

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРАКТИКЕ АРХИТЕКТУРЫ И УЧЕБНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

УДК 004.9:72
ББК 32.81:85.11

Е.В. Барчугова, Н.А. Рочегова

Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются основные этапы интеграции информационно-компьютерных технологий (ИКТ) и архитектуры, а также связанные с этим явления изменения проектной методологии. Анализируются три аспекта становления новой проектной технологии – BIM (Building Information Modeling). Первый представлен комплексом специализированных программ, обслуживающих непосредственно проектирование. Второй – исследовательский уровень, рассматривает BIM как среду интеграции множества дисциплин в проектный процесс (массивы знаний, формализация данных, поиск оригинальных подходов). Третий аспект – образовательная среда, способствующая продвижению и совершенствованию технологий и апробации новой проектной методологии. Затронуты вопросы модернизации отечественного высшего архитектурного образования в соответствии с требованиями современного информационного общества.¹

Ключевые слова: этапы компьютеризации проектного процесса, BIM-технологии, модернизация архитектурного образования

THE DYNAMIC AND DEVELOPMENT OF INFORMATION AND COMPUTER TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURAL PRACTICE AND EDUCATION

E. Barchugova, N. Rochegova

Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

Abstract

The article concerns the main phases of the integration between the architecture and CIT and also the related changes of the design methodology. The formation of the new technology of designing (BIM) is analyzed in three aspects. The first one is the set of specialized programs that serve directly the design. The second aspect is the research of the integration of multiple disciplines in the design workflow (knowledge management, formalization of the data, the search for unique approaches). The third aspect is the educational environment that promotes the new technologies development and testing the new design methodology. The issues of the modernization of national higher architectural education in order to meet the modern society inquiry is touched on too.²

Keywords: stages of the design workflow computerization, the BIM technologies, the modernization of the architectural education

¹ **Для цитирования:** Барчугова Е.В. Динамика развития информационно-компьютерных технологий в практике архитектуры и учебном проектировании / Е.В. Барчугова, Н.А. Рочегова // Architecture and Modern Information Technologies. – 2017. – №3(40). – С. 304-321 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2017/3kvart17/22_barchugova-rochegova/index.php

² **For citation:** Barchugova E., Rochegova N. The Dynamic and Development of Information and Computer Technologies in Architectural Practice and Education. Architecture and Modern Information Technologies, 2017, no. 3(40), pp. 304-321. Available at: http://marhi.ru/eng/AMIT/2017/3kvart17/22_barchugova-rochegova/index.php

Технологическая составляющая архитектуры во все времена являлась её неотъемлемой частью. Архитектура демонстрирует искусство использования инженерно-строительного и технологического потенциалов общества для удовлетворения его духовных и физических запросов.

В наши дни откровенного технологического господства, казалось бы, подавляющего и ограничивающего роль интуитивного знания, поле для творческого поиска остаётся не менее обширным. Более того, его границы расширяются вместе с меняющимися представлениями о современной архитектуре, её междисциплинарном характере и высокой технологичности. С приходом эры информационно-компьютерных технологий появились новые методы проектирования и новые технологии моделирования архитектурного объекта.

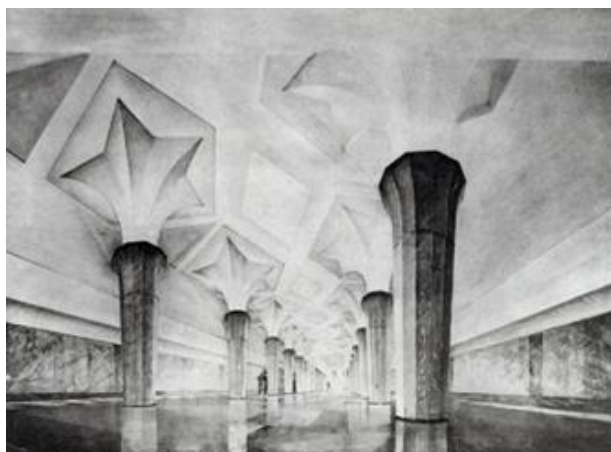
Исторически архитектурная деятельность всегда была элитарной профессией, использующей инженерные расчёты и весьма специфические средства макетно-графического моделирования. Чертежи ортогональных проекций представляли собой высокую степень условности, и это затрудняло их восприятие непрофессиональным зрителем. Фактически, только сам архитектор мог предвидеть тот или иной результат своей деятельности. Понимание архитектурного замысла облегчалось, если в проекте было предусмотрено создание макета объекта. Степень детализации макетов варьировалась, но, все же, никогда не ставилась задача достичь полной идентичности с проектируемым объектом. В большинстве случаев макеты демонстрировали внешний вид здания. Презентация интерьерных пространств осуществлялась в графике на развертках стен, потолков и полов. В исключительных случаях можно было создать большой макет или нарисовать перспективу, изображающую интерьерное пространство.

Известны случаи, когда архитекторы шли на ухищрения. Так, например, Алексей Николаевич Душкин, автор проектов вестибюлей многих станций московского метро, использовал приём с системой зеркал, которые отражали до бесконечности единичный модуль станции Маяковская, созданный в макете. Проект, как известно, получил Гран-При на международной выставке в Нью-Йорке в 1938 году. И все же разница между эскизами, набросками, чертежами, макетами и построенным объектом была очевидной (рис. 1).

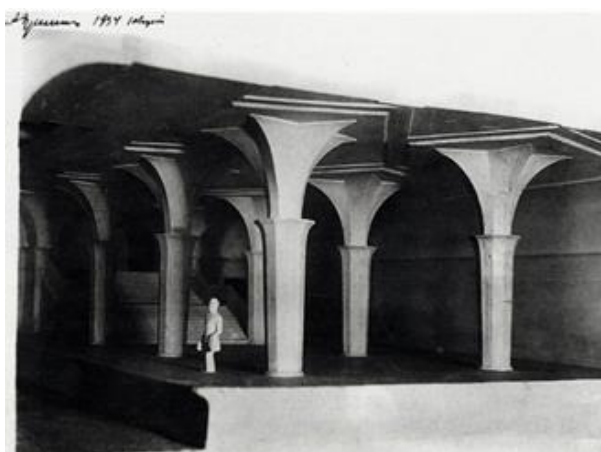
С развитием компьютерных технологий ситуация изменилась, появилась возможность создавать модели высокой сложности, визуализировать проектные замыслы, воспроизводить особенности текстуры любых материалов. Фактически, свести к минимуму разницу в восприятии компьютерной модели и фотографии реального объекта. Быстрые темпы развития программ компьютерной графики в 90-е годы XX века сделали профессию архитектора более доступной для обсуждения в широких слоях общества.

Оценивая те изменения, которые произошли вследствие интеграции информационно-компьютерных технологий в архитектурную сферу, можно проследить две основные линии их взаимодействия: аналитическую и графическую. Аналитические модели представляют архитектурные задачи на языке математики или программирования. Графический сервис решает проблемы отображения объектов на экране монитора с помощью геометрических построений [1]. Сегодня успешно развиваются 3D печать и дополненная реальность, представляя новые формы интеграции цифровых технологий в архитектуру.

Первое поколение компьютеров (на лампах) до широкого круга архитекторов не дошло. Зато в 70-80 гг. прошлого века в крупных проектных организациях стали появляться ЭВМ типа Минск-22 или Минск-32, которые работали на транзисторах. Исходные данные вводились в компьютер через перфокарты. Диски с программами и информацией представляли собой большие цилиндры диаметром около 60 см. Но главной особенностью работы являлось то, что архитекторы стали уделять больше внимания выражению своих замыслов на языке математики или представлению их в другом необычном виде (в виде графов, например).



а)



б)



в)

Рис. 1. Вестибюль станции метро Кропоткинская. Архитектор А.Н. Душкин, Я.Г. Лихтенберг. 1935 г.³: а) перспектива; б) макет; в) интерьер вестибюля

Положительные стороны ведения проектных работ на компьютерах очевидны – сжатые сроки, точность, с которой компьютер может выполнять моделирование и расчеты, визуализация проекта. Но наладить взаимодействие всех специалистов, которые работают над проектом, удалось далеко не сразу. На первом этапе внедрения ИКТ в проектную деятельность в основном решались отдельные оптимизационные задачи. Этот опыт пригодился архитекторам в дальнейшем. Например, решалась задача минимизации общего времени, которое затрачивали разные социально-демографические группы населения для достижения какого-либо пункта города. Или задача максимально плотного размещения объектов соответственно их площадям на какой-либо выделенной для этого территории. Условно это направление можно назвать аналитическим.

³ www.google.ru/search?q=Душкин+Алексей+архитектор+станция+Кропоткинская&newwindow
авторской интерпретации.

Развивалось и графическое направление компьютерных программ. Решались такие задачи, как перспективное изображение геометрических объектов и задача удаления невидимых линий при изображении трехмерной модели. В отличие от первого, аналитического, это направление носило сервисный характер. В целом ограничения для работы были жесткие. И компьютеры использовали только особо заинтересованные в такой работе архитекторы.

Следующий шаг был сделан, когда в индустрии по изготовлению компьютеров осуществился переход на микропроцессоры. Это достижение позволило специалистам создать персональный компьютер, достоинствами которого являются небольшие размеры и низкая стоимость. Компьютеры стали более доступными. Рынок продаж развивался, активность в этой сфере стала приносить значительные выгоды. С появлением персональных компьютеров получило развитие сервисное графическое направление.

Архитекторы стали выполнять на компьютерах сложные чертежи и визуализации. Появились стандарты и шаблоны, в которых работали проектировщики, инженеры и смежники. Однако чертежи передавались от специалиста к специалисту через бумажный носитель. Наиболее распространенной программной платформой в архитектурной деятельности стал пакет AutoCAD фирмы Autodesk. Относительная простота и логичность выполнения операций послужили быстрому распространению программы AutoCAD. Специалисты смежных инженерных специальностей до сих пор предпочитают работать на программной платформе AutoCAD.

Важным этапом взаимодействия ИКТ и проектной сферы деятельности стало появление в 90-х годах XX века специализированных CAD-пакетов, позволяющих оперировать такими понятиями как стена, окно, перекрытие, крыша. Примером могут служить первые версии программы ArchiCAD. Получило дальнейшее развитие возникшее ранее понятие САПР – система автоматизированного проектирования. Если раньше во главу угла ставился чертеж, и специалисты передавали друг другу 2D изображения, то теперь речь уже шла о трехмерной модели, интерпретировать и представлять которую могли по-своему разные участники процесса проектирования. Архитекторам важна была вещественная целостность объекта; конструкторам – несущий остов здания; смежникам – схематичные изображения планов и разрезов сооружения. Взаимодействие между участниками проектного процесса стало налаживаться. Успешно продвигались в своем развитии и программы визуализации. Они научились хорошо передавать свет, прозрачность материала, любые его свойства, так что стало трудно отличить компьютерную модель объекта от его фотографии с натуры.

И все же отдельные аспекты проектной деятельности оставались недостаточно состыкованными друг с другом. Количество чертежей не уменьшалось, а сложность и требования к точности и скорости возрастали. Программы, использующие алгоритм действий, основанный на работе преимущественно с графической моделью, требовали доработки.

В современной проектной деятельности, когда персональные компьютеры усовершенствовались, их мощность возросла, стала возможна работа по сети или рендер в «облаках», наступила эра BIM проектирования – Building Information Modeling. Главное отличие BIM от САПР заключается в том, что в центре внимания теперь находится не 3D модель объекта, а информационная база сведений о нем. Все связано со всем. Произошла интеграция цифровых данных любой сложности с графической моделью архитектурного сооружения [2]. Интерес к информационному моделированию зданий в российской практике постоянно растет, как растет и сам уровень информационной культуры среди проектировщиков. Уже более 30% проектных работ проходит экспертизу

путём представления BIM модели проекта⁴. Отличительными чертами BIM проектирования являются:

- увеличение количества участников проектного процесса, объединённых общим инструментарием и проектной средой: помимо архитекторов, конструкторов и смежников в нем задействованы подрядчики и субподрядчики, эксплуатационники, специалисты по благоустройству территорий, производители строительных материалов, девелоперы, будущие собственники;
- резкое увеличение количества исходной информации; облегчение поиска коллизий и обмена информацией между группами участников;
- информационная база рассчитывается не только на проектирование и строительство объекта, но распространяется на обслуживание полного жизненного цикла здания, который не кончается строительством, а предполагает его оснащение, эксплуатацию и ремонт, вплоть до сноса и утилизации строительных отходов.

Тема внедрения технологии BIM в отечественную архитектурную практику достойна отдельного исследования. Цель, провозглашенная идеологами-разработчиками BIM технологии, – создание универсальной цифровой модели, фактически, параллельной реальности, претендующей на полную идентичность с создаваемым материальным объектом. Именно универсальность модели представляется заманчивой и, возможно, она будет со временем реализована. Однако сегодня говорить об информационном моделировании, как об универсальном инструменте преждевременно. К этому выводу приходит большинство отечественных специалистов, осваивающих BIM-среду на протяжении последних десяти лет.

Задача актуализации информационного моделирования стоит перед всей архитектурно-строительной индустрией, и отдельные аспекты этой проблемы в той или иной степени решаются в каждом коллективе. Как минимум, изучается программная платформа BIM – например, Autodesk Revit, его возможности на разных стадиях проектирования. Крупные проектные компании, такие как, например, ARUP, за счёт высокого уровня технологической оснащённости и организации работ могут себе позволить установление связей на базе BIM между проектированием, строительством и эксплуатацией здания. Уровень сложности взаимосвязей отдельных аспектов моделирования таков, что его сопровождает новый тип специалистов, осуществляющих мониторинг всего проектного процесса – CAD- и BIM-менеджеры. Чем ближе модель к «универсальной», чем большее количество специалистов используют её в качестве базовой, тем выше уровень сложности и ответственности организации проектного процесса.

В основном же опыт отечественной практики подтверждает, что (на данном экономическом и технологическом уровне развития страны) BIM среда используется фрагментарно, она оправдывает себя при решении отдельных, локальных задач проектного процесса (концептуальная модель, конструктивная, презентационная и т.д.), когда модель изначально ориентирована на конкретную задачу и создаётся только для её решения. Таких задач может быть сколь угодно много.

«Важно понимать, что BIM не универсальна, она должна быть организована и построена исходя из специфики поставленной задачи. Каждая из задач предполагает специальную конфигурацию инструментов, параметров и их табличное представление <...> Например, если важен контроль площадей объекта, то это система «Планов зонирования» (Agora Plans) с алгоритмом подсчёта площадей. Если это задание конструкторам, необходимо размещение основных конструктивных элементов (колонны, перекрытия и т.д.). Если во главе угла презентация, то это работа с фасадными элементами и визуальными стилями

⁴ Симптоматично, что, несмотря на утверждённый Регламент предоставления проектной документации для рассмотрения на государственной экспертизе в формате BIM, в реальности Госэкспертиза просит в обязательном порядке цифровую модель здания продублировать проектной документацией, представленной в обычном, бумажном формате.

подачи. А для баланса недвижимости (например, квартиры разного типа в одном доме) понадобится параметризация и варианты представления типологии квартир. Если это задача укрупнённой оценки стоимости строительства, то это упрощённые строительные модели, формирующие данные для смет и т.д.» [3, С.291].

Развитие BIM-технологий широко обсуждается в профессиональной печати и социальных сетях. Можно отметить блог «ПроСАПР»⁵ Е.А. Шириняна, где он проводит последовательный мониторинг отечественной ситуации освоения BIM-среды в архитектурной практике, а также приводит результаты личного педагогического опыта обучения современным цифровым технологиям студентов высшей школы (МАРХИ и МАРШ) на уровнях бакалавриата и магистратуры.

Характерной чертой современного проектирования является его двухстадийность: первая стадия – это предпроектные исследования: сбор данных и их анализ, поиски архитектурных идей, которые заканчиваются формированием концептуальной BIM модели. Вторая – создание информационной модели, рассчитанной (в идеале) на управление всем жизненным циклом сооружения: проектированием, строительством, эксплуатацией, утилизацией.

Описанные стадии проектирования обслуживаются разным по типу программным обеспечением. Как правило, на стадии разработки проекта архитектурные бюро выбирают программные платформы какого-то одного определённого вендора – Graphisoft, Autodesk и т.д., и уже к ним присоединяют остальные программные модули. То на стадии создания концепции устоявшихся стереотипов нет. Несмотря на заявления фирм-разработчиков о том, что понятие BIM включает в себя все стадии проектирования, основные доклады на конференциях по компьютерной графике посвящены вопросам организации проектных работ с момента принятия принципиального решения.

Быстрые темпы развития информационно-компьютерных технологий приводят к тому, что даже принятые схемы работы меняются каждый год вслед за выпуском входящих в них программных модулей, которые определяют, как осуществляются отдельные рабочие операции, в каких форматах записываются файлы, возможна ли непосредственная связь между моделями, относящимися к разным смысловым фрагментам проектирования.

Влияние, которое оказывает информационно-компьютерная платформа на творческую составляющую процесса проектирования, в целом велико. Достаточно вспомнить, что инновационный для своего времени характер архитектуры здания Музея Гуггенхайма в Бильбао Фрэнка Гэри обеспечила инженерная логика построения формы, реализованная в программном комплексе CATIA. CATIA – высокоуровневый технологический комплекс, позволяющий без труда наращивать функциональность с помощью многочисленных модулей (на сегодняшний день их насчитывается около трехсот). Он представляет собой гибкую и адаптивную программную платформу, применяемую на мировом уровне для проектирования автомобилей и самолетов.

Но возникает вопрос: не слишком ли мы стали опираться на все регламенты и ограничения, которые диктует информационно-компьютерная платформа проектирования? Нет ли опасности введения слишком жестких шаблонов деятельности, засушивания живого процесса проектирования – явления, с которым мы уже сталкивались в 80-е годы при использовании больших ЭВМ. В тот период из-за жесткости регламентов архитекторы не смогли продвинуться дальше.

Сегодня успешность внедрения BIM технологий в сферу архитектурной деятельности не может рассматриваться только на уровне непосредственного создания проекта, без взаимодействия и параллельного участия архитекторов и разработчиков ещё на двух не

⁵ <http://prosapr.blogspot.ru>

менее существенных уровнях: научной разработки непосредственно среды BIM и апробации передовых методов проектирования в вузах.

В отличие от взгляда на BIM как на технологию, определяющую жёсткие регламенты проектирования, диктующую готовые алгоритмы действия, взгляд на BIM среду как на поле междисциплинарных научных исследований позволяет вырабатывать новые алгоритмы действий. Каждая из смежных областей обладает множеством наработок, массивами знаний, спецификой логики работы. Необходим поиск путей сведения их в единый рабочий процесс. BIM в этой ситуации служит развивающей научной средой, где формализуются процессы эффективного обмена информацией.

И, наконец, третий существенный уровень становления и развития BIM-среды, который зачастую остаётся в тени первых двух. Это – образование. Без внедрения передовых методов проектирования в учебных заведениях и разработки там основ интегрированной среды знаний, необходимых в процессе проектирования, первые два уровня проигрывают. Они теряют реальное поле эксперимента и дополнительную базу исследований, не говоря о возможности подготовки будущих профессионалов на должном уровне: знакомых с цифровым инструментарием проектного процесса, а главное, владеющих навыками групповой работы в BIM-среде (будь то междисциплинарные исследования, или взаимодействия с инженерами смежных профессий, строителями и т.д.).

Комплексное взаимодействие архитектуры и технологий возможно при условии осознания глубины изменений, происходящих в обществе, где информационно-компьютерные технологии представляют собой надотраслевую основу любых видов жизнедеятельности. Глубокие изменения происходят на уровне общих установок и представлений, которые формируются порой не так, как мы предполагаем. Еще недавно складывалось впечатление, что тотальная глобализация, которая является характерной чертой сетевых технологий, неизбежная в любой сфере деятельности (в том числе, в архитектуре), приведёт к исчезновению национального, местного, специфического. Прошло около 10 лет, и мы видим иную картину, предвидеть которую было сложно – именно на фоне процессов глобализации обостряется и возрастает внимание к региональному, идентичному.

Кастельс М. [4] утверждает, что сетевое общество, являясь глобальным по своей структуре, в тоже время, вырабатывает специфические формы для каждого конкретного сообщества. Он подчёркивает, что встречное движение к общности и к своеобразию является одной из характерных черт культуры сетевого общества. В результате на фоне глобализации расцветает локальная культурная идентичность. Становится модным быть не испанцем, а каталонцем, или андалузцем, или баском. И эти процессы мы наблюдаем в реальной жизни.

В сфере архитектуры двойное стремление к глобальности, с одной стороны, и локальности, с другой, проявляется в сочетании традиционного проектирования «сверху» при обязательном изучении и учете всех особенностей «низовой» ситуации. Вместо единой модели поведения, которую предлагало нам индустриальное общество, архитекторы в настоящем на основе усовершенствованных процедур моделирования имеют возможность учесть множество сценариев поведения человека в городской среде. Специалисты ориентируются и заботятся не о жителях вообще, а о жителях конкретного района города – изучают его специфику, достоинства и проблемные стороны.

Технологическая парадигма («Информационализм», по М. Кастельсу), в отличие от предшествующего ему Индустриализма, расширила границы архитектуры, включив в сферу её интересов множество дисциплин, причастных теперь к проектному процессу. Именно информационно-коммуникационные технологии позволили установить взаимосвязи между различными областями знания, став основными инструментами исследований.

«Парадигма – это концептуальная матрица, которая задаёт стандарты эффективного действия. Она объединяет разрозненные открытия в связную систему, создающую эффект синергии. <...> Технологическая парадигма встраивает ряд технических находок в систему отношений вокруг общего ядра, что ведёт к повышению эффективности каждой отдельной инновации» [4, С.182].

Важности комплексного подхода (широкого междисциплинарного охвата) при анализе архитектурной проблематики посвящено исследование С.Н. Рыбакова. На примере модели жилища постиндустриальной эпохи⁶ автор сравнивает эйфорию технической революции индустриальной эпохи (культ «машины» в архитектуре) с упованием наших современников на достижения ИКТ при решении нынешних задач архитектуры. При этом, «парадигмальный технологический сдвиг» он рассматривает как важнейший фактор формирования новой проектной методологии, использующей технологические новации не как самоцель, а в контексте множества социокультурных, экономических, мировоззренческих проявлений, требований рыночной эффективности.

Только в комплексном, целостном методологическом подходе способны воплотиться идеи сложности, нестабильности, и, как следствие, жилая среда приобретает новые качества индивидуализированного общества. Управление проектно-строительными процессами осуществляется с помощью гибких динамических систем благодаря переходу к косвенным методам, использующим синергетические и нелинейные принципы, ориентированные не на жесткое регулирование, а на создание условий и сред, обеспечивающих самоорганизацию и самоподдерживаемое развитие ткани в нужном ключе.

Меняется и теоретическая платформа проектного процесса. Расширяется само понятие архитектурного объекта. Дополняются свойства его основополагающих категорий – формы, функции и образа. Свойства формы высокотехнологичной архитектуры в большой степени зависят от качества оболочки здания. Как правило, это сложная многослойная конструкция, исполняющая функции защиты от климатических явлений и одновременно решающая информационно-коммуникационные задачи.

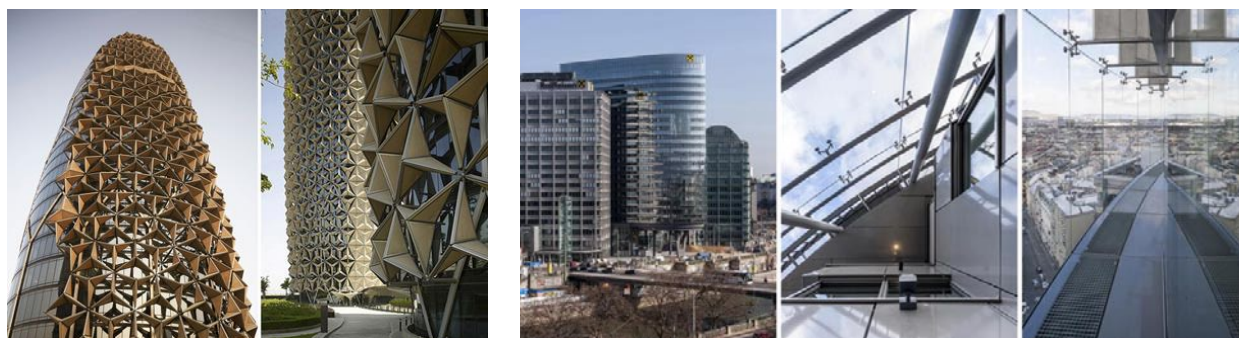
Интерактивные экранные устройства легко монтируются на внешние и внутренние поверхности архитектурного объекта, придавая ему новые свойства – изменчивости, динамичности, интерактивности. Такие поверхности способны реагировать на наши прикосновения, голос; с помощью датчиков считывать температурные или иные изменения в окружающей среде. В результате архитектурная форма оживает, она способна менять цвет, положение отдельных ограждающих элементов, способна реагировать на определенные запросы, которые ей посылаются. Она видоизменяется в рамках, заданных архитектором. Конечно, не вся архитектура одновременно вдруг оденется в такие одежды. Пока мы говорим только об экспериментах, ведущихся определенной частью архитектурной элиты в рамках новейшей архитектуры. Но явление развивается, превращаясь в тенденцию.

Примерами многослойных оболочек, способных видоизменяться в зависимости от условий окружающей среды и сохранять комфортную атмосферу внутри здания, могут служить башни Аль Бахр в Абу Даби с трансформируемой в течение суток решеткой фасадов и здание Райфайзен банка в Вене, имеющее тройное остекление с солнцезащитными экранами, ТЭЦ на биогазе, тепловой насос и солнечные батареи. Здание банка получило сертификат «Passive house» – архитектурного сооружения, не потребляющего электроэнергию из городских сетей (рис. 2).

⁶ Рыбаков С.Н. Проектно-строительные технологии XXI века в архитектуре жилища – на пути к комплексному рассмотрению // Architecture and Modern Information Technologies. – 2016. – №2(35) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2016/2kvart16/rybs/abstract.php>

Главной причиной изменения функционального наполнения зданий является совмещение реальной среды жизнедеятельности со средой виртуальной. Их взаимопроникновение стало нормой жизни. Исполнение привычных функций сопровождается активным использованием возможностей виртуальных коммуникаций. Мы можем работать не в офисе, а дома, и общаться по Skype с коллегами. Не ходить по магазинам, а закупать всё необходимое через Интернет и т.д. В целом происходит переформирование и перераспределение функций во времени и пространстве. Функциональное наполнение стало более гибким и адаптивным к быстро меняющемуся контексту жизнедеятельности общества.

Различные аспекты этой актуальной темы всё чаще становятся предметом диссертационных исследований. Например, в работе Кудяевой Е.А. «Принципы организации пространственной структуры полифункциональных общественных комплексов с использованием медиатехнологий» МТ (медиатехнологии) рассмотрены как формообразующий фактор, что позволяет по-новому взглянуть на проектирование подобных объектов. Учет различной степени виртуализации общественных процессов (полное, частичное, нулевое) и следование принципам их временной и пространственной привязки способны превратить публичное пространство в полифункциональный центр с дифференцированным обслуживанием и гибким режимом эксплуатации. Содержание работы получило отражение в ряде публикаций⁷ в журнале «Architecture and Modern Information Technologies» (AMIT).



а)

б)

Рис. 2. Здания с многослойными фасадами: а) Башни Al Bahr Towers, Aedas Archutects, 2012 г.; б) Башня RHW2, архитектурные мастерские Atelier Hayde и Architektur Maurer, 2012 г. Общий вид, многослойное ограждение фасада⁸

Образные характеристики архитектурных объектов попадают в большую зависимость от мультимедийных средств. Световые и цветовые эффекты всё чаще участвуют в создании образа здания. Они могут нести не только эстетические характеристики, но быть информационными каналами, как это происходит с медиаэкранами или, как мы уже упоминали, вступать с посетителями в интерактивное общение.

Ещё одним перспективным направлением развития ИКТ в архитектуре является 3D печать зданий. Несмотря на экстравагантность замысла, технология успешно развивается. Так, правительство ОАЭ планирует сократить траты на строительство на 50-

⁷ Кудяева Е.А. Виртуальные коммуникации в среде города // Architecture and Modern Information Technologies. – 2016. – №1(34) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2016/1kvart16/kudaeva/kudaeva.pdf>;

Кудяева Е.А. Динамичность и интерактивность как характерные черты современной архитектуры // Architecture and Modern Information Technologies. – 2015. – №2 (31) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/2kvart15/kudaeva/abstract.php>

⁸ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masterok.livejournal.com/863008.html> в авторской интерпретации.

70%, внедряя эту технологию в Муниципалитете Дубая и подконтрольных ему организациях. Четверть зданий Дубая к 2030 году построят с помощью 3D-печати. Переход на новую технологию снизит нагрузку на окружающую среду [6].

Среда самих информационно-компьютерных технологий меняется стремительными темпами. Возникают новые связи, цепочки операций, разрабатываются новые базы данных. Примером может служить расширение функций программ, связанных с ГИС технологиями. Они стали не просто хранилищем данных, но инструментом анализа проектной ситуации. Заложенная в них информация о местоположении объекта, может служить средством для продвинутого моделирования. Программная платформа ArcGIS, помогает при исследовании данных о демографических характеристиках и образе жизни потребителей, данных о транспортной доступности в определенной точке пространства, позволяет выстраивать более четкий и обоснованный план действий [7].

Университет Калгари, например, использует ArcGIS в предпроектных исследованиях по расширению и обслуживанию своей территории в 200 га (рис. 3). Перед проектированием новых корпусов в предпроектный анализ включили определение линий водосбора на территории университета. Анализ выявил, что постройка цокольного этажа в некоторых местах может увеличить вероятность затопления. Моделирование стоков дождевой воды позволило архитекторам увидеть и обойти эти области. Одновременно программа использовалась для расчета затенения новыми корпусами уже существующих зданий, определения количества солнечной энергии, которая будет поступать через окна и ограждающие конструкции. Отдельно подобные задачи решались и прежде⁹, но эффект совместного применения ГИС и BIM-технологий состоял в комплексном исследовании территории, позволившем кардинально сократить временные затраты на проектирование.



a)

⁹ Например, в ЦТИСИЗе Госстроя математическое моделирование гидрогеологических процессов и их изменения в связи со строительством было внедрено в практику проектной подготовки строительства ещё в 80-х гг. прошлого века.



б)

Рис.3. Университет в Калгари: а) общий вид, б) модель университета, созданная в программе ArcGIS, руководитель Tom McCaffrey, 2008 г.¹⁰

Колоссальное увеличение объемов информации, необходимой для создания современных объектов архитектуры подвигло некоторых архитекторов заняться созданием специального программного обеспечения, позволяющего визуализировать массивы данных в динамике. Компания Mathrioshka совместно с Habidatum разрабатывает новые инструменты для анализа спонтанных городских данных (рис. 4). Создателями технологии являются Эдуард Хайман и Филипп Кац. Спонтанные данные генерируются онлайн-коммуникациями людей и используемыми ими устройствами. Это данные мобильных операторов, где используются только адреса посылаемых сообщений или звонков. Анализ статистики сообщений позволяет сделать то, что проблематично выявить при типовом информационно-компьютерном инструментарии: например, отследить и соотнести передвижения людей в разные дни недели и даже сезоны или идентифицировать маятниковых мигрантов, постоянно проживающих в другом регионе [8].

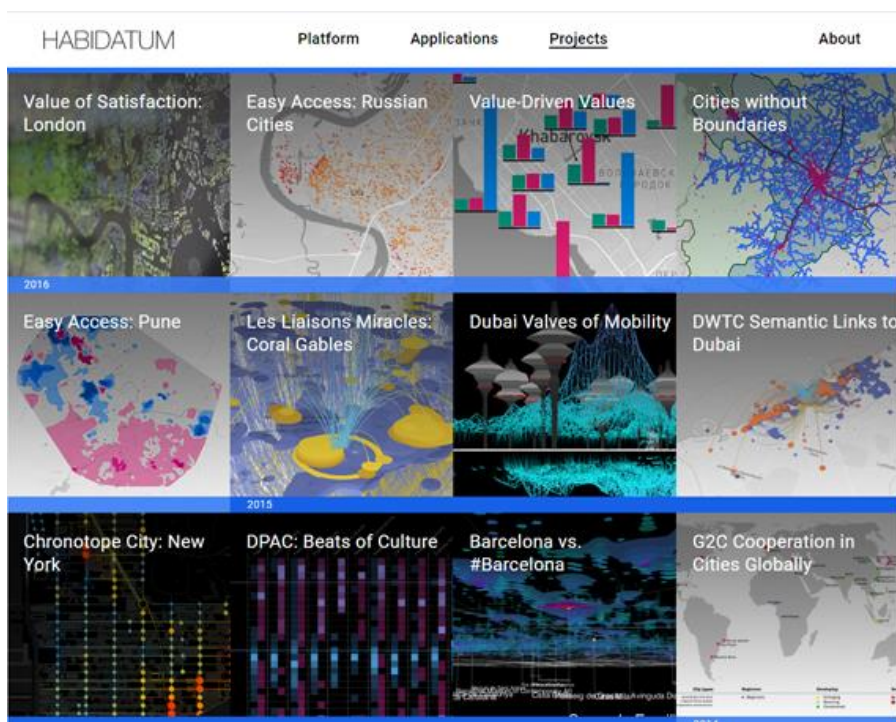


Рис. 4. Примеры исследований компании «HABIDATUM» (<http://habidatum.com/projects>)

¹⁰ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://www.dataplus.ru/news/arcview/detail.php?ID=22602&SECTION_ID=1086

Например, в Лондоне компания анализировала оправданность роста цен на жилье, сравнивая три показателя: плотности, активности поведения людей и цены на недвижимость. Исследование связывает активность передвижений с привлекательностью места и прогнозирует рост цен в отдельных фрагментах городской среды. Все исследования можно просмотреть в виде динамичных абстрактных мультипликационных роликов на сайтах компании.

Возвращаясь к трём взглядам на BIM: как технологии проектирования; как научному пространству интеграции знаний; и как образовательной среде, хотелось бы остановиться на последней. Проблема очевидной необходимости актуализации архитектурного образования и приведения его в соответствие с вызовами времени волнует весь архитектурный профессиональный цех. Активная дискуссия о путях адаптации архитектурного образования к новым запросам общества и использованию современных проектных методов и технологий развёрнута в соцсетях, печатных изданиях, обсуждается на конференциях и творческих встречах отечественных и зарубежных архитекторов-практиков, теоретиков и педагогов; активно изучается мировой опыт ведущих архитектурных школ.

После выхода 82-го номера журнала «Проект Россия», посвященного архитектурному образованию, стали очевидными основные болевые точки отечественной высшей школы: консервативность, культурная изоляция (недостаточный обмен с международными школами), неразвитость критического дискурса и отрыв образования от практики [10, С.75].

Профессор СПб ГАСУ (недавно ушедший из жизни) Валерий Анатольевич Нефёдов также придерживался мнения, что неспособность большинства студентов критически анализировать нашу современную архитектуру и делать выводы является одной из основных причин нынешнего состояния архитектурного образования. «Без критического осмысления того, что строится у нас, трудно рассчитывать на появление новых решений. Необходима смена акцентов на реализацию новой идеологии среды человека» [9, С. 66]. Кроме того, Валерий Анатольевич считал, что корни многих проблем обучения архитектурному мышлению в отечественных школах лежат в преобладании художественных «изысков» в интерпретации архитектуры, в которых поиск эффектной оболочки остаётся главным. «Игра в красивый ритм окон или контраст основных масс <...> подменяет реальное конструирование пространства с пониманием функциональных процессов и обесценивает роль новых технологий в построении современных объектов. <...> Смежные дисциплины инженерной направленности не дают студентам фундаментальную подготовку в понимании смысла использования материалов с разными возможностями. Отсутствуют оснащённые новой техникой мастерские, в том числе со станками для компьютерного моделирования» [9, С.67].

Трудно не согласиться, что слабая материально-техническая база отечественной высшей архитектурной школы – серьёзный изъян. Из-за отсутствия макетных мастерских со станками, способными работать по системе CAD-CAM студенты лишены опыта работы с технологиями создания моделей современных форм и конструкций [9, С.67].

Из блиц-опроса практикующих и одновременно преподающих в вузах архитекторов следует неоднозначность оценки роли традиционной отечественной школы. Часть из них видит успех модернизации традиционной высшей архитектурной школы усилиями новых развивающихся школ таких как «Стрелка», МАРШ, Высшая школа урбанистики при ВШЭ [10, С.75]. Педагогический опыт этих школ представляет безусловный интерес на пути решения актуальных проблем современного архитектурного образования. Однако, как справедливо заметил Н. Лызлов, «Нет правильной и неправильной школы, они должны быть разными и друг друга дополнять. <...> Такая традиционная архитектурная школа как МАРХИ должна оставаться такой, какая она есть, в этом её ценность» [10, С.74].

Преподавательский состав МАРХИ даёт своему вузу высокую оценку, так как это учебное заведение, которое они хорошо знают. Они горды тем, что МАРХИ входит в список объектов национального достояния наравне с Третьяковкой и Эрмитажем. В тоже время, для большинства становится всё более очевидным, что организация учебного процесса во многом отстаёт от требований времени, она как бы застыла, остановилась, а жизнь продолжается и требует перемен. Справедливая критика в адрес МАРХИ, предъявления в «неповоротливости», медлительности и недоверчивости к инновационным проектным методам, имеет свои основания.

Внешняя красота решений, за которую упрекают МАРХИ, на наш взгляд, не отрицательный момент, а проявление высокой квалификации педагогов, наследующих лучшие традиции школы МАРХИ. Но созданные художественные образы не получают необходимой сегодня аналитической поддержки по изучению контекста проектирования и анализу проектных предложений, основанных на использовании информационно-компьютерных технологий. Среднестатистический студент МАРХИ в целом неплохо владеет целым набором компьютерных программ, но не может воспользоваться этим знанием в полной мере, так как методический опыт отдельных кафедр не выходит за их пределы. В рамках проектных кафедр ведётся методическая работа по расширению исследовательского компонента в учебном проектировании, но отсутствует межкафедральный обмен опытом.

Чтобы не быть голословными, приведём результаты анкетирования 2017 года, в котором из 300 студентов третьего курса приняли участие 180 человек. Анкетирование проходило в рамках зачёта по дисциплине «Компьютерная графика» в Учебно-научном центре «Архитектура и компьютерные технологии». Вопросы касались: значимости и степени привлечения междисциплинарных исследований на стадии формирования проектной концепции; предпочтений в использовании программ компьютерной графики на различных этапах проектирования; способов формообразования и визуализации; а также приёмов презентации.

Очевидно, что методические установки педагогов в группах стоят во главе угла, тем не менее, не последнюю роль играют личные предпочтения студентов, проявление их творческой воли и заинтересованности, желание соответствовать запросам времени. Примечательно, что программа проектного задания иногда разрабатывается самим студентом. При этом работа с технико-экономическими показателями (ТЭП) крайне слабая. Один из авторов анкеты, доцент Учебно-научного центра «Архитектура и компьютерные технологии» Шириян Е.А. подвёл первые итоги анкетирования.

Он отмечает, «что времена проектирования «в поле» (отвлечённо, без учёта контекста) все дальше уходят в прошлое, и очень часто студент обращается не к отсканированному чертежу ситуации, а к веб-сервисам с актуальной информацией, реже используют ГИС.

По анкете видно, что подавляющее большинство студентов для разработки проекта используют программу Revit. При этом речь не идет о полноценном BIM проектировании и качественном создании модели – используется автоматизация рутинных действий для того, чтобы как можно быстрее получить внешнюю форму. Не проводится анализ разрабатываемого решения по различным аспектам, что стало бы возможным при более осмысленном применении BIM-инструментов.

Наиболее популярный прием в подаче проекта – коллаж. В списках пожеланий для дальнейшего изучения студенты предсказуемо указали моделирование и визуализацию. Отдельно стоит упомянуть мониторинг работы с аналогами – поиск источников вдохновения, коими полнится интернет. По результатам анкетирования следует, что наибольшей популярностью пользуются ресурсы сайтов: archdaily.com, pinterest.com и т.д.»¹¹ К сожалению, не прослеживается глубокого погружения в материал, очевидно стремление повторить классный эффект, без критической оценки. Это явление

¹¹ Шириян Е.А. Итоги анкетирования на третьем курсе МАРХИ. Рукопись

Ширинян Е.А. склонен расценивать как признак отсутствия у большинства студентов навыка рефлексии.

В итоге становится ясным, что практически на всех кафедрах учебное проектирование вооружено доступным арсеналом компьютерных технологий, которые применяются студентами бессистемно и, как правило, в целях визуализации уже найденных решений. За редким исключением, студенты не владеют универсальными навыками работы с цифровыми инструментами ведения предпроектной исследовательской работы. Не разработаны соответствующие методики. Этап проектных исследований присутствует в минимальном объёме.

В материалах последней научно-практической конференции МАРХИ, в статье профессора УНЦ АиКТ (ведущего специалиста МАРХИ по программе Autodesk Revit Architecture) Георгиевской Е.В. и практикующего архитектора Гридасова П.О. [3, С.290-291] был рассмотрен функционал программного обеспечения, связывающий архитектурное проектирование и анализ параметров в различных аспектах в соответствии с поставленным учебным заданием, в частности, вопрос об использовании Revit для управления количественными параметрами проектной 3D-модели архитектурной формы.

«Сегодня акцент курсового проектирования в МАРХИ стоит, прежде всего, на моделировании композиционного замысла. Это традиция отечественной архитектурной школы. Для трехмерного моделирования студенты применяют программу Autodesk Revit. Все больше проектов, сделанных при помощи Revit, выполняется уже на 2 курсе. На основе 3D-модели (жилого дома, клуба, театра и т.д.) студенты получают ортогональные проекции – планы, фасады, разрезы и любые сечения, виды в перспективе или аксонометрии. Для выражения замысла бывает достаточно создания концептуальной модели из простых элементов. <...> Однако, уже на этой стадии возможна первичная параметризация, отражающая основную задачу объекта, сформулированную в блоке исходных данных.

<...> Начиная с третьего курса, студент должен принимать во внимание многие аспекты реального проектирования, связанные с градостроительными, социальными, законодательными и инвестиционными ограничениями, поэтому проектирование должно сопровождаться рефлексией основных параметров объекта и их взаимосвязей, предоставляемые Autodesk Revit по множеству аспектов, в зависимости от поставленной задачи. Анализ базы данных информационной модели здания вынуждает параметризовать, искать глубинные связи и оптимальные варианты, наглядно представлять сложные и неочевидные зависимости.

Дипломное проектирование, максимально приближенное к реальной практике, в идеале, предполагает сотрудничество на базе информационной модели с конструкторами и инженерами. Своевременная постановка подобных задач в курсовом и дипломном проектировании способна обеспечить необходимый уровень профессионализма» [3, С.290].

Одним из верных шансов внести долю аналитического осмысления в учебное проектирование стало появление в архитектурных школах России магистерского уровня подготовки. «Наличие этого научного уровня подготовки специалистов могло бы ощутимо помочь выпускникам более критически относиться к нашей действительности и составить опору для обновления мышления в творческих коллективах» [9, С.71].

Упоминая опыт отечественных архитектурных школ, в которых магистратура появилась раньше других (самарская, екатеринбургская, казанская школы) В.А. Нефёдов отмечал существенные признаки проявления нового мышления. «Появились работы более концептуальной, новой идеологической направленности (одна из важнейших задач магистратуры) с большим объёмом анализируемого материала и научно-проектными предложениями, отличающимися от традиционных. <...> Серьёзными проблемами на пути становления магистерского уровня образования стала неготовность студентов после

освоения степени бакалавра с преобладанием проектных задач, к переключению на мышление критическое, с поиском альтернативного пути решения проблемы конкретного пространства» [9]. Кроме того, «требование научно-аналитического обоснования проектного решения (своего рода теории проектирования объекта нового поколения) и предложение своей гипотезы формирования архитектурного пространства с новыми качествами, отличающимися от существующих на практике, оказалось доступным не для всех педагогов» [9, С.71].

С появлением магистерского уровня подготовки в МАРХИ и студенты, и педагоги встретились с теми же проблемами – за исключением небольшого процента, магистранты не готовы переключать мышление с чисто проектных задач на исследовательские. Что касается педагогов, они тоже учатся учить новому проектированию. «И сама наука, и профессия меняются стремительно, и в принципе невозможно выучиться, а потом работать. Эти две фазы перестали существовать отдельно друг от друга. Можно только всё время учиться» [10, С.74].

Процессы преобразования системы обучения в аспирантуре МАРХИ (следующий уровень подготовки кадров высшей квалификации) анализируются в статье Калининой Н.С.¹² Среди актуальных проблем – междисциплинарный подход, предполагающий использование концепций и теорий, заимствованных из других отраслей знания, а также взаимодействие представителей разных специальностей, связанных с архитектурой в едином учебном процессе. Мировоззрение архитектора-исследователя дает широкий взгляд на архитектуру в её взаимодействии с внешним миром и смежными отраслями знаний. Инновационные и информационные технологии служат инструментальной базой формирования интегрированной среды обучения.

Из выше изложенного напрашивается очевидный вывод – начинать обучение саморефлексии в магистратуре тогда, когда специалист фактически уже сформирован, – поздно! Стала очевидной необходимость разработки и внедрения исследовательской учебной образовательной линии уже в рамках бакалавриата, желательно, начиная с 1 курса. Студент с первых дней пребывания в институте должен привыкать к использованию научной терминологии, понимать алгоритмы исследований и, наконец, осуществлять их самостоятельно. Об отсутствии необходимой исследовательской подготовки говорят и все выпускники МАРХИ, чьи интервью приведены в журнале «Проект Россия», и которые впоследствии учились за границей, а потому могут сравнивать учебные программы разных вузов.

Созданный в феврале 2017 года (на базе УЦ ВИКОМП и лаборатории компьютерных технологий) учебно-научный центр «Архитектура и компьютерные технологии» (УНЦ АКИТ) призван обеспечить базовые представления о высокотехнологичной архитектуре, сформировать навыки основ исследовательской проектной деятельности студентов с использованием информационно-компьютерных технологий, разработать методические пособия по наиболее критичным актуальным темам использования компьютерных технологий в учебном проектировании, обучить способам цифрового моделирования и работе с соответствующими инструментами.

Предваряя дисциплины магистерского цикла, в частности – «Исследование и проектирование», на первом году обучения должен появиться курс «Основы проектных исследований», возможно, в рамках существующей дисциплины «Информатика». Позиция архитектора формируется не один год. Начало становления профессионального отношения к среде обитания лежит в опыте внимательного, предметно ориентированного

¹² Калинина Н.С. Наука и образование в области архитектуры: проблемы и перспективы подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре МАРХИ // Architecture and Modern Information Technologies. – 2017. – №2 (39). – С. 378-389 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.marhi.ru/AMIT/2017/2kvart17/PDF/28_AMIT_39_KALININA_PDF.pdf

аналитического погружения в профессиональную проблематику с первых дней пребывания в вузе.

Также как традиционная постановка объёмно-пространственного мышления архитектора осуществляется в процессе композиционного макетно-графического моделирования на первых двух курсах, становление конструкторского чутья и исследовательских навыков должно формироваться в интегрированной среде физического и цифрового моделирования в контексте исследования окружающей среды обитания. Композиционной подготовки в современном контексте информационного общества недостаточно для решения задач высокотехнологичной архитектуры. Она должна сопровождаться освоением искусства работы с инженерно-строительными и информационно-компьютерными технологиями.

В профильном направлении магистратуры УНЦ АиКТ «ИКТ архитектурного проектирования», открытом в 2017 году, осуществляется ориентация исследований на осмысление возможностей новых технологий в создании архитектурных объектов.

В качестве общего вывода, можно сказать, что ИКТ оказывают существенное влияние на архитектурную профессию в целом, на ее теоретическую базу, на ведение проектного процесса, на понимание целей и задач профессии. Они позволяют исследовать тот вызов, который бросает время и отвечать на него.

Инерция традиционного подхода к обучению искусству архитектурного проектирования в МАРХИ не должна стать помехой в процессе адаптации высшей школы к новым информационно-технологическим условиям. От того, насколько ясно осознаны особенности развития всей информационной и технологической основы общества, зависит успешность и скорость адаптации к ним отечественной высшей архитектурной школы. Научно-методические целенаправленные усилия педагогов-архитекторов по созданию интегрированной образовательной среды в состоянии предложить общественности новые переосмысленные концепции учебной архитектурной деятельности. И этот процесс стартовал, невзирая на очевидные материальные и организационные трудности.

В заключение хотелось бы вернуться к мысли о том, что какими бы заманчивыми ни были плоды достижений высоких технологий (на уровне теоретических идей), они должны пройти «проверку здравым смыслом»¹³ на практике. Это бесценный эмпирический опыт, в данном случае, творческое освоение технологических достижений эпохи в учебной и реальной проектной практике.

Литература

1. Барчугова Е.В. ИКТ в архитектуре. Вектор развития IIT in architecture // Межсекционный круглый стол "Медийные технологии в архитектуре общественных зданий" // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ : Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. – Т. 2. – М. : МАРХИ, 2017. – С. 393-394.
2. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности информационного моделирования зданий. – М.: ДМК-Пресс, 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.labirint.ru/books/484910/>

¹³ Мигдал А.Б. Поиски истины. Серия: Эврика. – М.: Изд-во Молодая гвардия, 1983. – 239 с.,ил. Академик рассказывает о научном методе познания и психологии научного творчества, как зарождались и развивались важнейшие идеи физики 20 века.

3. Георгиевская Е.В. Потенциал программы Autodesk Revit для анализа проектных параметров в рамках учебного архитектурного проектирования / Е.В. Георгиевская, П.О. Гридасов // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ : Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. – Т. 2. – М. : МАРХИ, 2017. – С. 290-291.
4. Кастельс М. Сетевое общество, его структура, масштаб и динамика // *Пі* 42. – 2016. – С. 165-184.
5. Узбстер Ф. Теории информационного общества. – М., 2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nmetau.edu.ua/file/uebster_inf_obschesvto.pdf
6. 3D печать домов методом Contour Crafting [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://archspeech.com/article/chetvert-zdaniy-dubaya-k-2030-godu-postroyat-s-pomoshh-yu-3d-pechaty>
7. Диденко А.А. Совместное использование технологий информационного моделирования зданий и геоинформационных систем в городском планировании / А.А. Диденко, К.С. Ковырзина // Молодой ученый. – 2016. – №10. – С. 45-51.
8. Новиков А. О спецпроекте компании «Haitatum» / лекция на фестивале «Зодчество»– 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habidatum.com/projects/>
9. Нефёдов В.А. О высшем архитектурном образовании в России: куда идём и чего стоим? / В.А. Нефёдов, О.Р. Мамлеев // Проект Россия. – 2017. – № 82. – С. 66–73.
10. Блиц-опрос: как вы относитесь к архитектурному образованию в стране? // Проект Россия. – 2017. – № 82. – С. 74–76.
11. Мельник Е. Портреты вузов. Где в Москве научат понимать и менять город // Проект Россия. – 2017. – № 82. – С. 78–83.
12. Ширинян Е.А. Технология творчества в BIM: обучая BIM в наше время // Проект Россия. – 2017. – № 82. – С. 224–226.

References

1. Barchugova E.V. *IKT v arkhitekture. Vektor razvitiya* [IT in architecture. Vector development. Proceedings of the International scientific-practical conference of the faculty, students and young scientists. Collection of abstracts. Vol. 2]. Moscow, MARHI, 2017, pp. 393-394.
2. Talapov V.V. *Tehnologiya BIM: sut' i osobennosti informacionnogo modelirovaniya zdaniy* [BIM: the essence and features of information modeling of buildings]. Moscow, 2015. Available at: <http://www.labyrinth.ru/books/484910/>
3. Georgiyevskaya E.V. Potentsial programmy Autodesk Revit dlya analiza proyektnykh parametrov v ramkakh uchebnogo arkhitektornogo proyektirovaniya [Autodesk Revit Capabilities for Analysis of Design Parameters within Architectural Design. Proceedings of the International scientific-practical conference of the faculty, students and young scientists. Collection of abstracts. Vol. 2]. Moscow, MARHI, 2017, pp. 290-291.
4. Kastel's M. *Setevoe obshchestvo, ego struktura, masshtab i dinamika* [The networked society, its structure, scale and dynamics. Magazine *Pi* 42]. 2016, pp. 165-184.

5. Ujebster F. *Teorii informacionnogo obshhestva* [Information Society Theory]. Moscow, 2004. Available at: https://nmetau.edu.ua/file/uebster_inf_obschesvto.pdf
6. *3D pechat' domov metodom* [3D printing houses by the method of Contour Crafting] Contour Crafting. Available at: <http://archspeech.com/article/chetvert-zdaniy-dubaya-k-2030-godu-postroyat-s-pomoshh-yu-3d-pechati>
7. Didenko A.A., Kovyrzina K.S. *Sovmestnoe ispol'zovanie tehnologij informacionnogo modelirovaniya zdaniy igeoinformacionnyh sistem v gorodskom planirovanii* [Joint use of information modeling technologies for buildings and geographic information systems in urban planning. Magazine Young Scientist]. 2016, no. 10, pp. 45-51.
8. Novikov A. *O specproekte kompanii «Haitatum»* [On special projects company "Haitatum". Lecture at the festival "Architecture" -2016]. Available at: <http://habidatum.com/projects/>
9. Nefjodov V.A., Mamleev O.R. *O vysshem arhitekturnom obrazovanii v Rossii: kuda idjom i chego stoim?* [On the highest architectural education in Russia: where do we go and what do we stand for? Magazine Proekt Rossiya]. 2017, no. 82, pp. 66–73.
10. *Blic-opros: kak vy otnosites' k arhitekturnomu obrazovaniju v strane?* [Blitz-survey: how do you feel about architectural education in the country? Magazine Proekt Rossiya]. 2017, no. 82, pp. 74–76.
11. Mel'nik E. *Portrety vuzov. Gde v Moskve nauchat ponimat' i menjat' gorod* [Portraits of universities. Where in Moscow will they learn to understand and change the city]. 2017, no. 82, pp. 78–83.
12. Shirinjan E.A. *Tehnologija tvorchestva v BIM: obuchaja BIM v nashe vremja* [The technology of creativity in BIM: teaching BIM in our time. Magazine Proekt Rossiya]. 2017, no. 82, pp. 224–226.

ОБ АВТОРАХ

Барчугова Елена Викторовна

Кандидат архитектуры, доцент, профессор, учебно-научный центр «Архитектура и компьютерные технологии» (УНЦ АКиТ), Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: ev.barchugova@markhi.ru

Рочегова Наталия Александровна

Кандидат архитектуры, доцент, профессор, учебно-научный центр «Архитектура и компьютерные технологии» (УНЦ АКиТ), Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: na.rochegova@markhi.ru

ABOUT THE AUTHORS

Barchugova Elena

PhD in Architecture, Professor of Educational & Research Center «Architecture & Computer Technologies», Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: ev.barchugova@markhi.ru

Rochegova Nataliya

PhD in Architecture, Professor of Educational & Research Center «Architecture & Computer Technologies», Moscow Institute of Architecture (State Academy) , Moscow, Russia
e-mail: na.rochegova@markhi.ru