

УДК 378:372.8

## ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ПРОЕКТНОГО МЫШЛЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ ОБЩЕЙ АРХИТЕКТУРНОЙ ПОДГОТОВКИ

Данченко Л.В., Туктамышов Н.К.

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», Казань,  
e-mail: info@kgasu.ru

Актуальность исследования связана с высокими требованиями к архитектурному образованию. Архитектор стремится к гармонии архитектуры, сложности линий и оригинальности форм, их многообразию. Организация пространственных элементов, манипулирование ими для формообразования объекта и отображение результата составляют совокупность пространственного и проектного мышления, что связано с методологией его практики. Целью исследования является выявление особенности формирования пространственно-проектного мышления в контексте профессии архитектора и общей архитектурной подготовки. Начертательная геометрия напрямую связана с архитектурным проектированием через изучение формообразования, возможностей визуализации. Для проведения экспериментальной оценки роли пространственно-проектного мышления для архитектурного творчества разработан комплекс заданий по образованию поверхностей в архитектуре. Теоретической базой являются понятия точки, линии, плоскости, манипулирование которыми позволяет создать геометрический образ, поверхность и архитектурный объект в целом. Важной характеристикой процесса проектирования сооружения является использование элементов теоретического и практического пространства по правилам геометрии, с которыми знакомятся студенты – будущие архитекторы, в первую очередь с ортогональными проекциями точки, прямой, плоскости различного положения, их свойств, с возможностью преобразования их изображения. Результативность развития пространственно-проектного мышления оценивалась по итогам выполнения задания «Образование поверхностей».

**Ключевые слова:** пространственное и проектное мышление, графическая подготовка архитекторов, формообразование, начертательная геометрия, геометрический образ, пространственная структура

## FEATURES OF SPATIAL AND DESIGN THINKING IN THE CONTEXT OF GENERAL ARCHITECTURAL TRAINING

Danchenko L.V., Tuktamyshev N.K.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, e-mail: info@kgasu.ru

The relevance of the study is associated with high requirements for architectural education. The architect strives for harmony of architecture, complexity of lines and originality of forms, their diversity. The organization of spatial elements, the manipulation of them for the shaping of an object and the display of the result constitute a combination of spatial and project thinking, which is connected with the methodology of its practice. The aim of the study is to identify the features of the formation of spatial-design thinking in the context of the profession of the architect and general architectural training. Descriptive geometry is directly connected to architectural design through the study of shape, visualization capabilities. To carry out an experimental assessment of the role of spatial design thinking for architectural creativity, a complex of tasks on the formation of surfaces in architecture has been developed. The theoretical basis is the concepts of points, lines, planes, the manipulation of which allows you to create a geometric image, surface and architectural object as a whole. An important characteristic of the structure design process is the use of elements of the theoretical and practical space according to the rules of geometry that students – future architects are familiar with, primarily with orthogonal projections of a point, line, plane of different position, their properties, with the ability to transform their image. The effectiveness of the development of spatial design thinking was assessed according to the results of the task «Formation of surfaces».

**Keywords:** spatial and design thinking, graphic preparation of architects, shaping, descriptive geometry, geometric image, spatial structure

Все возрастающие требования к качеству профессиональной подготовки архитектора показывают необходимость формирования важнейшего для архитектора наряду с художественным и пространственного мышления как необходимой составляющей проектного мышления, а также их общих геометрических характеристик. «Прошли века, но роль геометрии в архитектуре не изменилась. Она по-прежнему остается грамматикой архитектора» (Ле Корбюзье). Создавая уникальные решения, архитектор использует геометрические построения на плоскости, моделирует объемы

и пространственные структуры. Геометрические характеристики пространственно-проектного мышления архитектора проявляются через стремление к гармонизации архитектурных форм, их оригинальности и многообразию; к сложности линий и сочетаний объемов, что продиктовано окружающей исторической и эмоциональной средой; и в конечном итоге к полной свободе формотворчества [1].

Цель исследования состоит в выявлении особенности формирования пространственно-проектного мышления будущих архитекторов посредством геометро-гра-

фических дисциплин, а именно начертательной геометрии и графики. В системе архитектурной подготовки начертательная геометрия и графика непосредственно связаны с обучением основам архитектурного проектирования через изучение возможностей визуализации архитектурных объектов, способов формообразования, моделирования и отображения результата. Связка пространственного и проектного мышления выполняет развивающую функцию и максимально приближена к архитектурной деятельности через применение модифицированного проектно-аналогового метода [2].

### Материалы и методы исследования

Вопросы формирования профессионального мышления изучались в работах Н.Ф. Метленкова, А.Л. Кудрявцева, А.В. Степанова. Дидактические основы оптимизации геометро-графической подготовки исследовались Ю.П. Короевым, М.И. Тосуновой, М.И. Макаровой, Ф.Д.К. Чинь. Структуру и специфику пространственного мышления изучали Е.А. Сысоева, Л.П. Русинова, И.А. Суленко, Н.В. Федотова, согласно которым пространственное мышление есть особый вид мыслительной деятельности, связанной с ориентированием в теоретическом и практическом пространстве [3]. Проектное мышление связано с методологией профессиональной деятельности архитектора, умением отобразить проектируемый объект, его контекстный образ [4]. Исследование касалось развития у студентов-архитекторов пространственно-проектного мышления, необходимого для формотворчества в архитектуре. С этой целью был разработан комплекс заданий по созданию и отображению поверхностей и их применению в архитектуре. Проектная составляющая является определяющей, и, соответственно, учебный процесс опирается на совокупность действий и операций и их определенную последовательность, что соответствует технологии применения модифицированного проектно-аналогового метода обучения, в том числе и начертательной геометрии [2].

Профессионализм архитектора опирается на понимание профессии, освоение необходимой базы теоретических знаний, овладение методом практической деятельности, связанной с организацией пространственных элементов, манипулирования ими для формообразования конкретного объекта и графическим отображением результата, – «методом архитектора», то есть методом создания и изображения архитектурных решений, что и составляет совокупность пространственного и проектного мышления архитектора, связанную с методологией его практической деятельности. Возможность осуществления проектной практической деятельности и, соответственно, пространственно-проектного мышления основана на комплексе соответствующих знаний и умений, а также способности прямого усмотрения будущего архитектурного решения на основе интуиции, использования единичных факторов для определения общего смысла объекта, конструкции и путей ее воспроизведения, через творческое воображение оперировать пространственными и объемными структурами. В данном контексте, теоретической базой можно считать знание простых геометрических образов, точки,

линии плоские и пространственные, плоскости, при манипулировании которыми возможно создание по геометрическим законам поверхностей и затем архитектурного объекта как их целостного образа.

Система подготовки архитекторов уже предполагает наличие у них способности ориентироваться в пространстве и видеть его элементы, воспринимать и воспроизводить их, графических способностей для подобного воспроизведения. Таким образом, можно утверждать, что интеграция способностей, пространственного усмотрения и ориентирования лежит в основе геометро-графического отображения самого пространства, его элементов, архитектурного объекта в целом и его замысла [2].

Пространственно-проектное мышление архитектора предполагает совокупность художественных способностей воспроизведения замысла архитектурного объекта, наглядно-образного и пространственного мышления, творческого воображения для создания объекта, кроме того при обучении будущий архитектор: оперирует системой теоретических знаний и практических умений по отображению предметно-пространственных структур (образование поверхностей по заданным геометрическим условиям, их взаиморасположение); развивает способности к формотворчеству, созданию проектов архитектурных образов (объемно-планировочное решение и идейно-художественное содержание, связанное со стилистическими, конструктивными особенностями); определяет взаимосвязь между человеком и пространством, зданием и пространством, масштабом отдельного элемента, человека и окружения; овладевает проектными методами создания формы, проектной графикой, геометро-графическими процедурами визуализации.

Мысленное создание геометрических образов предполагаемых архитектурных решений и умение оперировать данными образами, преобразовывать их определяет пространственное мышление и напрямую связано с их графической визуализацией.

Основой визуализации служит понятие проецирования и проекции ортогональной или перспективной. Постигание «метода архитектора» происходит через создание графического образа, отображение мысленно созданного объекта, осмысление положения его в пространстве, геометрии композиции и технологии формообразования.

Проектное мышление является результатом взаимодействия пространственного мышления и навыков проектирования. Пространственное мышление подразумевает создание архитектурного образа, оперирование им в пространстве, формирование самих пространственных структур и дальнейшая визуализация. Такой исходной единицей может быть геометрическая форма объекта, отвечающая условиям образования и назначения, мысленно созданный образ, который требует визуализации и проработки, предполагающей возможность моделирования формы, изменения расположения, преобразования и т.п. Пространственное мышление получает развитие у студентов посредством геометро-графических дисциплин, начертательной геометрии в частности [5]. Тем не менее мысленное создание образа архитектурной формы, как исходной единицы, сформировано у большинства студентов на довузовском этапе, к которому относится обучение на подготовительных курсах. Поскольку подготовка проводилась по трем направлениям (рисунок, черчение, композиция), то, можно сказать, разви-

тие образного и пространственного мышления производилось во взаимодействии трех аспектов: образное восприятие и художественное воспроизведение, графическая визуализация и наглядное изображение, манипуляции с элементами пространства. В свою очередь, графическая визуализация проводилась на основе ортогонального проецирования и аксонометрии, с использованием геометрических построений и требований к изображению, приобретением навыков использования инструментария.

Ортогональное проецирование в рамках конкурсных испытаний не требовало действий по созданию объекта, он был уже задан. Задача заключалась в построении проекций (видов) готового конкретного объекта графически точно, что и определяет базовый уровень развития пространственно-проектного мышления, связанный с узнаваемостью формы для ее правильного воспроизведения. Вид предмета определяется его визуальными свойствами, к которым относятся форма и освещенность. Узнаваемость объекта и его формы по однозначному точечному соответствию элементов изображения и его образа происходит в соответствии с заданными условиями изображения.

Тем не менее сложности восприятия пространства и его элементов сохранились примерно у 40% студентов, как показал первичный анализ, проведенный после первого месяца обучения геометро-графическим дисциплинам, не все студенты справляются в равной степени с оперированием пространственными образами. Проведение оценки первичного состояния готовности к обучению архитектурной профессии на основе результатов вступительных испытаний показало, что все студенты в равной степени владеют умениями и навыками графической визуализации. Для первичной диагностики были сформированы две группы студентов:

1 гр. – прошли предварительную подготовку в большом объеме (подготовительные курсы в течение 5 или 8 месяцев) – 42 человека.

2 гр. – прошли только интенсивную подготовку в рамках 1-месячных курсов перед экзаменом – 35 человек.

Задания направлены на четкое представление трехмерного объекта в пространстве: определение положения точки в октанте пространства по ее ортогональной проекции, ее основных параметров – глубина и высота; определение положения прямой линии относительно плоскостей проекций; представление о следе прямой как воображаемой точки; определение взаиморасположения прямых линий, понимание принадлежности точки линии; геометрические определители плоскости, расположение плоскостей в пространстве, правила принадлежности.

По результатам выполнения первых текущих заданий по ортогональному проецированию точки, прямой и плоскости видно, что студенты, которые планомерно в течение года проходили предварительную подготовку легко самостоятельно справились с задачами (87%). Студенты 2 гр., прошедшие только интенсивную подготовку в течение месяца, испытывали трудности с восприятием геометрического пространства, т.е. с заданиями без подсказки справились только 59% обучающихся. Интенсивная, но фрагментарная подготовка была направлена прежде всего на успешное преодоление вступительных испытаний по черчению, но недостаточна для пространственно-проектного мышления и восприятия будущего архитектурного объема или структуры.

Важной характеристикой процесса проектирования сооружения является использование элементов теоретического и практического пространства по правилам геометрии, с которыми знакомятся студенты – будущие архитекторы, в первую очередь с ортогональными проекциями точки, прямой, плоскости различного положения, их свойств, с возможностью преобразования их изображения. Овладение соответствующими знаниями есть теоретическая база развития пространственно-проектного мышления, позволяющая вплотную подойти к архитектурному формообразованию. Между элементами пространства можно устанавливать различные соответствия, осуществлять его преобразование и отображение [5, 6].

Анализ положения точки и прямой в пространстве, а также их взаиморасположения позволяет в дальнейшем производить манипуляции с пространственными структурами на основе анализа пространственных элементов (точка, прямая), их свойств и взаиморасположения: проекции пересекающихся прямых, параллельных прямых, скрещивающихся прямых, проецирование прямого угла и проведение плоскостей, их положения в пространстве. Стандартизированные задачи начертательной геометрии представляют собой двухмерный геометрический аппарат, набор алгоритмов для исследования свойств геометрических объектов и манипуляций с ними в процессе формообразования. Манипулирование предполагает трансформацию исходных данных, изменения пространственного положения и возможность создания новых. Кроме того, плоскость проекций является моделью пространства, на которой способами моделирования выполняется изображение заданной формы возможного архитектурного объекта [5]. Именно при теоретическом описании пространственно-проектного мышления выявляется отставание студентов, не имеющих широкой многоаспектной подготовки. Они испытывают трудности с идентификацией пространственного положения геометрического элемента. Преодолеть подобные трудности во многом помогают информационные технологии при построении 3D моделей, а также совместная работа по подготовке в сфере пространственных искусств и комплексные задания по стержневой дисциплине «Архитектурное проектирование» [7].

Тем не менее основополагающим для будущего архитектора является геометрическое моделирование и формообразование, овладение различными способами образования поверхностей, как теоретическими, так и практическими, что напрямую связано с проектной деятельностью. Выявление особенностей образования формы, связей между пространственными элементами, взаимозависимости и взаиморасположения позволяет будущему архитектору ориентироваться в пространстве, создавать архитектурные формы и геометрически их обосновывать. Результативность развития пространственно-проектного мышления оценивалась по итогам выполнения задания «Образование поверхностей». Студенту предлагались геометрические условия образования поверхностей вращения, линейчатой и винтовой, по которым необходимо создать новый объект и построить его ортогональные проекции. Кроме того, описать полученный объект и найти его аналоги в архитектурной практике. Задание позволяет погрузиться в проектную деятельность и идентифицировать себя как архитектора, что вызывает интерес у студентов. При выполнении данного задания студентам требовалось четкое представление

в деталях архитектурного объекта: анализ поставленной задачи и ее разделение на составляющие; синтез геометрических объектов в единое целое; определение и выделение значимых определителей объекта и действия с ними.

Анализ геометрической формы объекта является основой понимания его конструкции, технологии выполнения изображения. Именно вторая фаза связана со способностью четко представлять трехмерный объект в деталях, с ориентацией в пространстве, видоизменением объекта, его трансформацией и графической визуализацией в ортогональных и перспективных проекциях.

Анализируя и классифицируя поверхности по способу их образования, студенту предлагается создать новую поверхность по заданным геометрическим условиям; выявление образующей, оси вращения, направляющих и т.п. Исходные данные представляют собой геометрические условия формообразования и ортогонального проецирования поверхности (поверхности вращения, линейчатой и винтовой). Необходимо создать поверхность, ортогонально спроецировать, подчеркнув способ образования, дать название и определить инцидентность точки и линии на поверхности.

Важной составляющей задания является выявление полученных поверхностей в существующей архитектурной практике.

Геометрический образ поверхности необходимо представить наиболее наглядно. Для этого предлагалось использовать специальные разделы начертательной геометрии: построение теней, аксонометрия и перспектива. Анализ и использование освещенности, определение расположения источника света, точки наблюдения и т.п. связаны с ориентированием в пространстве, представлением объекта в пространстве и решением проектной задачи визуализации объекта, что и составляет практику использования пространственно-проектного мышления.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

При выполнении работы у 32% студентов возникли трудности с идентификацией поверхности и способа ее образования, что не позволило подобрать примеры из реальной архитектурной практики. Большинство из них имели неполную предварительную подготовку на подготовительных курсах и в детской архитектурной школе, которая проводится с целью успешного преодоления конкурса и дальнейшего обучения в вузе. Дальнейший опрос показал, что у студентов данной группы отсутствовало понимание самой поверхности, связанное в том числе с теоретическими знаниями. Преодоление проблемы увидели на основе совместных консультаций по выполнению задания и курсового проекта по дисциплине «Основы архитектурного проектирования». Более 50% студентов справились с заданием при наличии консультации преподавателя как руководителя проекта, что не противоречило применению модифици-

рованного проектно-аналогового метода. 18% из общего числа студентов выполнили задание в полном объеме с помощью преподавателя, так как присутствовала неуверенность в правильности решения. В этой связи вместо абстрактного геометрического образа была предложена конкретная архитектурная форма, что позволило идентифицировать поверхность и способ ее образования.

### **Заключение**

Анализ текущих результатов позволил определить структуру пространственно-проектного мышления будущего архитектора: анализ и определение геометрических условий создания объекта с помощью операций: синтез отдельных элементов создаваемого объекта, изменение его положения в пространстве (преобразование объекта, изменение положения оси вращения, построение сечений и вырезов); обобщение и создание целостного образа объекта, используя в том числе расположение источника света или точки наблюдения (освещенность, перспективные проекции).

Кроме того, систему геометро-графической подготовки в направлении развития пространственно-проектного мышления можно разделить на две фазы: 1 фаза – теоретические знания, решение метрических задач; 2 фаза – практико-ориентированные знания, геометрической формы, их взаиморасположение, придание наглядности.

Особенности формирования пространственно-проектного мышления посредством начертательной геометрии:

Ориентация в пространстве: понятие модели пространства, октантов пространства; координаты точки, ее удаленность; расположение линий, плоскостей; определение плоскостей. Четкое представление пространственных структур в деталях.

Манипуляции в пространстве: преобразование ортогональных проекций; вращение точки, линии, плоскости; изменение направления проецирования, замена плоскостей проекций, решение метрических задач. Анализ пространственных свойств и отношений, операции с пространственными структурами настоящими и воображаемыми.

Создание нового объекта, преобразование заданного: понятие очерка и каркаса поверхности, образование поверхности по исходным геометрическим определителям; анализ и синтез поверхностей, их применение в архитектуре; решение позиционных задач. Трансформация исходных пространственных структур и создание новых.

Отображение пространства и его элементов: повышение наглядности, перспективы и тени. Создание пространственных образов и структур, их визуализация в динамике.

#### Список литературы

1. Данченко Л.В., Туктамышов Н.К. Модифицированный проектно-аналоговый метод обучения будущих архитекторов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22283> (дата обращения: 22.11.2018).
2. Данченко Л.В., Туктамышов Н.К. Технологическая схема применения модифицированного проектно-аналогового метода обучения в архитектурно-строительном вузе // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 2 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=27441> (дата обращения: 22.11.2018).
3. Федотова Н.В., Суленко И.А. О необходимости формирования пространственного мышления // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 8. С. 44–47.
4. Лагунова М.В., Жилина Н.Д. Концептуальные идеи геометро-графической подготовки в дизайн-образовании в рамках компетентностного подхода // Приволжский научный журнал. 2012. № 2. С. 224–228.
5. Короев Ю.П. Начертательная геометрия. 2-е изд.: учеб. пособие для арх. специальностей вузов. М.: Архитектура-С, 2006. 423 с.
6. Климухин А.Г. Тени и перспектива: учебник для вузов. М.: Архитектура-С, 2010. 200 с.
7. Метленков Н.Ф. Моделирование учебного архитектурного проектирования // Архитектура и строительство России. 2009. № 6. С. 1–17.