

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОХРАНЕ ПАМЯТНИКОВ КУЛЬТУРЫ

Л. КИШ—ПАПП

Геодезический Институт

Будапештского Политехнического Университета Н-1521.

Поступило: июль 1989

1. Введение

При классических методах фотограмметрии в качестве носителя информации используются фотоснимки. Хотя производительность фотограмметрии с использованием возможностей вычислительной техники увеличивается, создание нового поколения систем, работающих исключительно цифровым способом стало возможным благодаря лишь последовательному применению цифровой обработки изображений.

В случае классической фотограмметрии между элементами системы имеется аналоговая связь, что позволяет осуществить картографирование непосредственно в линейном режиме. Однако аналоговые фотограмметрические методы имеют и многочисленные недостатки, влияние которых проявляется особенно при фотограмметрии с близких расстояний.

Благодаря применению электроники и вычислительной техники парк приборов, используемых в области фотограмметрии, также потерпел значительное изменение. Первым этапом развития являлась дигитализация картографических систем, что привело к созданию аналитических приборов обработки снимков. В результате такого изменения увеличилась скорость обработки и повысилась точность.

Следующим этапом этого развития было применение цифровой корреляции в аналитических приборах обработки снимков. Такая комбинация, как соединение снимков — носителей информации с цифровой обработкой данных даст особенно в области картографии значительную экономию времени или затрат, а также увеличит производительность. Применение этого метода в области охраны памятников культуры также обещает дать обнадеживающие результаты.

Однако для полного использования возможностей цифровой обработки изображений при измерениях памятников культуры необходимо было решить вопрос о дигитализации всей системы изображения. Комбинация цифровой стереофотограмметрической системы и обобрудования, предназначенного для получения цифровых данных (например, спаренная камера, работающая по принципу ССД), дает прибор чисто цифровой съемки и обработки (рис. 1).

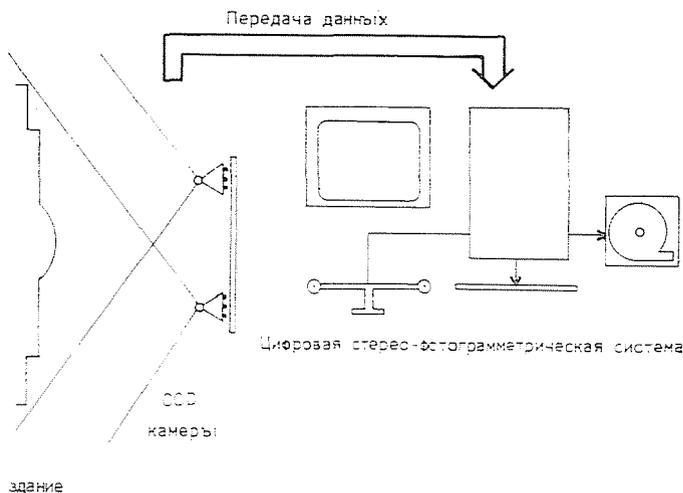


Рис. 1

Цифровую систему обработки изображений необходимо дополнить еще выходным блоком для передачи изображений, благодаря чему станет возможным и выполнение трансформации изображений, цифровых ортофото снимков и изображений с скорректированным контрастом. Это означает, что различные фотограмметрические задачи, для решения которых раньше требовалась специальная аппаратура, теперь могут быть осуществлены с помощью одной универсальной цифровой системы.

Роль фотограмметрии в области охраны памятников культуры

Планы, сечения и чертежи фасадов, полученные методом архитектурной фоторграмметрии дают информацию об объеме и форме исследуемого здания, о пропорции отдельных фрагментов, о возникших в течении времени формоизменениях, а также о тех изменениях, которые были сделаны проектировщиками.

Архитектурная фотограмметрическая съемка имеет большое значение

— для архитекторов и специалистов, занимающихся благоустройством городов при составлении научных проектов для охраны памятников культуры, а также при определении возможных повреждений зданий;

— для специалистов, занимающихся охраной окружающей среды, при определении ущерба, нанесенного окружающей средой памятникам культуры, а также при разработке проектов охраны;

— для искусствоведов, при опознании архитектурного метода, а также при изучении форм и фрагментов в хронологическом порядке и с точки зрения развития архитектурного стиля;

— при составлении архивных материалов фотограмметрические съемки позволяют восстановить первоначальное состояние, если вследствие стихийного бедствия, военного конфликта или из-за любой другой причины произошло частичное или полное разрушение рассматриваемого объекта.

В настоящее время увеличивается количество решаемых задач в области охраны памятников культуры, что требует значительных изменений и внедрения новых, более эффективных и экономичных методов и в области фотограмметрии. Внедрение новых методов не должно пренебрегать возможностями вычислительной техники и чертежных машин.

На сегодняшний день в развитии архитектурной фотограмметрии наблюдаются 2 направления:

— Представители первого направления считают важным сохранить для потребителя богатство изображения снимка. Представители этого направления на передний план выдвигают применение трансформации изображения, особенно — применение ортоскопии;

— По мнению представителей второго направления более существенным является хранение всех данных изображения в цифровой форме, пригодной для обработки на ЭВМ.

Отсюда вытекает, что представители первого направления выдвигают на первый план богатство деталей изображения, а представители второго направления — точность. В настоящее время эти два направления удачно сочетаются в применении цифровой обработки изображений.

3. Создание цифровых ортофотоснимков для проектных работ по реставрации зданий-памятников

3.1. Значение задачи

Вследствие все более ускоряющейся урбанизации внешний облик населенных пунктов изменяется в никогда невиданном темпе. В силу этого обстоятельства все настоятельнее возникает требование сохранить в документах настоящее состояние зданий. Особенно важно это в отношении зданий, являющихся памятниками культуры. Наиболее убедительным доказательством охраны памятников культуры являются памятники, реставрированные в соответствии с их эпохой. Однако классические методы съемки ни с технической, ни с экономической точки зрения не удовлетворяют современных требований. Хотя говорить о слишком большом богатстве наших исторических памятников культуры не приходится, тем не менее сохранение этих памятников связано все же с очень большими трудностями.

Что касается методов съемки зданий, то по конечному продукту различаем линейные (чертежные) и фотографические методы. Для архитектора, как потребителя, обычно требуется линейная обработка. Причина этого заключа-

ется в первую очередь в традиции. В практике существует такое обстоятельство, в соответствии с которым фотографию (фотокарту), как конечную продукцию обработки, необходимо еще интерпретировать; однако это не стоит считать «минусом», тем более, если иметь в виду, что единые требования составления не разработаны даже в отношении линейных чертежей. Раньше, до появления современного аналогового ортофото-оборудования фотокарту можно было создать только для фасада, детали которого находятся в плоскости, так как только тогда была осуществима правильная масштабная трансформация изображения.

Большинство обмеряемых зданий удовлетворяет этому требованию. Помимо этого возможен и такой вариант, когда отдельные части фасада располагаются в различных плоскостях; в этом случае можно осуществить трансформацию изображения методом поясной трансформации. Наряду с трансформацией изображения плоских поверхностей, которая из-за благоприятных низких затрат исполняется классическим фототрансформаторами, в последнее время и в области архитектурной фотограмметрии открылась возможность перед применением ортофототехники.

Во многих случаях для исследования состояния произведений изобразительного искусства, нанесенных на геометрические поверхности, специалисты, занимающиеся охраной памятников культуры, должны располагать чертежами или трансформированными фотографиями. При использовании ортофотоприбора фирмы WILD типа Aviarplan OVI цифрового управления и относящегося к нему пакета вычислительных программ типа SORA, для архитектурной фотограмметрии создаются совсем новые возможности (рис. 2).

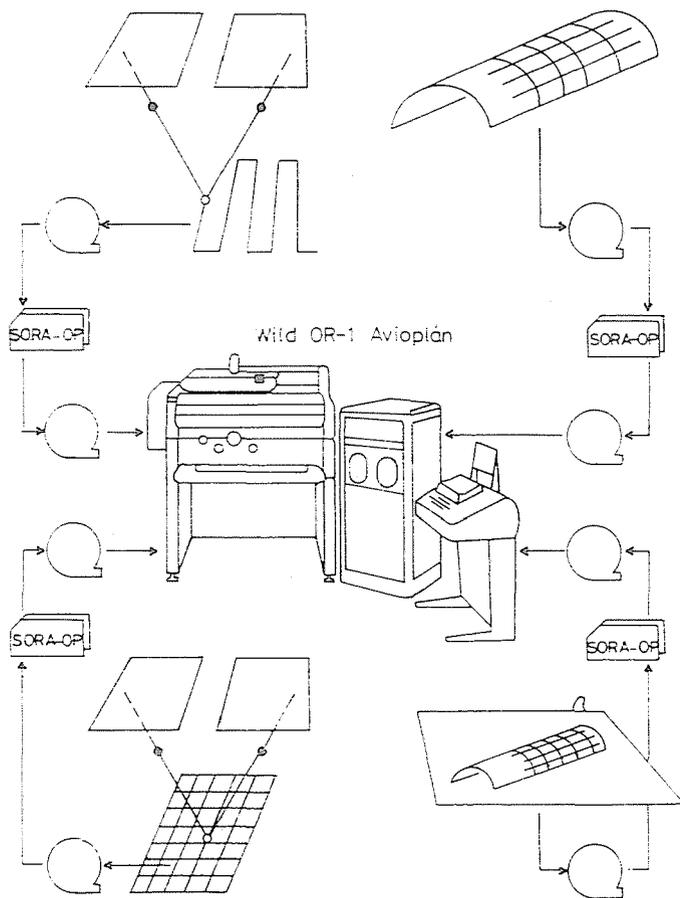
Также, как и аналитические методы, цифровая обработка изображений может широко применяться для решения различных картографических и других задач. При цифровой обработке изображений, применяемой в области архитектурной фотограмметрии первоначальные данные, которые в настоящее время получают еще не с помощью сканирующей камеры, а чаще в виде фотографии, подлежат еще дигитализации.

3.2. Создание цифровых ортофотоснимков методом *off-line*

С развитием вычислительных машин возникла идея осуществить дифференциальную трансформацию аналогового изображения с помощью этих вычислительных машин. В качестве первой операции с помощью оборудования для сканирования изображения или оптоэлектронной камеры получим значения кодов освещенности изображения, хранение которых осуществляем в накопителе. Для трансформации этих значений освещенности изображения нам необходимо иметь цифровую модель поверхности здания, а также данные внутреннего и внешнего ориентирования снимка. С целью осуществления

Прибор стереокопической обработки

Банк данных архитектурных объектов



Прибор стереоскопической обработки

Дигитализация

Рис. 2

трансформации необходимо для каждого элемента изображения ортофото (пиксель) определить соответствующие его месту и размеру значения X, Z , а на основе модели поверхности определить значение Y (рис. 3). Данные внутреннего ориентирования могут быть получены из протокола калибровки, составленной фирмой-изготовителем камеры. Данные внешнего ориентирования снимка следует определить цифровым путем, с помощью целесообразно выбранных опорных точек. Если параметры ориентировки уже определены, то на основе ниже приведенной известной формулы можно приступить к

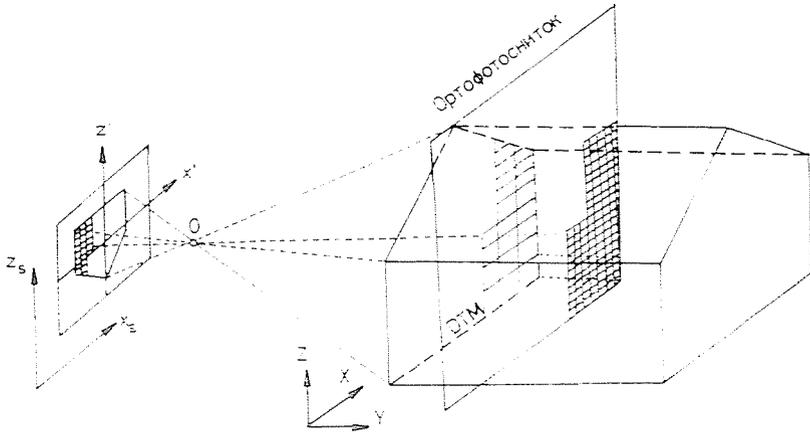


Рис. 3

определению связи между пространством, включающим в себя данный предмет, и снимком:

$$\begin{aligned} x' &= \frac{a_{11}(X - X_0) + a_{21}(Y - Y_0) + a_{31}(Z - Z_0)}{a_{13}(X - X_0) + a_{23}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)} \\ z' &= \frac{a_{12}(X - X_0) + a_{22}(Y - Y_0) + a_{32}(Z - Z_0)}{a_{13}(X - X_0) + a_{23}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)} \end{aligned} \quad (1)$$

где $a_{11} \dots a_{33}$ — коэффициенты, представляющие собой элементы матрицы вращения;

X_0, Y_0, Z_0 — координаты места съемки;

x', z' — координаты снимка.

Первоначальные координаты снимка x', z' , и соответствующие им координаты x_s, z_s , используемые для создания ортофото, определяются трансформацией в плоскости.

$$\begin{aligned} x_s &= a_0 + a_1 x' + a_2 z' \\ z_s &= b_0 + b_1 x' + b_2 z' \end{aligned} \quad (2)$$

Неизвестные коэффициенты ($a_0 \dots b_2$) определяются с помощью координат по крайней мере 3-х идентичных точек сканирования и систем координат снимка.

Если цифровой ортофотоснимок изготавливаем методом off-line, то наиболее благоприятной с точки зрения фотограмметрии формой для приема цифровых данных считается способ, при котором прием данных производится поверхностными датчиками (сензорами). Такая технология приема сигналов

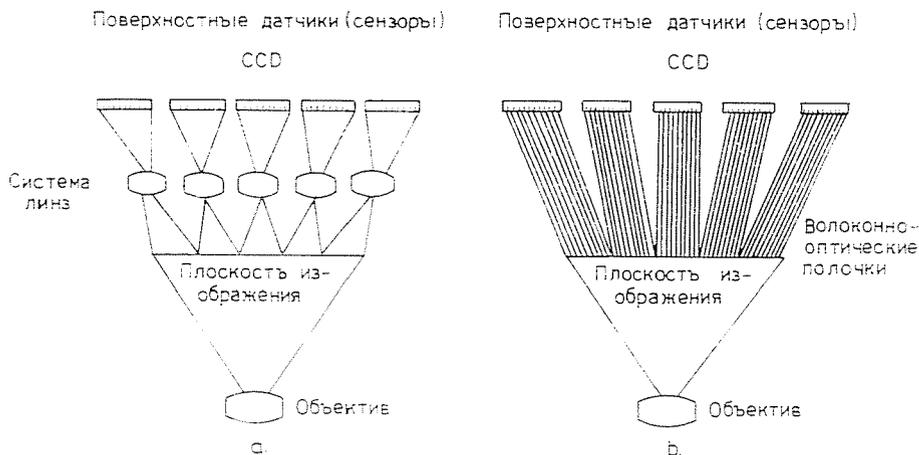


Рис. 4

— аналогично фотограмметрическим съёмочным камерам — обеспечивает постоянность внутренней ориентировки, сохраняя все преимущества цифровой трансформации данных. Эти оптоэлектронные камеры (так называемые камеры типа (CCD) состоят из большого количества расположенных по матричной конфигурации фотоэлектронных элементов, которые обеспечивают разрешающую способность, аналогичную фотограмметрическому снимку. Это оборудование соответствует требованиям телевизионной техники, поэтому площадь сенсоров при величине 400×700 пиксель составляет лишь 6×9 мм². Проблема состоит в том, что для фотограмметрических целей требуются большие размеры снимка. Один из возможных вариантов решения заключается в разбивке фотограмметрических снимков на части. При этом каждая часть снимка фиксируется одним поверхностным сенсором и возникающие таким образом значения кода освещенности обобщаются в суммарный код освещенности снимка. Обобщение можно осуществить с помощью зеркал или призм, однако эти методы из-за возникающих конструктивных проблем пригодны лишь для обобщения небольшого количества частичных изображений. Одновременное покрытие цифровыми данными снимков большого размера, при единой внутренней и внешней ориентировке возможно в том случае, если созданное объективом изображение с помощью системы линз или оптического провода разбивается на части, которые одновременно передаются к отдельным поверхностным сенсорам типа CCD. В случае оптоэлектронной камеры, представленной на рис. 4.а, разбивка изображения на части производится системой линз. Изображение снимаемого объекта, созданное в плоскости снимка объективом, передается линзами на поверхностную плоскость сенсора CCD в масштабе 1 : 1. На рис. 4.б изображение снимаемого предмета

передается объективом в плоскость снимка, где располагаются входы волоконно-оптических палочек, вмонтированных в качестве провода снимка. Поверхностные сенсоры (датчики) ССД находятся на выходном конце волоконно-оптических палочек.

Разбивка снимков на части с использованием вышеупомянутых оптических конструктивных элементов имеет преимущество, в соответствии с которым для фиксации снимков большого размера можно использовать обычные малогабаритные поверхностные сенсоры. С помощью этого оборудования можно снимать и движущиеся предметы или выполнить съемку изображений движущейся камерой.

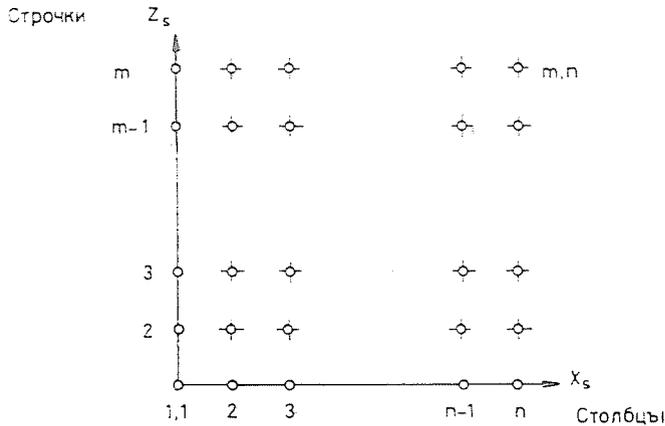


Рис. 5

Сущность дифференциальной трансформации, производимой методом off-line заключается в том, что в памяти вычислительной машины каждому пикселю ортофотоснимка — с применением уравнений (1) и (2) — на снимке соответствует пиксаль, значение кода освещенности которого определяется и хранится на магнитном диске. Как это видно на рис. 5, положение изображения в пределах матрицы фиксируется номером строчки (в соответствии с координатой z_s) и номером столбца (в соответствии с координатой x_s). Однако на практике точка снимка не совпадает точно с центральной точкой растровой поверхности, поэтому возникает вопрос: какой же код освещенности отнести к нему? На рис. 6 значение кода освещенности P можно получить или средневесовой интерполяцией 4-х смежных точек раstra (G_{32} , G_{33} , G_2^s , G_3^s) или принять значение кода освещенности ближайшей точки раstra (в этом случае G_{32}). Опыт показывает, что интерполяция по сравнению с принятием ближайшего значения существенно не улучшает результат, но в то же время повышает затрату времени для расчета (соотношение времени расчета для обоих случаев составляет соответственно 15 : 1).

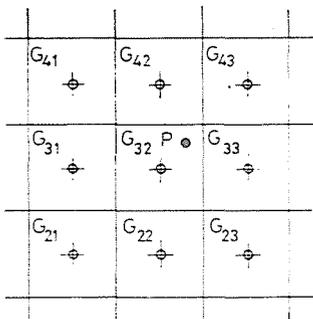


Рис. 6

Из-за дальнейшей экономии расчетного времени прогон систем уравнений (1) и (2) на ЭВМ осуществляем не в отношении каждого пикселя ортофотоснимка. Координаты сканирования (x_s и z_s) вычисляются только для наиболее характерных точек цифровой модели поверхности, которые помещаются в так называемом накопителе «якорных точек». В так называемой системе «DIDAK» (рис. 7), разработанной в Институте фотограмметрии и дистанционного зондирования Университета г. Карлсруе (ФРГ) эту задачу выполняет модуль типа ORTHO. Входную матрицу изображения на основе данных накопителя «якорных точек» трансформирует модуль RUB, а именно следующим образом: путем линейной интерполяции между якорными точками для каждого выходного пикселя вычисляет относящийся к нему вектор перемещения. На рис. 8 демонстрируем цифровой ортофотоснимок, сделанный методом off-line для главного фасада замка Грашшалкович в г. Гёделё. Недостатком вышеописанного метода off-line является то, что для сканирования и дигитализации аналоговых снимков требуется сравнительно дорогостоящее оборудование и, кроме того, необходимо заботиться и о хранении значительного количества данных.

3.3. Создание цифровых ортофотоснимков методом on-line

Для создания ортофотоснимков, изготовляемых с помощью аналитического плоттера типа DSR 11, используют программную систему KDOSS (Kern Karlsruhe Digital Orthophoto Software), которая была разработана в Институте фотограмметрии и дистанционного зондирования Университета г. Карлсруе (ФРГ). Дополнительное корреляционное оборудование типа KERN, представленное на 15-ом Конгрессе Организации ISPRS, — совместно с аналитическим плоттером типа DSR 11 делает возможным пренебречь дорогостоящим методом дигитализации off-line, так как оборудование для дигитализации вмонтировано в прибор.

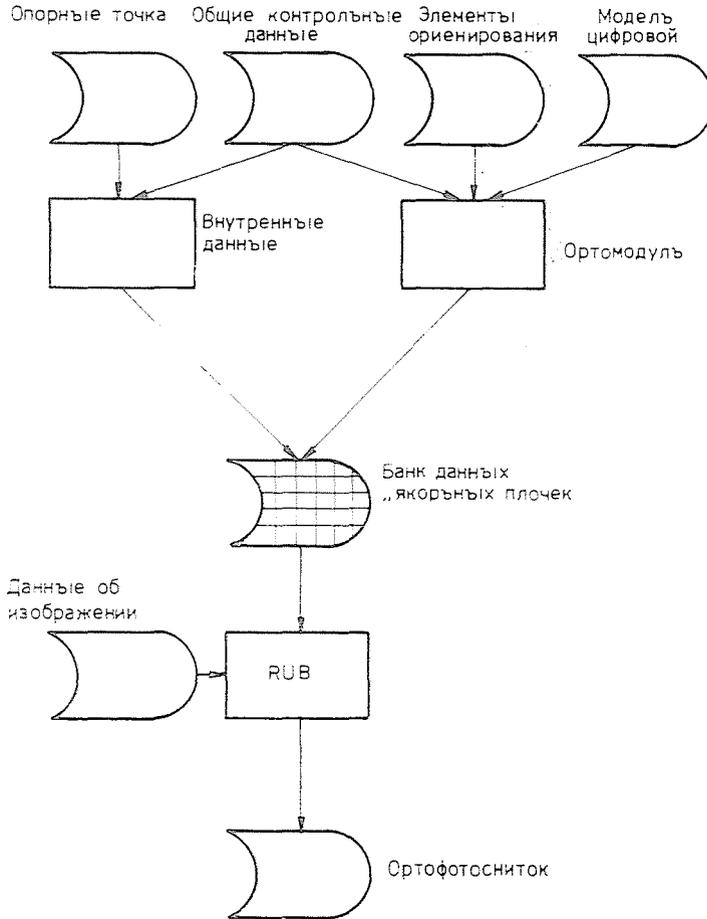


Рис. 7

Блок элементной базы коррелятора состоит из 2-х полупроводниковых камер, предназначенных для преобразования изображения, вмонтированных в полосу лучей оптической системы оборудования DSR 11 таким образом, чтобы они могли снимать большую часть поля зрения. Видеосигнал поступает в систему обработки изображения, которая находится внутри управляющей вычислительной машины, представленной на правой стороне рисунка. 9. Так как управляемые ЭВМ держатели снимков оборудования DSR 11 могут перемещаться с высокой точностью, могут быть сняты и дигитализированы произвольные части снимка. С помощью упомянутых установок оборудование DSR 11 превращается в накопитель данных кодов освещенности с емкостью 2×295 млн. пикселей, в случае поверхности хранения 240×240 мм и размера граней пикселя 13×15 μM .

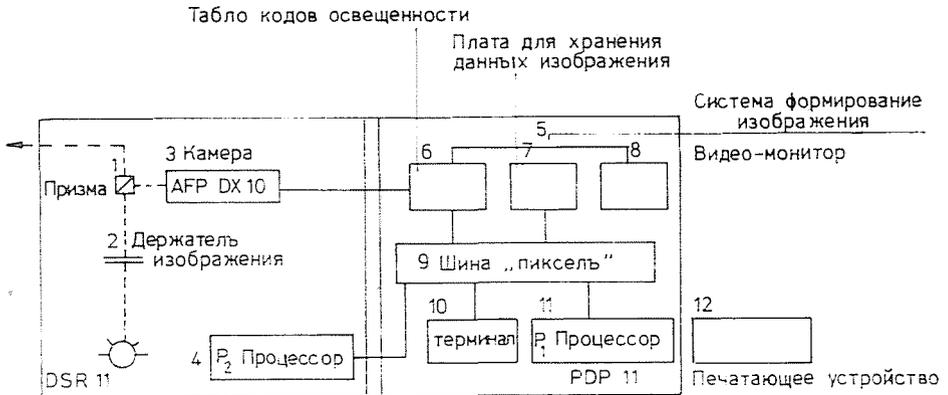
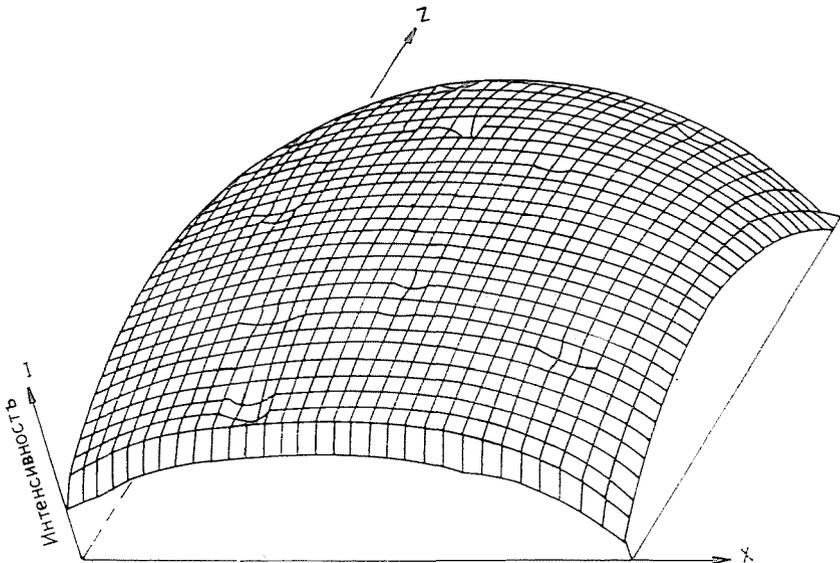


Рис. 9



уменьшения силы света, вызываемого винетированием светового луча, ведущего к камере, может происходить дальнейшее уменьшение величины фиксируемой части снимка. На рис. 10 показано уменьшение силы света одной камеры. Загрязняющие частицы, находящиеся внутри оптической системы камер, вызывают локальные изменения кода освещенности, которые на изображении появляются в виде углублений в «горе» кодов освещенности.

На рис. 11 показана цифровой ортофотоснимок, сделанный методом on-line для главного фасада замка Грашшалкович в г. Гёдёлё.

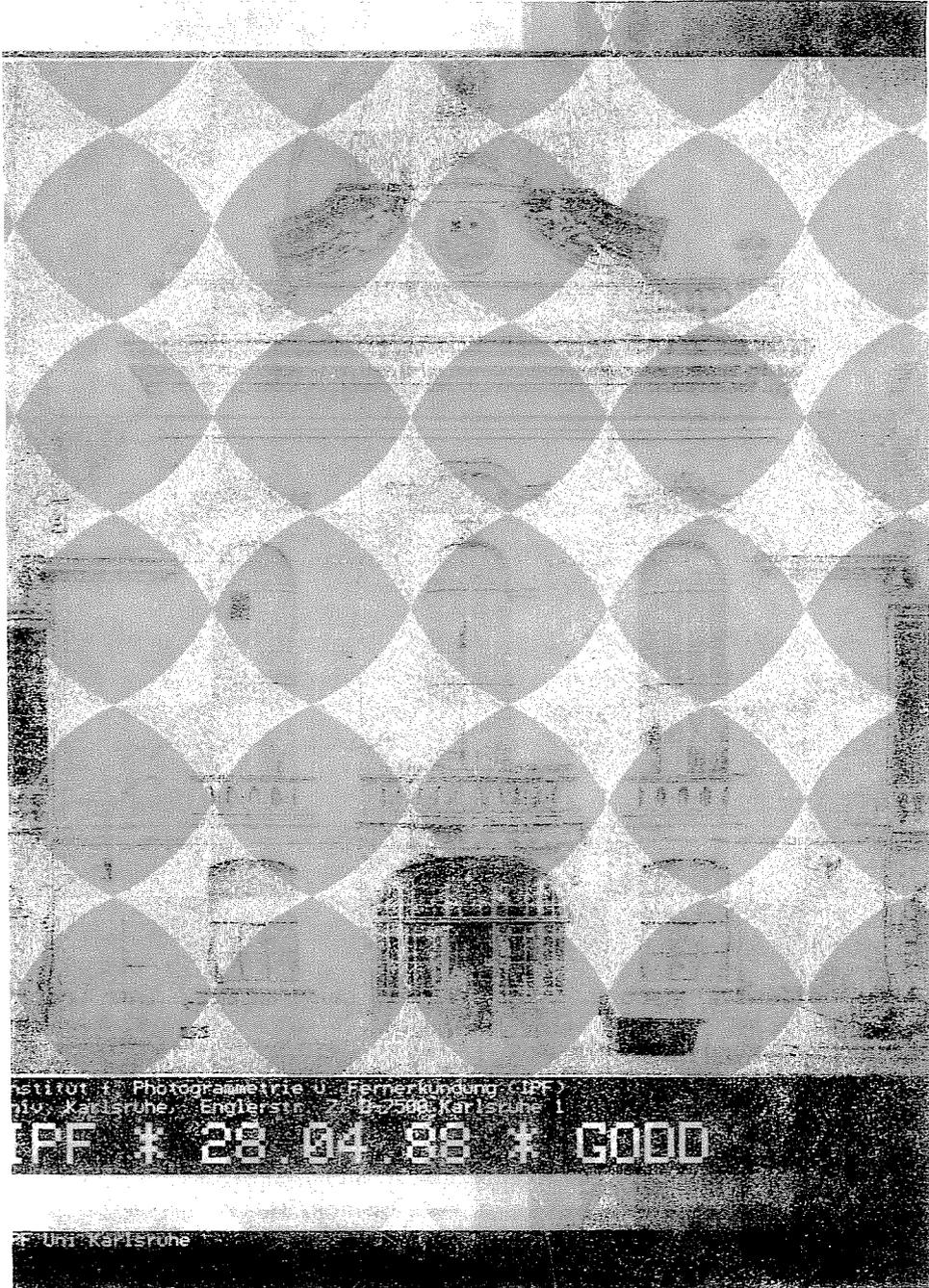


Рис. 11

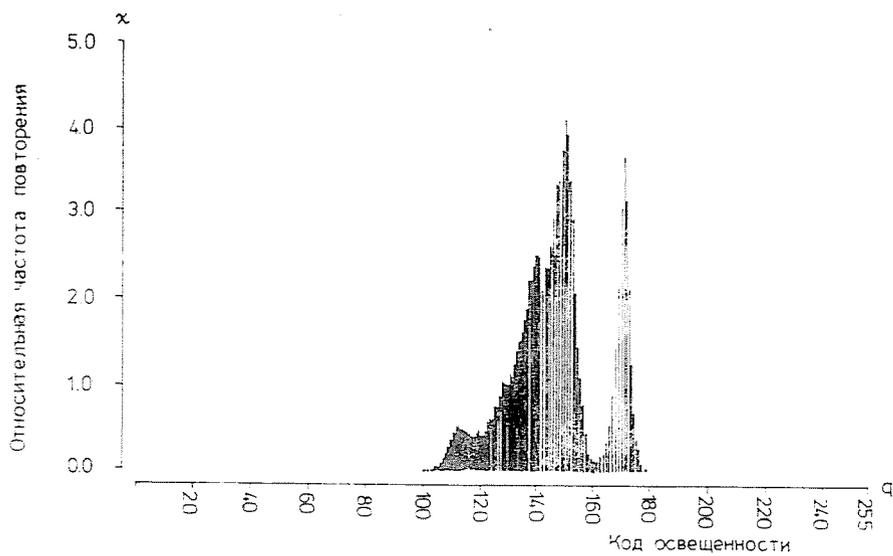
3.4. Аналитическое определение корректировок изображений и цифровая корректировка

Целью корректировок является преобразование изображения в такой вид, который более благоприятен для дальнейшей обработки. В соответствии с этим эти методы направлены на повышение контраста, на выделение граней изображения (на так называемое «повышение резкости изображения») и на устранение помех.

В корректировках важную роль играет гистограмма, определяющая распределение кодов освещенности в данном изображении. С точки зрения фотограмметрии существенное значение в первую очередь имеет повышение контраста. При этом фактически увеличивается разница между кодами освещенности наиболее темных и наиболее светлых точек изображения, как это демонстрируется на рисунке 12. На рисунке 12а приведено первоначальное распределение кодов освещенности снимка замка Грашшалькович (GOD 200), а на рисунке 12б показано распределение кодов освещенности, полученное после повышения контраста (GOD 100).

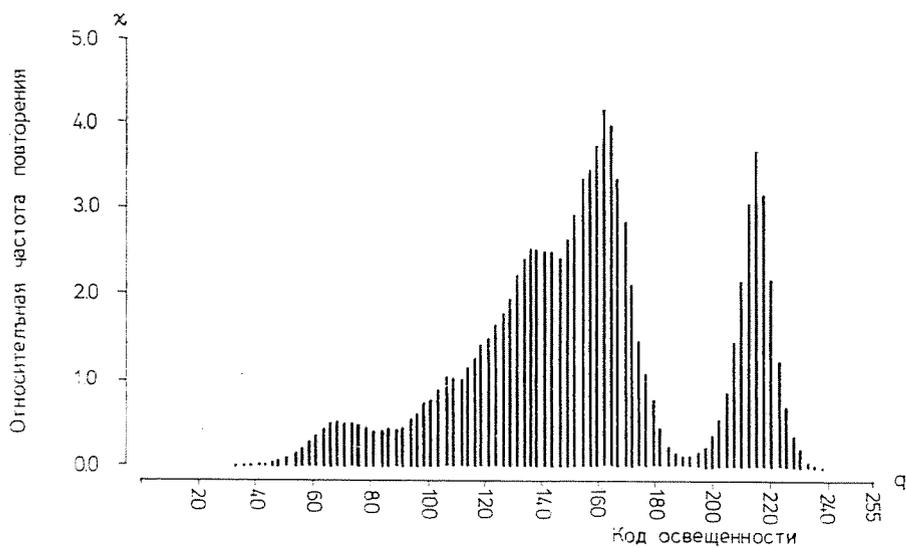
Проведенные нами в различных направлениях эксперименты подтвердили, что для наблюдателя из-за субъективных причин более приемлимым является изображение, обладающее немного переакцентированными гранями, чем изображение, соответствующее действительности. Мы считаем, что это обстоятельство имеет чрезвычайно большое значение в архитектурной фотограмметрии, где подчеркивание отдельных характерных граней для архитектора-проектировщика считается необходимым. Целью данного метода является сужение переходного диапазона между отдельными фрагментами снимка, выделение предельных переходов и коррекция размытостей. Повышение четкости изображений можем осуществить различными статистическими дифференцированными операторами. Во время применения метода корректированный код освещенности данной точки изображения вычисляется следующим образом: он делится на рассеивание, определяемое на основе распределения кодов освещенности точек изображения, находящихся в ее окрестности (4×4 пикселя). В произведенном таким образом результирующем изображении на месте резких изменений появляются пониженные, а в однородных диапазонах — повышенные значения кодов освещенности. Влияние «настройки четкости изображения» продемонстрировано на рис. 13. На рисунке 13а фрагмент цифрового ортофотоснимка, сделанного для замка Грашшалькович показан без улучшения четкости изображения, а на рисунке 13б — небольшой фрагмент показан с улучшенной четкостью изображения. Другим способом улучшения четкости изображений является использование различных дифференциальных операторов. Как правило, решение этого вопроса осуществляется конволютивной фильтрацией.

Гистограмма изображения GOD 200



А

Гистограмма изображения GOD 100



Б

Рис. 12

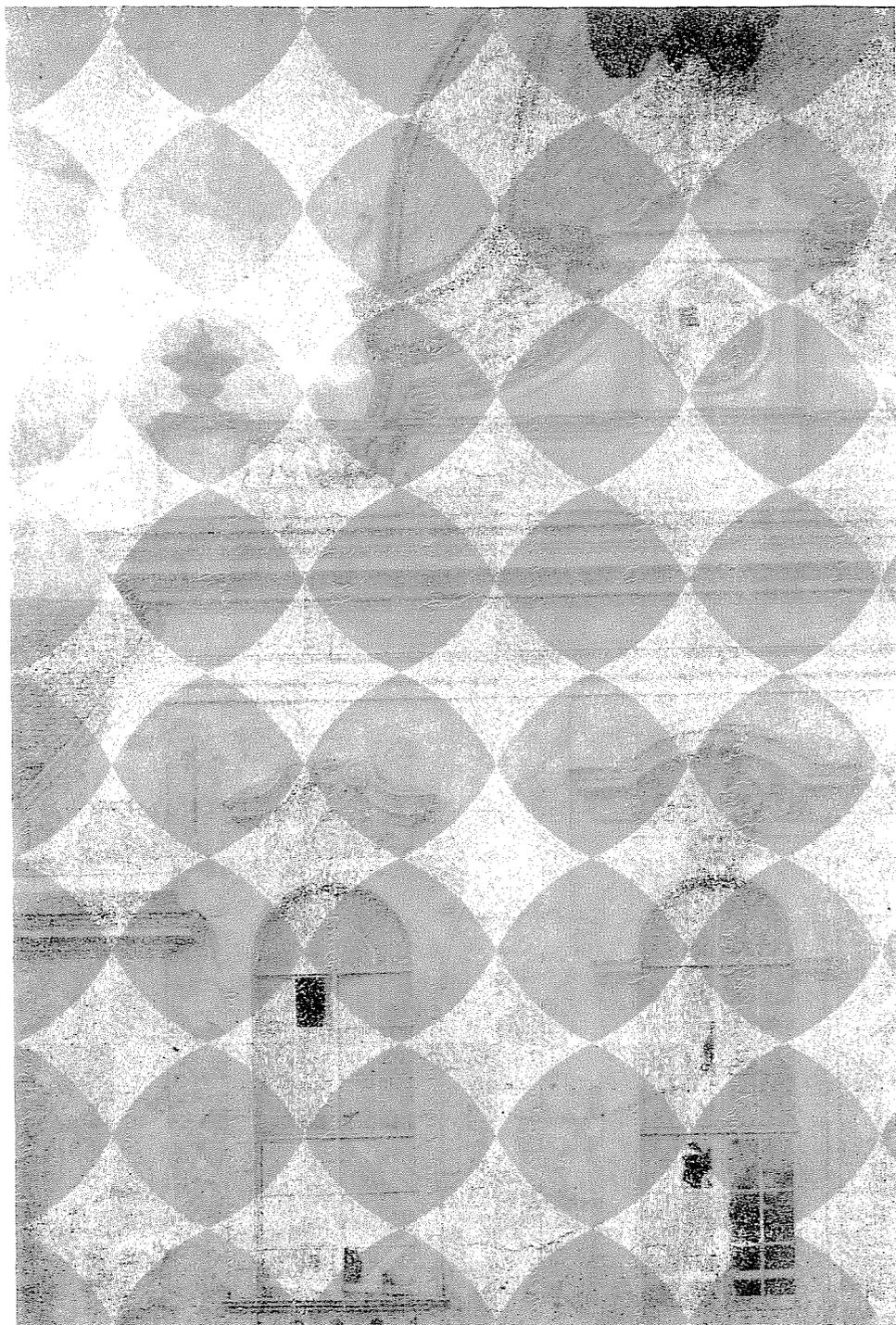


Рис. 13а

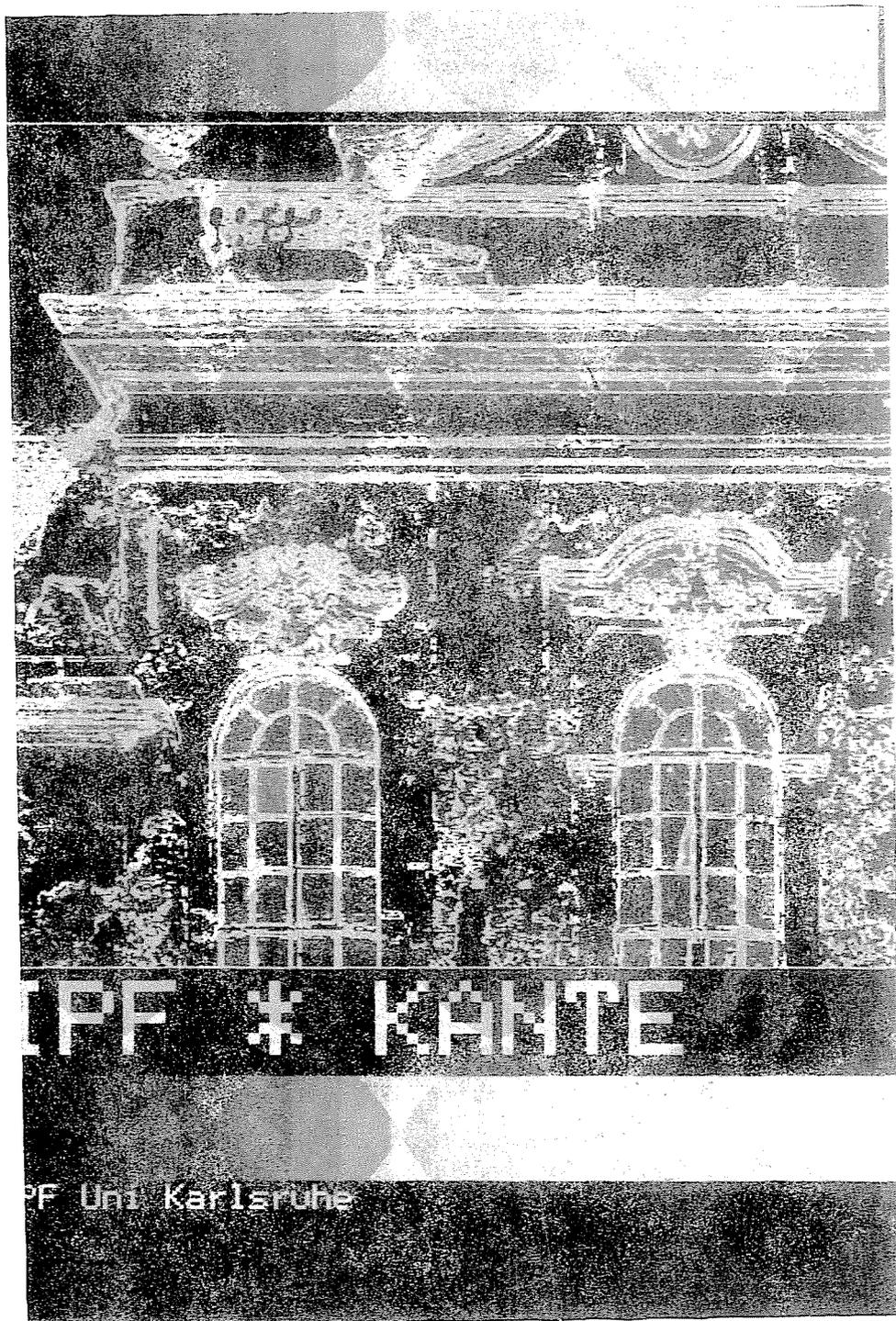


Рис. 136

В связи с различными методами корректировки изображения коротко следует сказать несколько слов о фильтрации «помех». Помехи обычно возникают случайным образом в тех точках, код освещенности которых необоснованно отличается от ее окрестности. На учёте этого факта основываются те локальные методы, в которых используется конволютивный фильтр для подавления помех, осуществляющий пропускание сигналов ниже какого-то предельного значения. В этом случае код освещенности всех точек изображения сопоставляется со средним значением кода освещенности любой точки, находящейся в окрестности сравниваемой. Другим способом, используемым для фильтрации помех является фильтрация по медиане, которая хотя имеет локальный характер, но осуществляется не по конволютивному принципу. Под медианой какого-нибудь цифрового образца подразумевается средний элемент упорядоченных образцовых элементов. Во время фильтрации по медиане в качестве рассматриваемого образца фигурирует код освещенности точек изображения, попадающих в фильтр. Фильтрация осуществляется следующим образом: код освещенности каждой точки изображения заменяется медианой образца, определяемого фильтром, подключенным к точкам изображения.

3.5. Исследование погрешностей после выполнения трансформаций

Для проверки результатов цифрового преобразования изображения, выполняемого методом on-line, служат ориентировочные точки, приведенные на рис. 14. Контрольные данные были определены геодезическим методом при средней ошибке ± 3 мм. Во время исследования точности результатов геодезических измерений мы считали безошибочными и по сравнению с ними определили среднюю ошибку координат, измеренных по цифровому ортофотоснимку. Средняя величина вычисленной ошибки составляет:

$$x_x = \pm 10 \text{ мм и } x_z = \pm 9,2 \text{ мм (таблица 1).}$$

Результаты сравнения приведены на рисунке 14.

Таблица 1

Но- мера точек	Геодезич. измерения		Цифровая ортофотография методом off-line		$\Delta X =$ $X_G - X_D$ (мм)	[ΔX ΔX]	$\Delta Z =$ $Z_G - Z_D$ (мм)	[ΔZ ΔZ]
	X_G (М)	Z_G (М)	X_D (М)	Z_D (М)				
1	104,237	116,896	104,216	116,882	+21	441	+14	196
2	106,702	116,890	106,717	116,868	-15	225	+22	484
3	104,598	114,559	104,582	114,544	+16	256	+16	256
4	106,407	114,554	106,418	114,534	-15	121	+20	400
5	99,994	114,030	100,021	114,010	-27	729	+20	400
6	111,130	114,048	110,102	114,033	+28	784	+15	225
7	98,191	113,225	98,210	113,198	-19	361	+27	729
8	112,806	113,245	112,788	113,231	+18	324	+14	196

Продолжение таблицы 1

Но- мера точек	Геодезич. измерения		Цифровая ортофотография методом off-line		ΔX $X_G - X_D$ (мм)	$[\Delta X \Delta X]$	ΔZ $Z_G - Z_D$ (мм)	$[\Delta Z \Delta Z]$
	X_G (м)	Z_G (м)	X_D (м)	Z_D (м)				
9	98,984	111,445	98,992	111,435	-8	64	+10	100
10	103,796	111,455	103,784	111,445	+12	144	+10	100
11	106,380	111,444	106,388	111,435	-8	64	+9	81
12	112,088	111,444	112,075	111,438	+13	169	+6	36
13	96,790	109,782	96,812	109,767	-22	484	+15	225
14	99,742	110,253	99,757	110,241	-15	225	+12	144
15	102,154	110,255	102,140	110,242	+14	196	+13	169
16	103,780	110,499	103,770	110,489	+10	100	+10	100
17	107,194	110,512	107,206	110,506	-12	144	+6	36
18	108,780	110,235	108,769	110,224	+11	121	+11	121
19	111,272	110,246	111,257	110,241	+15	225	+5	25
20	114,250	109,786	114,225	109,774	+25	625	+12	144
21	96,110	109,880	96,138	109,868	-28	784	+12	144
22	100,927	109,95	100,927	109,283	0	0	+12	144
23	105,502	108,294	105,502	108,284	0	0	+10	100
24	110,064	109,292	110,064	109,276	0	0	+16	256
25	114,907	108,904	114,884	108,898	+23	529	+6	36
26	96,824	108,430	96,848	108,443	-24	576	-3	9
27	101,900	107,655	101,880	107,640	+20	400	+15	225
28	104,555	107,644	104,540	107,632	+15	225	+12	144
29	106,487	107,640	106,496	107,628	-9	81	+12	144
30	109,066	107,668	109,054	107,661	+12	144	+7	49
31	114,241	109,441	114,217	109,447	+24	576	-6	36
32	99,990	104,390	99,978	104,384	+12	144	+6	36
33	100,941	105,010	100,941	105,001	0	0	+9	81
34	101,890	104,398	101,878	104,392	+12	144	+6	36
35	103,195	104,327	103,180	104,308	+15	225	+19	361
36	104,553	105,021	104,541	105,006	+12	144	+15	225
37	105,046	104,995	105,038	104,991	+8	64	+4	16
38	105,504	104,996	105,504	104,956	0	0	+10	100
39	110,545	104,992	110,553	104,988	-8	54	+4	16
40	106,486	105,004	106,497	104,992	-11	121	+12	144
41	107,820	104,343	107,827	104,323	-7	49	+20	400
42	109,082	104,421	109,064	104,413	+18	324	+8	64
43	110,052	1104,979	110,052	104,969	0	0	+10	100
44	111,094	104,425	111,058	104,399	-9	81	+26	676
45	96,811	103,435	96,832	103,445	-21	441	-10	100
46	105,516	103,305	105,498	103,333	+18	324	-28	784
47	114,118	103,453	114,096	103,463	+22	484	-10	100
48	100,016	102,447	100,006	102,442	+10	100	+5	25
49	101,908	102,444	101,896	102,424	+12	144	+20	400
50	109,068	102,448	109,055	102,437	+13	169	+11	121
51	111,025	02,451	111,136	102,431	-11	121	+20	400
52	96,793	199,747	96,817	99,803	-24	576	-16	256
53	100,642	100,632	100,642	106,621	0	0	+11	121
54	110,330	00,638	110,330	100,628	0	0	+10	100
55	114,370	199,800	114,342	99,816	+28	784	-16	256
56	101,897	00,011	101,881	100,029	+16	256	-18	324
57	103,421	99,445	103,408	99,503	+13	169	-18	324
58	105,468	99,662	105,462	99,678	+6	36	-16	256
59	107,610	99,478	107,616	99,445	-6	36	-17	289
60	109,064	100,016	109,053	100,005	+11	121	+11	121

$[\Delta X \Delta X] = 14238$ $[\Delta Z \Delta Z] = 11686$

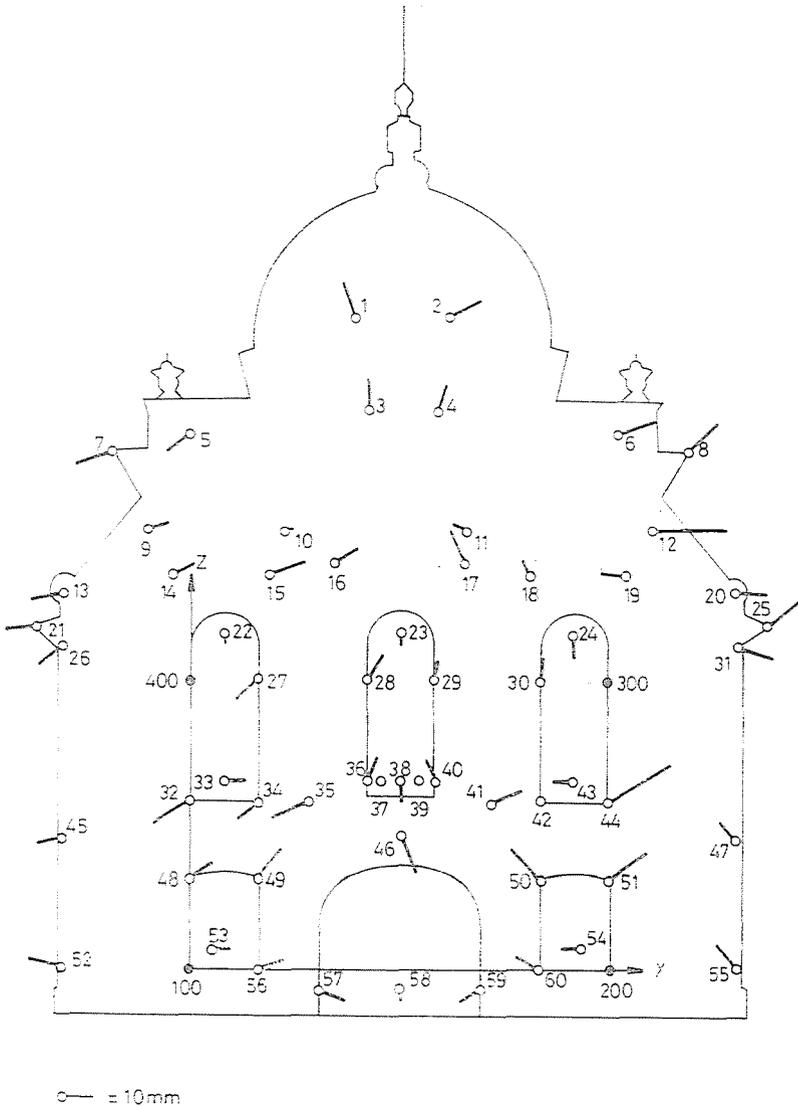


Рис. 14

3.6. Обобщение и дальнейшие задачи

В настоящее время для решения задач по архитектурному проектированию и исследованию, а также по охране памятников культуры наиболее подходящим методом является изготовление ортофотоснимков соответствующего качества, обеспечивающих изображение исследуемого объекта без влияния субъективных факторов и в соответствующем масштабе. Это объясня-

ется тем, что только на ортофотоснимке совмещаются геометрические особенности фасадных чертежей и богатство информации снимков. По всей вероятности эти ортофотоснимки в будущем будут производиться цифровым путем.

Так как конечный результат цифровой обработки изображений по архитектурному проектированию и планированию работ по консервации каменных частей памятников культуры является основным документом, на наш взгляд большое значение имеет то обстоятельство, что на ортофотоснимках граничные линии декоративных элементов резко выражены. Вопрос о том, что такое повышение контраста, как подчеркивание граней и применение различных фильтров, в какой степени содействуют проектированию, и должен решаться опытными специалистами. Тем не менее в любом случае можно сделать вывод о том, что изображения, обработанные цифровым способом представляют собой значительный шаг по пути развития архитектурных фотограмметрических исследований.

Литература

1. BÄHR, H. P.: *Digitale Bildverarbeitung*. Herbert Wichman Verlag, Karlsruhe, 1985.
2. DETREKŐI, Á.—EÖRY, K.—SÁRKÖZY, F.: A Paksi Atomerőmű építése során létrehozott zártláncú, automatizált fotogrammetriai-geodéziai információs rendszer. *Geod. és Kart.* 1984/4.
3. DOMOKOS, Gy-né: Tetőfelületek felmérése fotogrammetriai eljárással. *Magyar Építőipar.* N. 2, 1978.
4. KIS PAPP, L.: A korszerű módszerek alkalmazási lehetőségei az építészeti fotogrammetriában. *Geod. és Kart.* No. 3, 1987.
5. KRAUS, K.: Applications of a digitally controlled orthophoto instrument. XV. Int. Congress ISP, Helsinki, 1976.
6. SOMOGYI, J.: Az analitikus kiértéklő műszerekről. *Geod. és Kart.* No. 3 1983.
7. SCHWEINFURTH, G.: Nicht-topographische Anwendungen. *Kontaktstudium Digitale Bildverarbeitung*. Karlsruhe, 1984.
8. UGRIN, N.: Az OR-1 ortofotorendszer gyakorlati felhasználása. *Geod. és Kart.* No. 5 1980.
9. VOZIKIS, E.—KRAUS, F.: Photographische Verebnung von Kuppelgemälden. *Wild Reporter* 15, 1979.
10. WIESEL, J.—BEHR, F. J.: Orthophotoherstellung auf digitalen Wege mit dem KERN DSR 11. *Bildmessung und Luftbildwesen*, No. 2, 1988.

László KISS PAPP H-1521, Budapest