИПроект», с 1994 г. — ведущим инженером отдела изысканий предприятия «ПриЗ». С 1996 г. работает в компании «Геостройизыскания», в настоящее время — главный специалист.

Прошло более четырех лет с момента публикации первой статьи по данному вопросу в журнале «Геопрофи» (см. Геопрофи. — 2003. — № 5. — С. 40–43. — *Прим. ред.*). За этот период суть подхода к решению задачи не изменилась, более того, на основе приведенной в статье технологии, были выполнены работы на многих объектах. Тем не менее, произошли изменения в технической и программной составляющих технологии, предложенной авторами.

Так, например, расширились номенклатура и технические характеристики безотражательных электронных тахеометров, значительно усовершенствована их конструкция. Не ставя перед собой задачи обобщать и сравнивать технические характеристики безотражательных тахеометров различных фирм, в качестве примера приведем только те изменения, которые касаются приборного ряда электронных тахеометров компании Sokkia (Япония).

В настоящее время во всех электронных тахеометрах Sokkia применяются дальномеры, со-

зданные на основе технологии RED-tech и ее производных — RED-tech II, RED-tech EX. В этой технологии используется аналого-цифровой преобразователь для выборочной оцифровки полученного сигнала в трех различных частотных диапазонах, а также специальное программное обеспечение для вычисления значения расстояния. Данное техническое решение гарантирует автоматический выбор наиболее подходящего метода вычислений для конкретных условий измерений и, как результат, увеличивает дальность и точность измерений. RED-tech дальномер улучшен за счет приема-передающей оптики и электронных компонентов. Лазерный луч дальномера имеет малый диаметр, что позволяет легко проводить измерения расстояний до объектов, имеющих малые размеры, под большим углом к поверхности объекта, сквозь препятствия, такие как сетчатые ограждения, листва деревьев и т. п.

Одной из важных характеристик прибора, применяемого для съемки фасадов, является пре-

дельная дальность работы в безотражательном режиме. Характеристики дальности и точности безотражательных тахеометров, выпускаемых фирмой Sokkia, приведены в таблице, из которой видно, что дальность измеряемых расстояний составляет от 150 до более 500 м, а точность измерения вертикальных и горизонтальных углов от 1 до 6”.

Значительные изменения произошли и в программном комплексе CREDO с разработкой программ третьего поколения



Рис. 1
Фасад строящегося здания в городе Чебоксары

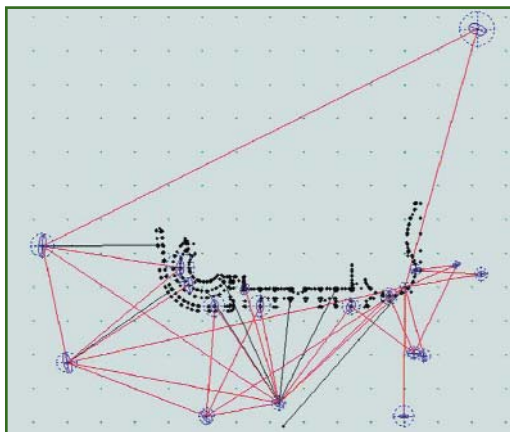


Рис. 2

Схема сети теодолитных ходов и ходов тригонометрического нивелирования

CREDO III: ТОПОПЛАН, ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, ГЕНПЛАН и ДОРОГИ. Более двух лет поставляется программа CREDO_DAT версии 3.1, вышла ее новая версия 3.12. Отметим наиболее важные, именно для съемки фасадов, отличия программ CREDO III от программ предыдущего поколения. Прежде всего, осуществлен переход на многопользовательский режим, использование глобальной и локальной баз данных, современных и мощных СУБД (MS SQL Server и Oracle), что повышает удобство и скорость обработки полевых материалов, особенно на крупных объектах. В программах третьего поколения реализована функция загрузки растровых подложек любой цветности. Теперь имеется возможность применять в качестве подложек не только схемы и чертежи, но и цифровые снимки, что дает больше наглядной информации об объекте. Появился новый примитив — сплайн, который позволяет быстро и качественно отображать криволинейные поверхности. Расширены функции работы со структурными линиями. Особо следует отметить возможность назначения второго профиля структурной линии. Данная функция необходима для моделирования вертикальных поверхностей и крайне важна при работе с моделями фасадов зда-

ний. Появились дополнительные компоненты: «Менеджер баз данных», «Редактор линий и штриховок», «Редактор шаблонов» и др. Повышена точность построения модели по сравнению с программами CREDO_TER и CREDO_MIX.

Рассмотрим технологию съемки, подготовки и выпуска чертежей фасадов зданий и поэтажных профилей с использованием систем CREDO_DAT 3.11 и ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 1.0 на примере работ, выполненных на строящемся здании в городе Чебоксары (рис. 1). Не останавливаясь на описании полевых измерений, отметим только, что съемка фасадов проводилась электронным тахеометром Sokkia SET530RK3 в условной системе координат.

Камеральная обработка полученных при съемке данных включала ряд основных этапов, которые рассмотрим более подробно.

Импорт файла измерений. Файлы измерений импортировались из электронного тахеометра и являлись исходными данными для последующей камеральной обработки.

Уравнивание сети теодолитных ходов и ходов тригонометрического нивелирования. Уравнивание проводилось в программе CREDO_DAT 3.11. Схема сети представлена на рис. 2.

Преобразование файла координат. Для того, чтобы получить поэтажные профили фасада, по сути, нужно получить разрез цифровой модели фасада, создаваемой на основе координат.

Дальность и точность безотражательных электронных тахеометров, выпускаемых фирмой Sokkia

Марка тахеометра	Максимальная дальность работы дальномера в безотражательном режиме, м	Угловая точность
SET X1	>500	1"
SET X2	>500	2"
SET X3	>500	3"
SET X5	>500	5"
SET230RK3	>350	2"
SET330RK3	>350	3"
SET530RK3	>350	5"
SET230R3	>350	2"
SET330R3	>350	3"
SET530R3	>350	5"
SET230RK3L	>350	2"
SET530RK3L	>350	5"
SET230R3L	>350	2"
SET530R3L	>350	5"
SET230RK	>200	2"
SET330RK	>200	3"
SET530RK	>200	5"
SET230R	>200	2"
SET330R	>200	3"
SET530R	>200	5"
SET230RKЛ	>200	2"
SET530RKЛ	>200	5"
SET230RЛ	>200	2"
SET530RЛ	>200	5"
SET630RK	>150	6"
SET630R	>150	6"

Примечания. Первая цифра в названии прибора соответствует угловой точности прибора, R — безотражательный режим, K — расширенная клавиатура, L — низкотемпературный вариант (до -30°C). Все приведенные в таблице приборы имеют одинаковую точность измерения расстояния в безотражательном режиме: $\pm(3 + 2 \times 10^{-6} \times D)$ мм.

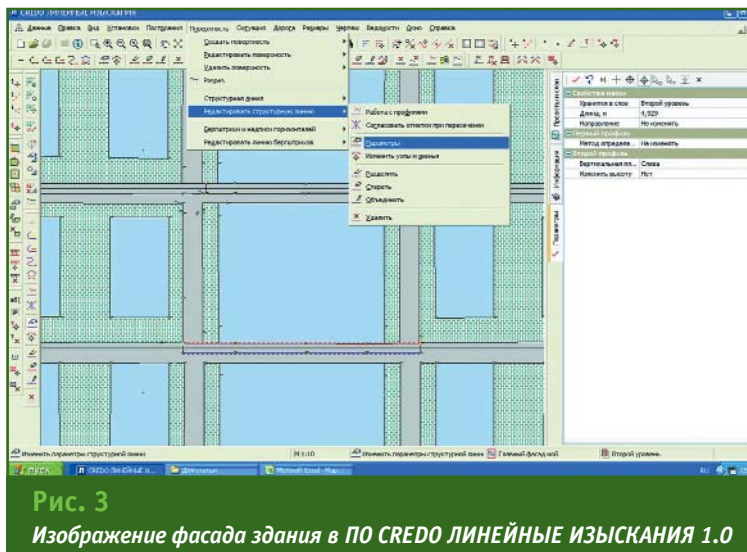


Рис. 3
Изображение фасада здания в ПО CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 1.0

нат характерных точек. Для этого необходимо плоскость фасада, которая изначально находится в произвольной вертикальной плоскости, «положить» горизонтально (в плоскость XY).

Предварительно вычислив дирекционный угол между крайними точками цокольного этажа, изменением исходного опорного направления основной фасад был развернут по направлению дирекционного угла, равного 90°. Указав необходимые параметры в настройке шаблона и «отключив» станции, с которых не проводились измерения главного фасада, был выполнен экспорт точек в текстовый файл «Файл/Экспорт/По шаблону (точки)».

Далее можно было бы открыть в CREDO_DAT 3.11 новый проект и импортировать полученный файл, меняя координаты X и Z. Но этого недостаточно, так как при таком переходе будут получены «зеркальные» искажения. Действительно, если мы работаем с вогнутым фасадом, то чем больше значение X, тем больше после замены X на Z будет значение Z. И там, где есть вогнутая поверхность, мы получим выпуклую. Для того, чтобы исключить эти искажения, до замены X на Z было проведено преобразование координаты X всех характерных точек по следующей формуле:

$$X_i' = X_i (-1) + K,$$

где **K** — положительное число, выбираемое по условию **K > X_{max}**.

Другими словами, знак значений X менялся на минус, но, так как с отрицательными значениями работать неудобно, к каждому значению X прибавлялась положительная константа. Сделать это можно разными способами, в данном случае использовалась программа Microsoft Excel.

Только после этих преобразований был создан новый проект в CREDO_DAT 3.11, в который импортировался полученный файл в формате TXT «Файл/Импорт/По шаблону (точки)». При создании шаблона замена местами координат X и Z позволила «положить» фасад в горизонтальную плоскость для создания цифровой модели рельефа фасада. В результате был получен набор точек, наглядно описывающих снимаемый объект. После сохранения данных работа в CREDO_DAT 3.11 была завершена.

Построение цифровой модели. Вычерчивание геометрии фасада и создание цифровой модели рельефа фасада проводилось в CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 1.0. При построениях использовались как фотографии, сделанные при съемке, так и абрисы сложных элементов фасада с описанием точек съемки. В результате, используя

широкие возможности ПО CREDO III, а именно: элементы точной геометрии, маски, регионы с заполнением различной штриховкой, было получено изображение фасада здания, в полной мере отвечающее как требованиям точности, так и возможности отображения конструктивных элементов (моноклит, кирпич, блок и т. п.) (рис. 3).

Создание ЦМР по фасаду здания проводилось с использованием структурных линий со вторым профилем, на основе объединения групп треугольников с редактированием их параметров. Работа в окне профиля со структурной линией позволила интерактивно построить положение вертикальной стенки, тем самым точно определив положение балконов или других выступающих элементов фасада и одновременно подготовив ЦМР к созданию разрезов.

Построение поэтажных профилей. Разрезы фасада строились созданием ЛТО (линейный топографический объект) и последующим редактированием профиля ЛТО в окне профиля. Программа позволила адекватно построить не только прямолинейные участки разрезов, но и круговые элементы с аппроксимацией точек разреза на криволинейных участках, и оценить соответствие фактичес-

Окружность	
Количество точек	24
Макс. отклонение	0,034255
Мин. отклонение	0,001192
Ср. квадр. откл...	0,016995
Ср. арифм. откл...	0,014317
Ограничение R, м	7,381
Кратность R	0,000000
Радиус R, м	7,381
Отметка Н центр...	13,82
Расстояние L цен...	7,036
	7,381

Рис. 4
Оценка соответствия фактических радиусов кривых проектным значениям

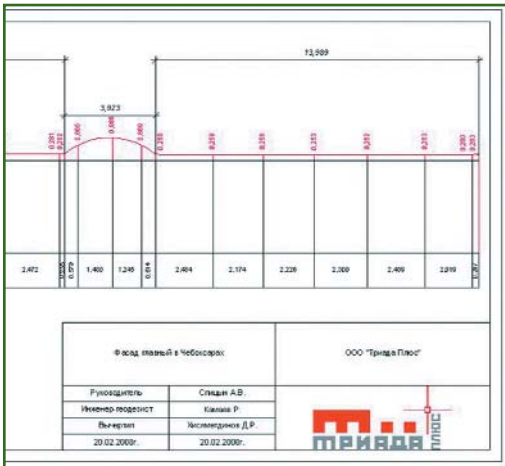


Рис. 5

Фрагмент проекта чертежа разреза

ких радиусов кривых проектным значениям в окне параметров аппроксимации (рис. 4).

Изготовление чертежей.

Перед подготовкой чертежей разрезов были созданы новые шаблоны чертежей, штампы, шаблоны сеток профиля, заполнены сетки профилей, на профиле построены координаты и отметки (рис. 5).

По ходу работы заказчику передавались промежуточные материалы съемки:

— трехмерная модель «облака точек» в виде файла в формате DXF, который был получен из CREDO_DAT 3.11 после уравнивания;

— рельеф фасада в формате 3D DXF, который был получен с помощью программы CREDO КОНВЕРТЕР 1.0 на основе цифровой модели, созданной в CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 1.0.

Предвидя возможную реакцию скептиков, заметим следующее. Действительно, программы CREDO_DAT 3.11 и ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, входящие в комплекс CREDO III, разрабатывались не для создания цифровых моделей зданий и сооружений, а для решения проектно-изыскательских задач. Однако потенциал, заложенный в этих программах, позволяет применять их для решения разнообразных специализированных инженерных задач, возникающих на практике.

Имея в своем распоряжении программный комплекс CREDO и умело его применяя, можно избежать лишних затрат на приобретение дополнительного специализированного программного обеспечения. Поиск новых сфер применения программ комплекса CREDO III должен основываться на глубоких знаниях программ и практическом опыте их использования, которые можно получить в учебном центре НОУ «Ростройобразование» (Казань) или ЗАО «Геостройизыскания».

RESUME

A technology of survey as well as the preparation and output of the building facade drawings together with the floor profiles is considered based on the project fulfilled by the authors. The works were conducted at the building being constructed at Cheboksary using reflectorless total station Sokkia SET530RK3, the software CREDO_DAT 3.11 and the LINEINYE IZYSKANIYA package of the CREDO III system.

НАПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ:



инженерная геодезия



инженерная геология



РОССТРОЙОБРАЗОВАНИЕ
НЕГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ



проектирование генпланов



маркшейдерское дело



землеустройство



проектирование автомобильных дорог



CREDO-DIALOGUE
Региональный учебно-внедренческий центр



Наш адрес: 420111, РТ, Казань,
ул. Дзержинского, 6
Тел./факс: (843) 292-16-40, 292-22-22
E-mail: triada@mi.ru

Лицензия № 264210 от 14 ноября 2007г.