

*В. Я. Батырь*

## ВЗАИМНОЕ ПРЕОБАЗОВАНИЕ СФЕРИЧЕСКИХ И ПЛОСКИХ ПОЛЕЙ ПРОЕКЦИЙ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

При проектировании архитектурных объектов существенное значение придается созданию и анализу их художественного образа. Гармоническое объединение элементов архитектурного ансамбля, оптимальное объемно-пространственное решение отдельных объектов, художественная выразительность интерьеров общественных, жилых и промышленных зданий, дизайн элементов убранства помещений проектируются, решаются и проверяются до возведения объектов в натуре с помощью построения их изображения.

Эти изображения анализируются визуально, и чем точнее изображение соответствует натуре, тем точнее можно провести его зрительный анализ и внести необходимые коррективы в чертежи будущего объекта с целью его улучшения.

Наибольшее распространение получили изображения на плоскости, построенные методом центрального проецирования — перспективные проекции. Достоинством перспективных проекций является то, что при их зрительном восприятии с точки зрения, соответствующей центру проекций при их построении, возникает тот же пучок зрительных лучей, что и при восприятии природы. Это условие является основным для получения идентичного зрительного образа от изображения и от самой природы.

Следует отметить, что перспективы на плоскости имеют ряд существенных недостатков, среди которых основным является малый угол зрительного охвата. Так, невозможно построить перспективу интерьера здания с реальной точки зрения, находящейся внутри помещения. Обычно точка зрения располагается за его пределами на расстоянии, равном примерно двум наибольшим его величинам, и тогда интерьер располагается внутри угла зрительного охвата перспективы, но эта точка зрения не реальна. Для получения фотоизображения, например, интерьера с точки зрения, расположенной внутри него, надо выполнить около 30 снимков, чтобы отобразить всю его пространственную среду. Конечно, по этим отдельным фрагментарным изображениям нельзя получить цельного художественного образа интерьера. По аналогии можно представить, что по фотографии какого-либо объекта, разрезанной на 30 частей, зритель попытается представить сам объект фотосъемки.

Ортогональные изображения — чертежи объекта — также недостаточно наглядны, так как точка зрения при их построении (центр проекций) находится в бесконечности, в направлении, перпендикулярном плоскости проекции, то есть ортогонально сопряжена с плоскостью изображения.

Из всех картинных поверхностей — многогранников, цилиндрических и конических поверхностей — наилучшей является сферическая проекционная поверхность, так как при расположении центра проекций, совпадающего с центром сфе-

ры, эти проекции позволяют дать максимально широкоугольное изображение с углом зрительного охвата в  $360^\circ$ .

Для изображения архитектурных объектов, требующих максимального угла зрительного охвата, разработан метод центральных проекций, позволяющий изображать объект с точки зрения, находящейся внутри этого объекта. Метод центральных сферических проекций позволяет также решать вопросы преобразования ортогональных изображений — чертежей — в сферическую перспективу (СП), а также вносить коррективу в ортогональные чертежи на основе художественного анализа СП архитектурных объектов.

СП выполняются на приборе, состоящем из жесткой полусферы с вертикальным краем и снабженной специальной линейкой, позволяющей вычерчивать на ее внутренней поверхности полуокружности больших кругов, произвольно расположенных на ней. Эти полуокружности являются проекциями прямых линий и при их зрительном восприятии из центра полусферы они воспринимаются в виде прямых линий, так как при их зрительном восприятии образуются те же лучи зрения, что и при восприятии точек самих линий.

Задача преобразования проекций, то есть построение СП по ортогональным чертежам, основана на предложениях Г. Гаука. [1]. Реализация этих идей позволяет строить третью проекцию по двум заданным, выполняя построения только на полях проекций. Для решения этой задачи необходимо иметь линии основных сечений — линии пересечения плоскостей проекций, так называемые керновые точки — проекции на плоскостях проекций центров проекций и керновые лучи — линии пересечения проецирующих плоскостей с плоскостями проекций.

Преобразование проекций рассмотрено на примере построения сферической перспективы (СП) интерьера помещения по его двум ортогональным проекциям — чертежам.

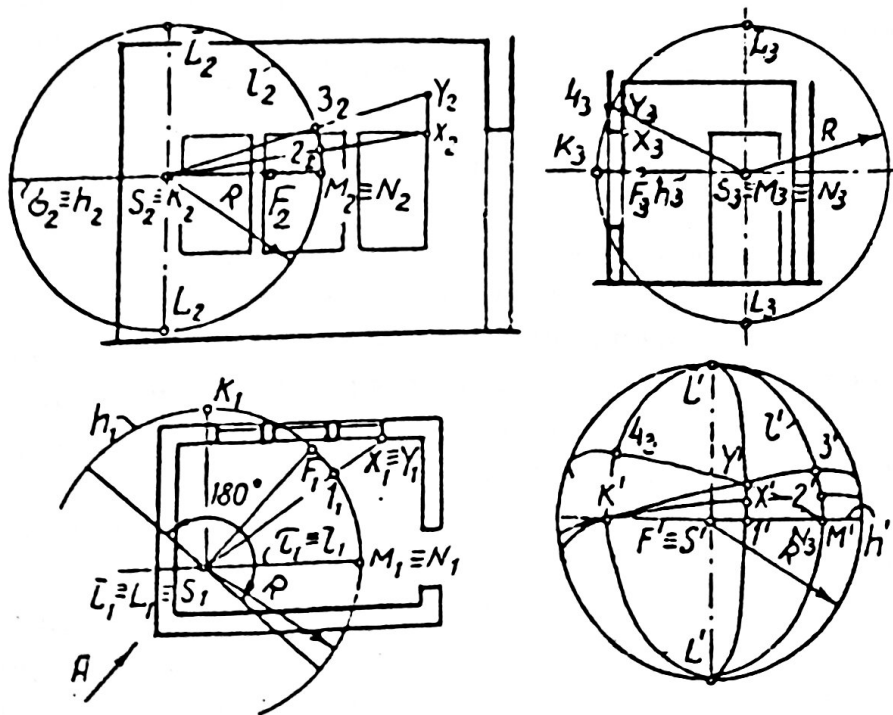


Рис. 1

На рис. 1 имеется план помещения, продольный и поперечный его разрезы, а также вид на полусферу по стрелке А. Построение СП можно выполнять, имея чертежи в различных масштабах, что может сказаться только на графической точности работы — чем больше масштаб чертежа, тем большая точность построений.

В интерьере помещения выбирается положение точки зрения  $S$ , которая находится в углу комнаты на уровне глаз стоящего наблюдателя с таким расчетом, чтобы дать как можно больше информации об изображаемом помещении — его пропорциях, архитектурном решении, отделке и дизайне. Следует отметить, что точка зрения находится внутри помещения, а не за его пределами, как это обычно делается при построении перспектив на плоскости. Положение точки зрения максимально приближено к реальной, и тем самым получено соответствие изображения его восприятию в натуре, достигается “эффект присутствия зрителя в изображаемом пространстве”.

Проекции  $S_1, S_2, S_3$  точки зрения  $S$  определяются на чертежах в соответствии с их масштабами. Керновые точки  $K_1, K_2, K_3; L_1, L_2, L_3; N_1, N_2, N_3$ , соответственно, совпадают с проекциями  $S_1, S_2, S_3$  точки зрения  $S$ . Приняв эти точки за центры, вычерчивают линии основных сечений — окружности, радиуса, равного радиусу полусферы.

Построение СП интерьера выполняется на полусфере “прибора для построения центральных сферических проекций” [2]. С помощью линейки прибора вычерчивается линия горизонта  $h'$ , которая является окружностью большого круга, лежащей в горизонтальной плоскости. На ней посередине отмечается главная точка перспективы  $F'$ , а также точка зенита  $\bar{L}'$  и точка надира  $L'$  и проводится линия основного сечения  $\bar{L}' M' L'$ .

Определение проекций точек интерьера на полусфере проводится с помощью двух керновых лучей. Так, для определения СП точки  $X$  надо на плане провести луч  $S_1 X_1$  и определить на  $h'$  точку  $1_1$ . На полусфере откладывается дуга  $F' 1_1$  и через нее проводится вертикальный керновый луч  $L' 1_1 L'$ ; далее, на фронтальной проекции проводится второй керновый луч  $S_2 X_2$  и в пересечении с окружностью  $l_2$  определяется точка  $2_2$ ; на полусфере от точки  $M'$  вверх откладывается полученная дуга  $M_2 2_2$  и проводится второй керновый луч  $K' 2_2$ . В пересечении керновых лучей находится искомая точка  $X'$ .

Аналогичным образом определяются проекции других точек интерьера комнаты. Проекция прямых линий вычерчиваются с помощью линейки прибора по двум точкам, причем одна из них может быть точкой схода этой прямой. Проекция вертикальных прямых будут пересекаться в точках схода — зените и надире, а горизонтальных прямых — в точках схода, лежащих на линии горизонта  $h'$ .

Восходящие параллельные прямые имеют точки схода над горизонтом, нисходящие — под горизонтом, причем угол наклона их к предметной плоскости измеряется вертикальной дугой от линии горизонта до этих точек схода.

Построенную СП интерьера можно проанализировать с точки зрения его художественной выразительности, то есть проверить соответствует ли зрительный образ интерьера, полученный от его изображения на полусфере, художественно-эстетическому замыслу архитектора-проектировщика.

Следует подчеркнуть, что зрительный образ объекта, полученный от его СП,

геометрически полностью соответствует визуальному образу, полученному от зрительного восприятия самого объекта, так как возникает тот же пучок зрительных лучей, что и при восприятии природы. Существенную роль при этом играет то, что зритель пользуется как фовеальным, так и периферическим зрением. Происходит также ориентация зрителя относительно изображенных деталей интерьера и возникает “эффект присутствия зрителя в изображенном пространстве”.

Разработанный метод позволяет вносить коррективы в чертежи объектов на основе художественного анализа СП. Так, если автор проекта — архитектор, не удовлетворен решением интерьера помещения и, например, считает, что необходимо изменить пропорции окон, приподняв оконную перемычку на высоту, определяемую точкой  $Y$ , он может внести коррективы в чертежи. Для этого через точку  $Y'$  и керновую точку  $K'$  на сфере проводится керновый луч  $K'Y'$  и определяется точка  $Z'$  на линии основного сечения  $L'M'L'$ . Дуга  $Z'M'$  откладывается на вертикальном разрезе  $M_2Z_2$ , проводится керновый луч  $K_2Z_2$  до пересечения с вертикальным краем окна в искомой точке  $U_2$ . Таким образом в чертежи проекта вносятся изменения, улучшающие его качества.

Некоторые керновые лучи могут пересекаться под небольшими углами, и точку их пересечения определить трудно, что снижает точность графических построений. В этом случае рекомендуется использовать другую пару керновых лучей, лежащих в другой паре полей проекций. Так, вместо плана и вертикального продольного разреза комнаты (рис. 1) можно использовать план и вертикальный поперечный разрез помещения, то есть провести керновый луч  $M_3U_3$ , получить точку  $4_3$  и использовать ее при построении на сфере.

Следует отметить, что на рис. 1 проекции прямых линий на полусфере изображаются дугами эллипсов, что значительно уменьшает наглядность сферических проекций. Однако при зрительном восприятии непосредственно на полусфере из области ее центра проекции прямых линий будут восприниматься в виде прямых линий, так как точка зрения находится в плоскости той окружности большого круга сферы, в которую эта прямая проецируется. Это обеспечивает максимальную наглядность СП.

Рассмотренные СП дают возможность изображать окружающее пространство с углом зрительного охвата в  $180^\circ$  и в связи с использованием периферического зрения создавать впечатление стереоскопичности восприятия изображения.

Таким образом, на основе визуальной оценки СП архитектурных объектов с реальной точки зрения архитектор-проектировщик имеет возможность создавать проекты высокого эстетического уровня, в которых гармонически объединяются в единую художественную композицию архитектурные ансамбли.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Гаусс Г.* Theorie der triliniaren Verwandtschaft ebener Systeme, Journal fur die reine und angewandte Mathematik, Bd. 95 u.a. Berlin, 1883.
2. *Батырь В. Я.* Авторское свидетельство № 293711 на изобретение “Прибор для построения центральных сферических проекций”. Опубликовано 26.01.1971 г. Бюллетень № 6.