

# МАТЕРИАЛЫ II ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ



ЕКАТЕРИНБУРГ, 2019

# **НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

МАТЕРИАЛЫ II ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ  
5 - 7 НОЯБРЯ 2019 г.

УДК 004(72)  
ББК 30.2-5-05  
Н766

**НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ:** материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 5–7 ноября 2019 г. – Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный ун-т, 2019. – 64 с.

ISBN-978-5-905545-12-2

II Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве» была проведена в г. Екатеринбурге с 5 по 7 ноября 2019 г.

Материалы сборника ориентированы на использование информационных технологий специалистами в различных сферах деятельности, развитие междисциплинарных подходов в эпоху цифровизации за счет обмена результатами исследований и опытом применения передовых информационных технологий в архитектуре и строительстве, организации процесса подготовки специалистов, внедрения ИТ в образовательный процесс.

**Тематика конференции:**

ИТ в архитектуре, строительстве, искусстве и урбанистике;

умный город;

BIM – информационное моделирование зданий;

Green BIM – экологический подход к энергоэффективному проектированию объектов;

технологии визуализации, AR/VR – дополненная и виртуальная реальность.

Может быть интересна специалистам в области архитектуры, строительства, информационных технологий, а также смежных с этими направлениями специальностей, обучающимся вузов, профиль образовательной деятельности которых связан с указанными направлениями.

**Редакционная коллегия выпуска:**

*Витюк Е. Ю.*, доцент, кандидат архитектуры, УрГАХУ, Екатеринбург;

*Захарова Г.Б.*, доцент, кандидат технических наук, УрГАХУ, Екатеринбург;

*Сагарадзе И.В.*, доцент, кандидат физико-математических наук, УрГАХУ, Екатеринбург;

*Семёнов А.А.*, доцент, кандидат технических наук, СПбГАСУ, Санкт-Петербург;

*Титов С.С.*, профессор, доктор физико-математических наук, УрГАХУ, Екатеринбург.

УДК 004(72)  
ББК 30.2-5-05

© Коллектив авторов, 2019  
© УрГАХУ, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Kramářová Zuzana</i>	5
MENTAL MAPS AS A TOOL FOR IDENTIFYING PUBLIC SPACE LOCATIONS SUITABLE FOR REVITALIZATION	
<i>Бабич В.Н., Кремлёв А.Г.</i>	6
АСПЕКТЫ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ОТНОШЕНИИ BIM	
<i>Базаева Е.Д.</i>	7
GREEN BIM-МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ АРХИТЕКТОРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОЕКТА	
<i>Балдин В.Ю., Щелоков Я.М.</i>	8
КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ КАК КРИТЕРИЙ РАЗВИТИЯ	
<i>Булавина А.О., Дубова А.А.</i>	9
GREEN BIM – ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ	
<i>Вительская А.О.</i>	10
BIM ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РЕСТАВРАЦИИ ПАМЯТНИКОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
<i>Гварлиани Н.Х., Кириенко И.П.</i>	11
ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРАКТИВНОГО ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА УМНОГО ГОРОДА	
<i>Григорян С.А., Кириенко И.П.</i>	12
ИЕРАРХИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-ИСКУССТВЕННОЙ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННОЙ СРЕДЫ УМНОГО ГОРОДА	
<i>Ельфимова А.Г.</i>	13
ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ КАК СВЯЗЬ ПРОЕКТИРОВЩИКА И ЗАКАЗЧИКА	
<i>Зубов Н.М., Оржиховская Р.Я.</i>	14
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНОЙ КОМПОЗИЦИИ МЕТОДАМИ ТЕОРИИ ГРАФОВ	
<i>Зубов Н.М., Оржиховская Р.Я., Титов С.С.</i>	15
ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ В ПЛАНИРОВОЧНОЙ СЕТИ ГОРОДА	
<i>Иванова В.И.</i>	16
ЛОКАЛЬНОЕ ВНЕДРЕНИЕ IT-ТЕХНОЛОГИЙ КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ УМНОГО ГОРОДА	
<i>Игошина Т.С.</i>	17
ИНТЕРАКТИВНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ ГОРОДСКИХ РЕКЛАМНЫХ И ЗРЕЛИЩНЫХ ОБЪЕКТОВ	
<i>Карпунин В.Г., Голубева Е.А.</i>	18
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	
<i>Киселева А.В.</i>	19
ПРОБЛЕМНАЯ ОБЛАСТЬ БИОКЛИМАТИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ	
<i>Клюева А.С., Голубева Е.А.</i>	20
АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН СОВРЕМЕННОСТИ	
<i>Колмаков А.В.</i>	21
УНИФИКАЦИЯ ВЫЗОВА БАЗОВЫХ КОМАНД И ИНСТРУМЕНТОВ В ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРАХ	
<i>Комоско В.В., Серебряков С.В., Строков В.М.</i>	22
МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА БАЗЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМНОЙ «ТЕХНОЛОГИИ 8-УРОВНЕВОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ» И BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ	
<i>Кондакова Ю.В.</i>	23
«ЦИФРОВОЙ СЛОЙ» АРХИТЕКТУРЫ И ДИЗАЙНА КАК ОТРАЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИРТУАЛИЗАЦИИ НА СОВРЕМЕННЫЙ СОЦИУМ	
<i>Коротич А.В.</i>	24
АРХИТЕКТУРНО-ДИЗАЙНЕРСКОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
<i>Красина Я.С.</i>	25
РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД» В УРАЛЬСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ	
<i>Кругликов С.В., Клечин Ю.И.</i>	26
ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ «УМНОГО ГОРОДА АЗРФ»	
<i>Кувшинова Е.Т., Спехов М.Г.</i>	27
REVIT И Renga: ПО ТУ СТРОНУ ЭКРАНА	
<i>Курочкин В.А.</i>	28
ОБЪЕКТЫ ГОРОДСКОГО ДИЗАЙНА В АСПЕКТЕ «УМНЫЙ ГОРОД»	
<i>Ламехова Н.В.</i>	29
СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЕТСКОГО САДА	
<i>Локштейн Д.А., Захарова Г.Б.</i>	30
ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ГОРОДА: РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ	
<i>Мальцева Е.А., Пишрайнен В.Ю.</i>	31
ИЛЛЮЗИОНИСТИЧЕСКОЕ ГРАФФИТИ В ДИЗАЙНЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ КАК СРЕДСТВО МАРШРУТНОЙ НАВИГАЦИИ	
<i>Мохов И.Э.</i>	32
ДИГИТАЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ	
<i>Ожиганова М.Е., Ремпель А.В.</i>	33
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ Renga, Revit, NAWISWORKS В BIM-ПРОЕКТИРОВАНИИ	

<i>Пахомова В.И.</i> ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ	34
<i>Плотников С.В., Кривоногов А.И.</i> О ПРОБЛЕМЕ ПРОДОЛЖЕНИЯ КОМИТЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	35
<i>Полюхова М.А.</i> ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ REVIT API	36
<i>Проничкин Н.Р.</i> КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФЕРМЫ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАСЕЙНА В СОЧИ	37
<i>Родионова Ю.В.</i> ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАДРОВ В СФЕРЕ BIM-ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МЕНЕДЖМЕНТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ НЕДВИЖИМОСТИ	38
<i>Роднова О.Ю.</i> ПОТЕНЦИАЛ ЭКОНОМИИ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ	39
<i>Романов А.С.</i> АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ VR В СОВРЕМЕННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ	40
<i>Садыкова И.Г., Махова Т.О.</i> ОБЗОР ЭКОЛОГИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОЗЕЛЕНЕНИИ И ДИЗАЙНЕ ЛАНДШАФТА	41
<i>Самарина А.С., Захарова Г.Б.</i> ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В УМНОМ ГОРОДЕ	42
<i>Семенов А.А.</i> МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ПОДГОТОВКИ BIM-СПЕЦИАЛИСТОВ	43
<i>Скачков П.А.</i> ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ	44
<i>Солонин М.С., Дубова А.А.</i> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УРБАНИСТИЧЕКОМ ПРОСТРАНСТВЕ	45
<i>Сотникова О.С., Кириенко И.П.</i> СИНТЕЗ МИРА ИСКУССТВА И МИРА НАУКИ ПОСРЕДСТВОМ ЭКСПЕРИМЕНТА С СИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ	46
<i>Стахеева Т.Е.</i> ВЛИЯНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОБРАЗ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ	47
<i>Титов С.С., Холодова Л.П.</i> РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВА В МАНХЭТТЕНСКОЙ МОДЕЛИ	48
<i>Трубникова И.С.</i> УМНЫЙ ДВОР	49
<i>Уморина Ж.Э.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИОНИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ	50
<i>Фадеев В.И.</i> ПРОЕКТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА БАЗЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ. МАТРИЦА ЭЛЕМЕНТОВ УМНОГО ГОРОДА	51
<i>Фёдорова А.В., Захарова Г.Б.</i> СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ	52
<i>Фомина К.А.</i> АРХИТЕКТУРА КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ZEROWASTE»	53
<i>Хусаинов Д.З., Хусаинова Г.В., Сагарадзе И.В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В РЕДАКТОРЕ REVIT С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ	54
<i>Черкашин В.В.</i> ПАРАМЕТРИКА В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ	55
<i>Шакшак О.М., Евсиков И.А.</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ VR ПРИЛОЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ	56
<i>Швалев М.Д., Мальцева И.Н.</i> БЕЗРУЛОННАЯ ЗЕЛЕНАЯ КРЫША	57
<i>Шишкина Д.М.</i> ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ – ЧЕЛОВЕК И РОБОТЫ	58
<i>Шулева М.М.</i> ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ	59

# MENTAL MAPS AS A TOOL FOR IDENTIFYING PUBLIC SPACE LOCATIONS SUITABLE FOR REVITALIZATION

*Zuzana Kramářová*

Institute of Technology and Business in České Budějovice, České Budějovice, Czech Republic  
kramarova@mail.vstecb.cz

At present, the creation and revitalization of the public space of settlements is a very topical topic, as its quality directly affects the “life of the settlement”. By the life of the settlement is meant the number of non-motorized users of public space who meet, communicate, walk or transport from place to place. On the other hand, the motorized transport of people does not personates the public space and liveliness, because it minimizes contact between users and their surroundings. These ideas are summed up and dealt with in the world's leading architects and urban planners, such as Kevin Lynch, Jan Gehl and others [1, 2].

Revitalization - reviving public space is a very costly activity, so it needs to be implemented in places that are important for users of public space. As one of the possible ways to identify these locations is the implementation of mental/emotional maps. The mental map is an individual drawing of the perception of positive and negative places in the structure of the settlement. If this perception is found in a sufficient number of individuals (the so-called relevant sample), the results can be transformed into areas in the settlement where it is appropriate or necessary to invest and the investment efficiency is then very high.

There are two decisive parts of the mental map: a map background and a set of questions that the respondents draw.

Since it is not possible to assume that the lay public is adept at working with the map, it is necessary to make it easier for them to work properly by selecting the map background. This should be colourful, as clear as possible and should be very easy to navigate. It emerged that the most appropriate seems to be the map scheme with the highlighted width of the street network in subdued colors, supplemented by a description or symbols of significant objects and functions in the territory, such as post offices, schools, offices, shopping centers, etc.

The set of questions the respondent answers = draws on the map is the second important part. Questions must be asked in such a way that the respondent cannot interpret them in different ways, as this would be the desinformation. Questions must not be too many to avoid bad interpretation of drawings during subsequent processing. This can be partially addressed by color-coding the answers to the questions.

As with any other questionnaire survey, it is very important to have a sufficient number of respondents to evaluate. In order to obtain the relevant data, it is necessary to observe the so-called relevant sample of the population, which is the same as the average composition of residents at the settlement, enriched by commuters.

The evaluation of the mental map is, of course, carried out by converting the paper versions of the questionnaires into a data form if the respondents do not respond directly through the Internet. As one of the most suitable software for processing appears GIS format, which not only provides a drawing of element - own area / line / point, but is also able to record added information in the form of individually defined table, according to which data can be further sorted and analyzed.

Mental maps are therefore a rediscovered tool for shaping public space. This tool conveys the views of the general public to the experts who create and revitalize this space and also to the local authorities that decide what localities will be revitalized and to what extent (in terms of money spent).

## Literature

1. Jan Gehl: *Cities for People*; original: Island Press, 2010; Czech version: Nadace Partnerství, Praha, 2010. ISBN 978-80-260-2080-6.
2. Kevin Lynch: *The Image of the City*; BOVA POLYGON, Praha, 2004. ISBN 80-7273-094-0.

# АСПЕКТЫ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ОТНОШЕНИИ BIM

*В.Н. Бабич, А.Г. Кремлёв*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
v.n.babich@mail.ru

Современная архитектурно-строительная практика усложняется, включая в оборот основанные на IT-технике новые средства, методы, технологии проектирования, новые строительные конструкции, устройства и механизмы, новые строительные и отделочные материалы, новые формы организации строительно-монтажных работ (обеспечивающие ускорение сроков, повышение точности сборки, уменьшение коллизий). Осуществляется поиск новых решений с точки зрения планировки и архитектурного облика объекта, с позиций экологического подхода, энерго- и ресурсосбережения, безопасности. Открывающиеся возможности в архитектурном формообразовании могут быть реализованы при осмысленном подходе архитектора, его понимании этих возможностей.

Хотя изначально концепция (идея, замысел) исходит от архитектора проекта (его видение объекта, общее представление), но при этом на творческий процесс поиска решения влияет ряд факторов, в том числе планировочного, конструктивного, инженерного, экономического характера. И здесь существенным является выбор информационной модели объекта с точки зрения организации процесса проектно-строительных работ, поскольку это затрагивает (и определяет при реализации проекта) эффективность всей цепочки процесса. Необходимо сразу решить вопрос об информационной полноте модели объекта, т. е. насколько полно представлены в модели архитектурно-конструкторские, технологические, экономические и другие данные об объекте со всеми взаимосвязями и зависимостями. При этом требуется определить, в какой программной среде будет создаваться модель объекта (с возможностью разным специалистам, участвующим в проекте, работать в одном информационном пространстве).

Архитектурная деятельность в процессе проектирования объекта включает поиск архитектурных решений, выражающих оригинальность творческого замысла, оптимальность (рациональность) характеристик проектируемого объекта в конкретных условиях и при заданных требованиях; разработку материалов, определяющих архитектурный раздел проектной документации, в том числе визуальное представление (внешний и внутренний вид), пространственную организацию и функциональные характеристики проектируемого объекта, планировочную схему и эргономическую составляющую.

Проектирование объекта – многоэтапный процесс, включающий в себя этапы аналитического исследования, геометрического моделирования (с вариантами компоновки, структурной организации), расчетного (по критериям прочности, устойчивости, баллистики, гидро- и аэро- характеристикам, экономичности и др.), оптимизации характеристик объекта (физических, геометрических, функциональных, стоимостных и т. д.), визуализации, принятия решения при выборе вариантов (включая учет условий реализации проекта). В процессе проектирования необходимо решить проблемы, связанные с корректностью описания итогового результата, представляющего последовательное представление описаний детализируемого объекта. Проект, подготовленный для последующего прототипирования (реального воспроизведения), должен допускать однозначное понимание конструирования объекта и обеспечивать его технологическое воплощение (производство) [1, 2].

В процессе проектирования целевая проблема сводится к совокупной системе задач оптимизации (оптимизации многокритериальной): необходимо выбрать такое решение (причем в соответствии с архитектурным замыслом), которое обеспечивает комплексное решение функциональных, конструктивных и эстетических требований, а также социальных, экономических, санитарно-гигиенических, экологических, инженерно-технических аспектов. Результат проектирования представляется в виде технического описания, содержащего геометро-графические материалы и сформированную документацию (техническую, строительную и др.). Обеспечением такого описания является формирование скоординированной, внутренне согласованной, системно-рассчитываемой информации о проектируемом объекте, а также визуализированная модель как цифровой прототип проектируемого объекта. Причем необходимо полное соответствие модели и представленной документации. Такой цифровой прототип как единый информационный объект определяется на основе технологии информационного моделирования зданий (BIM) [3]. В плане творчества BIM-технология способствует интеграции усилий участвующих в проекте специалистов разных направлений в создании новой архитектуры.

## Литература

1. Бабич В. Н., Кремлев А. Г. Геометрическое моделирование архитектурных форм и градостроительных структур // Архитектон: Известия вузов. – 2015. – № 2(50).
2. Бабич В. Н., Кремлёв А. Г. Информационно-математическое моделирование в задачах архитектуры и градостроительства // Архитектон: Известия вузов. – 2012. – № 1(37).
3. Астафьева Н.С., Кибирева Ю.А., Васильева И.Л. Преимущества использования и трудности внедрения информационного моделирования зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. №8 (59). С. 41–62.  
doi: 10.18720/CUBS.59.3

# GREEN BIM-МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ АРХИТЕКТОРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОЕКТА

*Е.Д. Базаева*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
bazalen@mail.ru

Инструментом архитектора для проектирования может быть все что угодно: от кульмана и карандаша до современных программных продуктов, с помощью которых специалист может решать поставленные перед ним задачи. Если же перед ним стоит задача проектирования экологичного здания, то в этом случае в концепцию проекта должны быть заложены принципы экологического рационального проектирования (Sustainable Design). Эти принципы предполагают концептуальный подход к созданию новых объектов, причем на каждом этапе процесса проектирования должна осуществляться интеграция и оптимизация экологических, технологических, социальных и экономических факторов, использоваться энергосберегающие технологии, замкнутый цикл ресурсопотребления, минимизация вредного воздействия человеческой деятельности на окружающую среду. Это не только позволяет сохранять природу, но и будет экономически выгодным, поскольку расходы на содержание и эксплуатацию здания существенно сокращаются [3].

Последние два десятилетия экологическое рациональное проектирование развивается почти одновременно (практически «параллельно») с информационным моделированием зданий (BIM) и имеет общую основу с концепцией устойчивого развития (Sustainable Development), причем последнее тесно взаимодействует с технологией BIM. Проектирование зданий посредством BIM предполагает первоначальный сбор и в дальнейшем комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и прочей информации о здании, со всеми взаимосвязями, внешними факторами, для того, чтобы рассматривать здание как единый объект [3]. Причем правильное определение взаимосвязей, классификация всех составляющих проекта, структурирование используемых данных на начальном этапе проектирования, определяет залог успешного BIM-моделирования. Кроме того, технологии BIM позволяют в виртуальном режиме собрать воедино все созданные разными специалистами компоненты будущего здания, проверить их функциональные и эксплуатационные качества, позволяя избежать ошибок на всем протяжении жизненного цикла здания, а также сократить сроки выполнения проекта, повысить качество строительства и сэкономить бюджетные средства [2].

Направление GREEN BIM – это слияние двух стратегий экологического рационального проектирования и технологий BIM [1]. Поскольку в основе технологии GREEN BIM заложена экологическая составляющая, дальнейшая перспектива GREEN BIM в сопряжении с задачами BIM – продолжать совершенствоваться в «зелёном» направлении, способствовать повышению экологичности проектов. Для эффективного осуществления такой технологии вопросы по экологии должны быть обозначены архитектором и инженером на начальном этапе работы над проектом. Дальнейшая работа в этом направлении разбивается на несколько этапов, как то: комплексная оценка условий размещения возводимого здания (проводятся геодезические изыскания, осуществляется ориентация по сторонам света, оценивается степень солнечного затенения, определяются возможности применения энергии ветра); разработка концепции здания (оценивается количество людей, объём водопотребления, качество и количество материалов); моделирование инженерных конструкций с учётом теплового комфорта для каждого конкретного помещения. Поскольку экологичные здания не являются типовыми проектами, и все принимаемые решения индивидуальны в каждом конкретном случае, то должны быть учтены факторы, указывающие на экологичность проекта, а именно: сохранение температурного режима помещений, использование экологических материалов и возобновляемых природных источников энергии, природно-климатические условия, форма здания (компактность), зонирование помещений, применение энергосберегающих инженерных коммуникаций и т.д. [1]. Это позволяет объединить деятельность множества специалистов, в числе которых архитекторы, инженеры, специалисты смежных профессий, работающие с применением различных программных продуктов, с использованием разных инструментов.

При грамотном и чётком применении GREEN BIM появляется возможность получить ряд вариантов решений и выбрать из них наиболее оптимальный и экологичный. Особо хочется отметить, что актуальность овладения инструментарием GREEN BIM для архитектора заключается не только в возможности спроектировать уникальное экологичное здание, но и даёт преимущества перед конкурентами - сторонниками традиционного подхода строительства, поскольку GREEN BIM-технологии являются и эффективным маркетинговым инструментом для получения престижных сертификатов зелёного строительства.

## Литература

1. Петрова Е. GREEN BIM в России. Что это? // Записки проектировщика. GREEN BIM, CFD. Современные технологии проектирования и строительства зданий. URL: <http://bim-proektstroy.ru/?p=108> (дата обращения: 26.09.2019).
2. Талапов В. В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. – 410 с.
3. Талапов В.В. Зелёный BIM входит в нашу жизнь // Isicad: Ваше окно в мир САПР. URL: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=14095](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14095) (дата обращения: 26.09.2019).

# КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ КАК КРИТЕРИЙ РАЗВИТИЯ

В.Ю. Балдин, Я.М. Щелоков

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
СРО «Союз «Энергоэффективность», Екатеринбург, Россия

v.u.baldin@urfu.ru, energo-ugtu@bk.ru

Правительство РФ приняло решение передать регулирование сферы энергоэффективности из Минэнерго в Минэкономразвития и распоряжением от 19.04.2018 г. № 703-р утвердило комплексный план мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики РФ, в том числе – предприятий промышленности, регулируемых организаций, организаций с государственным участием, организаций бюджетной сферы, многоквартирных домов. Мероприятия комплексного плана направлены на обеспечение модернизации основных фондов, на увеличение вклада технологического фактора в снижение энергоёмкости ВВП не менее чем до 1,5 % в год, а также на обеспечение сокращения технологического отставания РФ от ведущих стран. При этом, если в странах ЕС и, в частности – в Германии, согласно Директиве 2006/32/ЕС Европейского парламента и Совета от 05.04.2006 г. «Об эффективности конечного использования энергии и энергетических услугах» [1], действует правило: повышение энергетической эффективности – это повышение эффективности конечного использования энергии в результате технологических, поведенческих и/или экономических изменений, то в России это – строительство новых мощностей, оптимизация систем передачи и распределения энергии.

В материалах ООН представлена зависимость (рис. 1) [2], демонстрирующая, что именно конечное потребление энергии, являясь энергетической мерой цивилизации, имеет важное значение для социально-экономической и политической сфер человеческой цивилизации в различных странах мира.

Уровень энергоэффективности экономики России, характеризующейся энергоёмкостью ВВП, в 1,5–2 раза ниже этого показателя у ведущих стран. Российская Федерация занимала в 2017 г. 27 место из 111 в рейтинге стран по реализации мер государственного управления в области устойчивой энергетики (Regulatory Indicators for Sustainable Energy) [3, с. 13]. В 2018–2019 гг. этот показатель в России не улучшился.

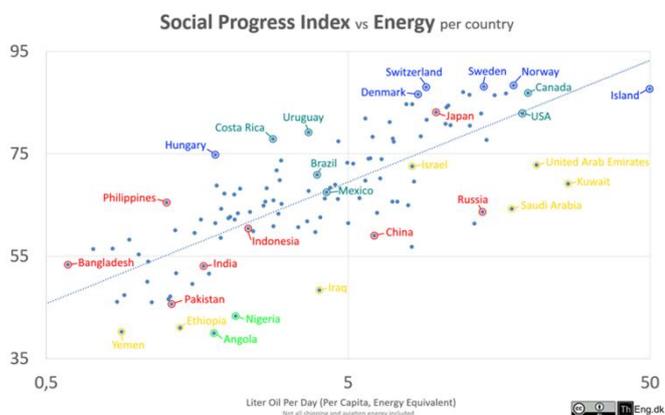


Рис. 1. Индекс социального прогресса (в %) в зависимости от потребления энергии на душу населения в странах мира (ООН, 2015–2018)

Принимая во внимание следующие ключевые положения: 1) Конечный потребитель энергии – это юридическое или физическое лицо, которое покупает энергию для конечного использования в своих целях; 2) Повышение энергетической эффективности – это повышение эффективности конечного использования энергии в результате технологических, поведенческих и/или экономических изменений, можно сформулировать следующие энергетические правила: всё должно быть направлено на повышение энергоэффективности у конечного потребителя, улучшение конечного использования энергии, управление спросом на энергию, оптимизацию системы передачи и распределения энергии как это принято и работает в передовых странах.

Учитывая, что основу современного германского энергетического права составляют Закон об энергетическом хозяйстве (2005 г.) и Закон об обеспечении энергией, а также нормы «конкурентного, договорного и экологического права в энергетической сфере» [4], в России требуется разработка и принятие подобного Закона об энергетическом хозяйстве страны, который установит четкие энергетические правила в области взаимоотношений между производителями и конечными потребителями топлива и преобразованных видов энергии, что обеспечит достижение целей, указанных в документах правительства России, и экономия энергии будет играть главную роль в снижении затрат производства и улучшении экологической ситуации.

## Литература

1. Директива 2006/32/ЕС Европейского Парламента и Совета от 5 апреля 2006 г. об эффективности конечного использования энергии и энергетических услугах. URL: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=54005](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=54005) (дата обращения: 20.09.2019)
2. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2017 году / Минэкономразвития России, опубл. 12.10.2018. URL: <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depGostarif/201812103> (дата обращения: 20.09.2019)
3. List of countries by energy consumption per capita. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_energy\\_consumption\\_per\\_capita](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_energy_consumption_per_capita) (дата обращения: 20.09.2019)
4. Энергетическое право России и Германии: сравнительно-правовое исследование / под ред. Ф.Ю. Зеккер, П.Г. Лахно. М.: Юрист, 2011. С. 1067.

# GREEN BIM – ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ

*А.О. Булавина, А.А. Дубова*

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», Москва, Россия  
annageller19991410@mail.ru, dubajo@mail.ru

На сегодняшний день одной из наиболее актуальных BIM-стратегий является так называемая стратегия «Green BIM». Русскоязычное наименование данной стратегии – «Зеленое строительство» – сразу раскрывает нам смысловую суть. Данная проектная стратегия в обязательном порядке учитывает следующие факторы: экономический и экологический, особенности конкретной геолокации при проектировании и застройке городов, а также такие новейшие ресурсо- и энергосберегающие технологии, как наноантенны в солнечных стёклах, термогенераторы вихревого типа, теплообменники в системе вентиляции, гелиоактивные здания, солнечные коллекторы, роторные ветрогенераторы, подводные электростанции, оборотное водоснабжение и т.д. Понятно, что все вышеперечисленные факторы и ранее являлись компонентами сценарной предустановки проектировщика. Например, Н.П. Травин спроектировал жилые корпуса, детский сад и котельную, где руководящей идеей решения фасадов являлся принцип максимально возможного использования солнечного света.

Впервые термин «зеленое строительство» упоминается в 1970-х [1]. В этот период идея движения за здоровый образ жизни и чистоту окружающей среды обрела невероятную популярность. Появились первые частные дома, при проектировании которых были реализован экологический подход и использованы источники альтернативной энергии. С 1973 г. направление «зеленого строительства» становилось все актуальнее [2]. Более того, данное направление стало распространяться по всему миру, ведь благодаря ему, можно уменьшить негативное воздействие на природу, и одновременно сократить бюджет эксплуатационных расходов. В связи с этим, актуальность и обоснованность разработок Building Information Modeling-а в России – предмет бурного обсуждения [3], а применение экологичного подхода ко всем сферам жизни, в том числе и к строительству, является одной из наиболее важных проблем всего человечества.

В сложившейся ситуации более выигрышно смотрятся компании, которые давно используют технику Green BIM для проектирования, среди них такие, как «Генпроект», «Горпроект», «Архиплюс», «Девелоперская Группа Три С», «Мега-Строй» и др. Результат разработок вышеперечисленных компаний – большое количество продуктивно действующих зданий и сооружений. Так, ярким примером сооружения, спроектированного по принципу «зеленого строительства», является реализованный проект «Активный дом».

Более того, на фоне того, что с 2014 г. госорганами принято решение продвигать новые BIM-технологии, большинство компаний стали переучивать своих сотрудников. Знание определенного программного обеспечения выдвигается как одно из ключевых требований к сотруднику. Характерно, что работа в сфере «зеленого строительства» никогда не будет признана консервативной, так как людям, работающим в данной сфере, постоянно приходится переучиваться: новому программному обеспечению, языку программирования, технологиям коммуникации, и даже работе с новым нейроинтерфейсом.

В связи с высокой востребованностью профессий, связанных с Green BIM, возникает необходимость введения в учебные планы ССУЗов, техникумов, колледжей, ВУЗов изучение специализированного ПО, к примеру, Revit, ArchiCAD, Renga, Allplan. Действительно, при проектировании затрагивается лишь 5% от бюджета общего проекта, однако допущенные ошибки могут привести к незапланированным крупным затратам на более поздних этапах работы над возведением здания.

На данном этапе развития технологии проектирования Green BIM работа проектировщика включает в себе знания дизайнера, архитектора и инженера, и умение их применить, а человек, освоивший все вышеназванные компетенции, может называться Green BIM проектировщиком. Манифестируя синергию дизайна, экономики и экологии среды и человека, стратегия Green BIM позволяет разрешить многие современные проблемы с экологией – например, посредством строительства зданий с помощью энергоэффективных конструкций, материалов и технологий.

## Литература

1. Зеленое строительство – практическое воплощение принципов устойчивого развития. URL: <http://news.ifmo.ru/ru/news/8244/> (дата обращения: 01.09.2019)
2. Киянец А.В. Зеленое строительство // Наука ЮУрГУ: материалы 66-й научной конференции. URL: <https://dspace.susu.ru/xmlui/bitstream/handle/0001.74/4385/18.pdf?sequence=1?sequence=1> (дата обращения: 01.09.2019)
3. Утвержден план внедрения BIM-технологии в работу Стройкомплекса. URL: <https://stroj.mos.ru/news/utvierzhdien-plan-vniedreniia-bim-tiekhnologhii-v-rabotu-stroikompleksa-moskvy> (дата обращения: 03.09.2019)
4. Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая оценка среды обитания. Стандарт организации СТО НОСТРОЙ 2.35.4- 2011. М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 58 с.
5. Табунщиков Ю.А. «Зеленые здания» – новые знания для архитекторов и инженеров // Устойчивая архитектура: настоящее и будущее. Труды международного симпозиума, 17–18 ноября 2011 г. Научные труды Московского архитектурного института (государственной академии) и группы КНАУФ СНГ. М.:ООО «Аделант», 2012. С.520–526.

# ВМ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РЕСТАВРАЦИИ ПАМЯТНИКОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

*А.О. Вительская*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
anastasia.wite@yandex.ru

Развитие и совершенствование информационных технологий приводит к изменению городов нашей страны и, в частности – к трансформации существующей застройки. Наиболее уязвимыми в данной ситуации, становятся исторические центры, в связи с выгодным расположением и, как следствие – высокой стоимостью земельных участков. Вместе с тем, именно в историческом центре города располагаются объекты культурного наследия, поэтому важно не только сохранить, но и вернуть первоначальный вид таких объектов. Работа с объектами культурного наследия регулируется Федеральным законом Российской Федерации «Об объектах культурного наследия народов Российской Федерации» [1]. Однако быстрое развитие и изменение информационных технологий также позволяет нам совершенствовать технику работы с объектами культурного наследия. В частности, применение ВМ технологий для нового строительства является неотъемлемой частью проведения подобных работ.

Следует отметить, что при проведении реставрационных изысканий составление достоверной информационной модели не всегда возможно, что связано с неполными архивными данными или частичным разрушением самого объекта. При недостаточности исходных данных компьютерные модели представляют собой только геометрическую форму объекта. Для того чтобы создать наиболее точную информационную модель объекта культурного наследия, следует обратиться к технологии обмерных работ, осуществляемой с применением наземного лазерного сканирования. Наземное лазерное сканирование представляет собой систему, измеряющую с высокой скоростью расстояния от сканера до поверхности объекта и регистрирующую соответствующие направления по осям [2]. Данная технология позволяет сократить сроки проведения обмерных работ и, как следствие, и стоимость.

В качестве наиболее ярких примеров данного вида работ следует привести сканирование Шуховской башни (ИИЕТ РАН им. Вавилова) [3], а также обмеры Константиновской батареи в Севастополе (Крым) проведенные специалистами компании «НГКИ» [4]. После проведения обмерных работ с применением 3D-лазерного сканирования проводится камеральная обработка полученных результатов. При помощи современных средств программного обеспечения создаётся информационная модель здания, которую можно в дальнейшем редактировать, изменять, существует возможность создать 2d-чертежи. Одним из основных плюсов построения подобной модели является возможность отслеживать все этапы жизненного цикла здания и составлять прогнозы по его эксплуатации. Примерами применения ВМ технологий для реставрации объектов культурного наследия, могут послужить работы новосибирских специалистов из НГАСУ, выполненные в ВМ-программе Autodesk Revit. Это работы по воссозданию памятника древнерусского зодчества Спасской церкви Нерукотворного образа из Зашиверского острога [5]. Также заслуживает внимания моделирование новосибирского Дома композиторов, проведенное совместно с ТГАСУ [6]. Стоит также отметить, что на базе УрГАХУ выполнялись работы в отечественной ВМ-программе Renga Software, данные работы посвящены моделированию объектов культурного наследия [7]. Итак, применение указанных технологий в совокупности при проведении реставрации позволяет повысить качество и сократить сроки проведения работ, а также появляется возможность проверить эксплуатационные характеристики здания и подобрать наиболее эффективные технологии дальнейшей реставрации объекта. Таким образом, актуальность применения современных информационных технологий для реставрационного проектирования объекта несомненна: это помогает создать базу для дальнейшей работы с объектом.

## Литература

1. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации // Федеральный закон от 25.06.2002 N 73-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_37318/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/). (дата обращения 06.10.2019).
2. Середович В.А. Наземное лазерное сканирование. Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с
3. Архитектурные обмеры методом 3D сканирования фасадов. Константиновского рavelина в Севастополе для целей реставрации. URL: [http://www.ngce.ru/pg\\_projects180.html](http://www.ngce.ru/pg_projects180.html). (дата обращения 06.10.2019).
4. Виртуальная Шуховская башня. URL: <http://www.andreyleonov.ru/projects/shukhov-tower.html>. (дата обращения 06.10.2019).
5. Козлова Т. И., Куликова С. О., Талапов В. В., Чжан Гуаньин. Технология ВМ: уникальная возможность работы с памятниками деревянной архитектуры // Строительный Эксперт. URL: <https://ardexpert.ru/article/6134>. (дата обращения 06.10.2019).
6. Козлова Т.И., Романова Л.С., Талапов В.В. Информационное моделирование зданий – опыт применения в реконструкции и реставрации // САПР и графика. 2009. №8. С. 4-7.
7. Захарова Г.Б. Информационное моделирование исторических зданий // ВМ-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции. СПб.: СПбГАСУ, 2018. С. 83-88.

# ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРАКТИВНОГО ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА УМНОГО ГОРОДА

*Н.Х. Гварлиани, И.П. Кириенко*

Сочинский государственный университет, Сочи, Россия  
svanka@yandex.ru, mikirienko@mail.ru

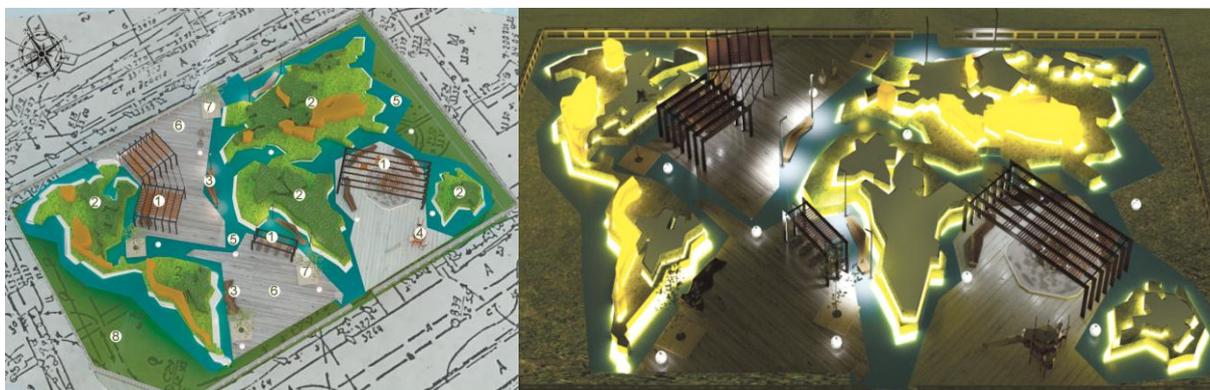
Архитектурно-градостроительная среда все более перестает быть статичной, а это, в свою очередь, означает, что ее элементы все чаще приходят в физическое и смысловое соприкосновение. В этом ей «помогают» рекламные и художественные объекты, освещение, инсталляции и т. п. [3] Рассмотрение существующих сегодня примеров проявления интерактивных объектов городской среды приводит нас к изучению принципов их формирования и к определению типологии интерактивных объектов в городской среде.

Город будущего – это, прежде всего, его неограниченные возможности. Интерактивность делает их поистине бесконечными: городская среда превращается в некую сеть специальных объектов, пользователи которой удовлетворяют целый спектр своих потребностей. Так или иначе, современная постиндустриальная цивилизация ставит во главу угла «человеческий фактор»: повышение качества жизни человека, рост производства нематериальных форм богатства и услуг, экологизацию социально-экономического развития и новый тип взаимоотношения человека с природой как органической части общей системы «человек-общество-природа» [1].

Фундамент постиндустриального общества составляют наукоемкие и ресурсосберегающие, так называемые «высокие технологии». К этой сфере относятся микроэлектроника, телекоммуникации, робототехника, производство материалов с заранее заданными свойствами, биоинженерия, нанотехнологии. При этом ориентация ведется на мелкосерийное производство с увеличением количества модификаций одного и того же товара, и сопутствующих услуг. Происходящая смена ценностных ориентиров в постиндустриальном обществе на фоне развития «умных объектов» в значительной степени меняет сами представления о комфортности среды обитания человека. А это, в свою очередь, выдвигает перед дизайнером качественно новые задачи в организации предметно-пространственной среды «ансамблевого типа — новой волны синкретизма» [2].

Основные проблемы российских городов, которые необходимо учитывать в рамках рассматриваемой темы – это низкий уровень возможностей при переформатировании пространства для новых функций: социальных, образовательных, коммуникативных, имиджевых; актуальность эстетического, культурного воспитания жителей города в контексте конкретного жизненного пространства; отсутствие социально-адаптационных мест и зон для релаксации горожан.

Для решения вышеизложенных проблем в городе-курорте Сочи осуществляется разработка проектов, соответствующих требованиям и потребностям современного «умного» города (рис. 1).



*Рис. 1. Визуализации сквера «Атлас». Разработка Н.Х. Гварлиани, руководитель И.П. Кириенко*

В условиях прогрессирующей урбанизации инновационные ландшафтные технологии и приёмы ландшафтного проектирования и строительства позволяют преобразовывать деградирующие городские территории или формировать современные ландшафтно-градостроительные объекты и комплексы, обеспечивающие экоустойчивость и улучшающие окружающую среду.

## Литература

1. Грашин А.А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды. Дизайн унифицированных объектов: учеб. пособие. М.: Архитектура-С, 2004. – 232 с.
2. Калиничева М.М. Научная школа эргодизайна ВНИИТЭ: предпосылки, истоки, тенденции становления. М.: ВНИИТЭ; Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. – 368 с.
3. Михайлова А. С., Валиуллина А. Р. Интерактивные объекты дизайна в пространственной среде города // Дизайн-ревью. 2011. № 1–2. С. 94-99.

# ИЕРАРХИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-ИСКУССТВЕННОЙ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННОЙ СРЕДЫ УМНОГО ГОРОДА

С.А. Григорян, И.П. Кириенко

Сочинский государственный университет, Сочи, Россия  
sili\_24@mail.ru, mikirienko@mail.ru

Многовариантное свободное толкование значений и смыслов современного явления «умный город» подводит к новому принципу создания искусственной среды обитания – того, что К. Маркс называл «второй природой». Таким образом, проектная интерпретация предоставляет возможность опираться в поиске образно-проектных идей на существующую практику формирования умного города с позиций анализа, чтобы понять сами принципы и закономерности построения образцов «второй природы». По аналогии с попытками осмысления закономерностей развития естественно-природной колыбели человечества, поставлена задача поиска истоков рождения первоисточника как подсказки, на которую можно опереться, создать благоприятные предпосылки для формирования собственного взгляда на проблему иерархии формирования естественно-искусственной ландшафтно-рекреационной среды умного города.

Интертекстуальность позволяет определить специфику мироощущения современного студента с позиции, так называемой, постмодернистской «чувствительности». Постоянный диалог «первичного» и «вторичного» понимается как борьба тенденций, за счет которых осуществляется выживание человека с позицией эгоцентризма. Эргатическая целеустремленная система включает человека, средства его деятельности (технические и информационные устройства), объект деятельности (городскую среду умного города), в которой человеку предстоит комфортно проживать и выживать в условиях постоянно изменяющейся среды обитания [1]. Широкое толкование эргатической системы предполагает толкование деятельности человека как производящей с применением технических и информационных средств. Г.М. Зараковский и В.В. Павлов расширили это понятие до введения в обиход главного компонента – системы деятельности человека, которая включает несколько подсистем. Операционная подсистема устанавливает доминирующий мотив, т.е. формируется цель [2]. Анализ условий, в которых реализуется цель, способствует выбору программы действий как алгоритма достижения цели. Формирования программы конкретной проектной деятельности включает осознанное внутреннее санкционирование, своеобразный «запуск» этого процесса. Таким образом, осуществляется сознательное целеполагание, обеспечивается согласованная работа всех подсистем на уровнях неосознаваемого (нейрогуморальная регуляция физиологических и психологических функций) и осознаваемого (мотивационно-целевая и волевая регуляция деятельности).

С учетом этих позиций работа по совершенствованию сложившейся экологической ситуации в городе-курорте Сочи осуществляется в учебном проектировании СГУ путём создания продуктов, соответствующих требованиям природы, человека и культуры (рис. 1). Поиск баланса между совершенствованием формы и функции объектов дизайна и соблюдением принципов экологического подхода осуществляется посредством пересмотра материалов и технологий с точки зрения экологических норм, формирования новой культуры потребления, целенаправленного изменения ценностных установок общества посредством художественных образов и объектов дизайна.



Рис. 1. Визуализации ротонды «Астрофитум». Разработка С.А. Григорян, руководитель И.П. Кириенко.

Итак, «технократическое мышление начинает утрачивать гуманистическую ориентацию» [3]. Иерархический подход к проектированию «умного города» учитывает то, что мы видим в естественной природе: природные материалы, фактуры и текстуры, формы, вдохновлённые природой.

## Литература

1. Градостроительство России XXI века: сб. науч. статей РААСН. М.: РААСН, 2001. – 268 с.
2. Жердев Е.В. Метафорическая образность в дизайне. М.: МСХА, 2004. – 224 с.
3. Калининичева М.М. Научная школа эргодизайна ВНИИТЭ: предпосылки, истоки, тенденции становления. М.: ВНИИТЭ, Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. – 368 с.

# ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ КАК СВЯЗЬ ПРОЕКТИРОВЩИКА И ЗАКАЗЧИКА

*А.Г. Эльфимова*

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Россия  
elfimova.anastasia@mail.ru

Сегодня большинство участников строительных проектов, так или иначе, слышали про технологию информационного моделирования – ТИМ или, согласно международному наименованию, BIM (Building Information Modelling). ТИМ приобретает все большую популярность в Российской Федерации, причем не только среди проектных организаций, но и среди остальных участников строительства, таких как технические заказчики, инвесторы, генподрядчики. Это неудивительно, так как информационная модель может использоваться для различных целей на всех уровнях организации строительного процесса.

Следует отметить, что заказчик является ключевой фигурой при реализации проекта. Применение ТИМ предоставляет ему множество преимуществ, но при этом требует большего вовлечения в процессы разработки информационной модели [1]. Для того чтобы информация из модели могла быть использована заказчиком в дальнейшем, проектировщику необходимо получить определенные требования к ней. Данные требования должны быть формализованы в некий набор правил, которые проектировщик должен соблюдать при разработке моделей.

Сложность формирования этих правил состоит в том, что заказчику необходимо понимать, для чего конкретно информационная модель будет использоваться в дальнейшем. Разные цели применения информационной модели, а также различные программные системы для работы с ней формируют ряд правил и ограничений, необходимых к соблюдению при разработке модели. Следовательно, исходя из своих потребностей, заказчику необходимо сформулировать набор требований к информационной модели в формате документа, названного EIR (Employer's Information Requirements) или «Информационные требования заказчика». Данный документ является приложением к техническому заданию на проектирование и диктует проектировщику правила разработки информационной модели, чтобы впоследствии она могла быть использована заказчиком для дальнейшей работы.

Наиболее важной составляющей документа EIR являются требования к параметризации модели – наполнению ее элементов информационными атрибутами. Насыщенность атрибутов информацией, их перечень и правила заполнения являются отражением требований заказчика к содержимому модели. Вся информация должна содержаться в параметрах, корректировка которых влечет за собой автоматическое изменение модели и связанных листов документации [2]. Именно на основе параметров и информации, содержащейся в них, заказчик в дальнейшем применяет информационную модель для достижения своих целей.

В докладе сформулированы основные сценарии использования информационной модели и их влияние на требования к ее разработке и атрибутивному (информационному) наполнению.

Таким образом, корректная формализация требований заказчика, учитывающих все аспекты дальнейшего применения технологии информационного моделирования, является залогом эффективного планирования и реализации строительного проекта [1].

## Литература

1. Бенклян С., Кисель Т., Король М., Новкович Н. ООО «КОНКУРАТОР». Руководство по информационному моделированию (BIM) для заказчиков / Autodesk, Inc., 2019. – 6 с.
2. ГОСТ Р 10.0.00-2018. Основные положения. Общие требования к технологии информационного моделирования / Стандартиформ, 2018. – 12 с.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНОЙ КОМПОЗИЦИИ МЕТОДАМИ ТЕОРИИ ГРАФОВ

*Н.М. Зубов, Р.Я. Оржиховская*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
regina@usaaa.ru

Данная работа посвящена памяти Н.М. Зубова.

Проект предполагает разработку абстрактной модели, которая дает возможность получить правильные решения композиционных задач и оптимизировать имеющиеся решения на основе структурирования составляющих композиции [1]. Следует отметить, что для структурного моделирования использован аппарат теории графов [2], поскольку архитектурная композиция представляет собой совокупность ее подсистем, между которыми существуют определенные отношения [3,5]. При этом построение графа зависит от исследуемых соотношений и признака, который берётся как основной, что даёт возможность вложить планировочную структуру в структуру графа и, таким образом, провести моделирование объемно-пространственной структуры с помощью графа [4,5]. Так, допустимо рассматривать отдельно объемные и пространственные элементы композиции, создавая для элементов каждого типа отдельный граф [6,7]. Характерно, что эти графы будут двойственными по отношению друг к другу. Другой способ построения модели плоскостной композиции через граф отталкивается от чертежей и представления композиции в виде карты, т.е. в виде замкнутых областей плоскости.

Соответствующие математические задачи (в том числе классические задачи комбинаторики) естественным образом возникают из анализа композиции: задачи раскраски графов, в том числе автоморфной раскраски, понятия гомоморфизма и ядра графа, двудольных графов, паросочетаний, вершинного и реберного покрытия графа. В самом деле, попытки «вложить» композицию в схему графа приводят к продуктивному анализу элементов композиции, ее членения на фрагменты разного типа, к возможности автоматизированной и численной её оценки [8]. Неформально – граф-ядро – это граф, в котором чередуются два вида вершин: один вид (покрывающие вершины) представляет собой своего рода структурные связи, а второй (независимые вершины) – связуемые элементы. Такое использование элементов теории информации применимо к оценке архитектурного объекта, так как при классификации структуры можно выдвигать много различных признаков, и чем богаче структура, тем этих признаков больше. Это возможно в силу того, что изучение особенностей восприятия приводят к выводу, что в основе восприятия лежит не всякая классификация, а так называемая дихотомическая классификация [9]. Дано формальное описание модели и последовательность действий по анализу композиционной структуры. Итак, предложенная модель апробирована на множестве архитектурно значимых примеров и показала высокую адекватность, что даёт возможность вносить формализованные оценки композиционных и управленческих решений [10-12] в рамках парадигмы «умных вещей» и BIM-технологий [13,14].

## Литература

1. Рочегова Н.А. Основы архитектурной композиции: курс виртуального моделирования: М.: Академия, 2010. – 320 с.
2. Харари Ф. Теория графов. М.: Мир, 1973. – 300 с.
3. Авдоткин Л.Н. Применение вычислительной техники и моделирования в архитектурном проектировании. М.: Стройиздат, 1978. – 255 с.
4. В.Степанов, А.И. Фирсов. Пространство в математике и архитектуре. М.: МАРХИ, 2009. – 144 с.
5. Горнева О.С. Математические аналогии в учебном архитектурном проектировании // Вестник Томского гос. архитектур.-строит. ун-та. 2009. №1. С. 17-24.
6. Титов С.С., Оржиховская Р.Я. Студия математического творчества (кибернетический и синергетический аспект) // Архитектон. 2007. № 2 (18). URL: [http://archvuz.ru/numbers/2007\\_2/nt7](http://archvuz.ru/numbers/2007_2/nt7) (дата обращения: 10.07.2019).
7. Холодова Л.П., Титов С.С., Янкова Я.К. Глобальная креативность: синтез архитектуры с другими научными дисциплинами. Известия ВУЗов. Архитектон. 2004. №1. URL: [http://archvuz.ru/numbers/2004\\_1/ta01](http://archvuz.ru/numbers/2004_1/ta01) (дата обращения: 11.07.2019).
8. Зубов Н.М., Оржиховская Р.Я. Расчёт уровня функциональной гибкости для универсальной планировочной структуры. Свердловск: СвердАРХИ, 1980.
9. Дихотомия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 9.07.2019).
10. Зигель К. Структура и форма в современной архитектуре. М.: Стройиздат, 1963. – 267 с.
11. Фридман И. Научные методы в архитектуре. М.: Стройиздат, 1983. – с. 161.
12. Бояркина М.Г., Титов С.С. Количественный анализ промышленной территории как метрического пространства. Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. 1987. № 10. С. 48-52.
13. Что такое BIM // BIM Технология и будущее AEC URL: <https://www.autodesk.ru/solutions/bim> (дата обращения: 8.07.2019).
14. Андреев И.Ю., Власов И.И. Вопросы измерения параметров Интернета вещей, IoT // URL: <http://internetinside.ru/internet-veshhey-setevaya-arkhitektura-i/> (дата обращения: 6.07.2019).

# ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ В ПЛАНИРОВОЧНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Н.М. Зубов, Р.Я. Оржиховская, С.С. Титов

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
regina@usaaa.ru, stitov@usaaa.ru

Моделирование эволюции городской инфраструктуры – классическая задача [1,2], актуальность которой всё больше возрастает, особенно в связи с развитием и внедрением BIM-технологий [3,4] в интерпретации «технологии информационного моделирования промышленных и гражданских объектов» [5]. Здесь объектом может быть и так называемая *большая система*, представляющая собой как конкретную промышленную территорию [6], так и насыщенную инфраструктурно нагруженную территорию всего города [7]. Рассмотрение такого класса междисциплинарных задач необходимо проводить на стыке различных наук, с использованием подходов из различных областей знания [3,8].

Задача моделирования основных людских потоков в транспортной сети города рассматривается через их функциональную зависимость от геометрических характеристик планировки (обобщённого расстояния) и потребительской стоимости мест (обобщённого потенциала отдельных локаций) [6,7,8,9]. Изучается социально оправданное распределение потоков между ресурсами и потребителями как цель системы управления и умным домом [10], и умным городом [11], возможные различные пути построения искомой зависимости [1,12,13]. Классический математический аппарат решения таких проблем – решение *транспортной задачи* [14] (задачи Монжа — Канторовича) — математической задачи линейного программирования [15] специального вида, которую можно рассматривать как задачу об оптимальном плане перевозок грузов из пунктов отправления в пункты потребления с минимальными затратами на перевозки.

В общем же случае проблема чрезвычайно усложняется из-за сложных нелинейных взаимозависимостей параметров этой задачи. Выписаны системы уравнений соответствующей неклассической транспортной задачи с использованием вероятностно-статистического подхода, с учётом переменной пропускной способности инфраструктуры в рамках направления создания комфортной среды проживания. Это даёт возможность рассчитать массовые пассажиропотоки в планировочной сети города. Приводятся различные алгоритмы вычислений и расчётные примеры с наглядной подачей результатов, удобной для принятия управленческих решений по управлению городской транспортной сети в применении к определенным архитектурно-проектным ситуациям по конкретным заданиям. Таким образом, решается вопрос свободного распределения потоков людей в условиях синергетически самоорганизующегося развития городской среды, и раскрываются средства мягкого воздействия на её эволюцию. Разработанные методики могут быть внедрены также и в процесс учебного проектирования.

## Литература

1. Дж. Форрестер. Динамика развития города. М.: Прогресс. 1974. - 286 с.
2. Зайцев В.Ф. Математические модели в точных и гуманитарных науках. СПб: Изд-во библиотеки Акад. наук, 2006. – 112 с.
3. Витюк, Е.Ю. Математические методы в архитектурной теории: монография. Екатеринбург: Архитектон, 2012. - 112 с.
4. Авдоткин, Л.Н. Применение вычислительной техники и моделирования в архитектурном проектировании. М.: Стройиздат, 1978. – 255 с.
5. Почему Минстрой предпочел BIM технологии. URL: <https://rmm.ru/tehnika-i-tehnologii/22401-pochemu-minstroy-predpochel-bim-tehnologii.html> (дата обращения: 8.07.2019).
6. Бояркина М.Г., Титов С.С. Количественный анализ промышленной территории как метрического пространства// Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. 1987. № 10. С. 48-52.
7. Зубов Н.М., Оржиховская Р.Я. Расчёт уровня функциональной гибкости для универсальной планировочной структуры. Методические разработки. Свердловск: СвердловАРХИ, 1980.
8. Горнева, О.С. Математические аналогии в учебном архитектурном проектировании // Вестник Томского гос. архитектур.-строит. ун-та. 2009. №1. С. 17-24.
9. Степанов А.В., Фирсов А.И. Пространство в математике и архитектуре. М.: Изд. МАРХИ, 2009. – 144 с.
10. Дубровин Г.И., Овечкин А.В., Титов С.С. Комбинаторная планиметрия в структурном анализе универсальных модульных зданий // Архитектон. 2007. №20.
11. Титов С.С., Оржиховская Р.Я. Студия математического творчества (кибернетический и синергетический аспект) // Архитектон. 2007. №18. С.93-101.
12. Зигель, К. Структура и форма в современной архитектуре. М.: Стройиздат, 1963. – 267 с.
13. Фридман, И. Научные методы в архитектуре. М.: Стройиздат, 1983. – 160с.
14. Транспортная задача. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 17.07.2019).
15. Линейное программирование. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 5.07.2019).

# ЛОКАЛЬНОЕ ВНЕДРЕНИЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ УМНОГО ГОРОДА

*В.И. Иванова*

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
victoria.lpc@mail.ru

Пятый индустриальный технологический уклад опирается на возможности электронной и атомной энергетики, инноваций в области микроэлектроники (информационных технологий, генной инженерии, биотехнологий), приведших к освоению космического пространства, появлению спутниковой связи и других возможностей человека. Электронная сеть на основе Интернета произвела объединение разрозненных фирм к единой сети крупных и мелких компаний, осуществляющих тесное взаимодействие в области технологий, контроля качества продукции, планирования инноваций. Россия же сегодня находится в основном в третьем, четвертом и на первых этапах пятого технологического уклада [1]. Базисные инновации пятого технологического уклада должны стать приоритетными целями развития, разработки и освоения высоких технологий в сфере градостроительства.

В наши дни произошел настоящий скачок в разработке умных технологий для интеллектуальной архитектуры. В итоге искусственный интеллект является частью архитектуры современного дома, управляя гаджетами, отслеживая поведение хозяев и адаптируя внутреннюю инфраструктуру дома под их поведение. Но самым важным является возможность строительства энергоэффективных зданий. Современные дома оснащают датчиками утечки воды или газа, приборы автоматически регулируют отопление и влажность воздуха. Чтобы снизить негативное влияние на окружающую среду, архитекторы разрабатывают проекты, в которых повышается доля экологически чистых материалов. Более того, умное здание должно самостоятельно обеспечивать себя энергоресурсами, приоритетно используя естественные источники энергии [2].

В первую очередь, технологические новшества касаются инженерных систем, таких как вентиляция, отопление, водоснабжение, кондиционирование. Использование солнечных батарей обеспечивает нагревание воды для отопления здания. Проектирование здания с максимальным использованием естественного обогрева солнечным излучением, с большими окнами на южную сторону, экономит энергию на обогрев, а также обеспечивает максимальное использование естественного освещения, которого удалось добиться благодаря датчикам управления, реагирующим на свет и открывающим автоматизированные жалюзи. Для экономии на кондиционировании воздуха предусмотрена система с автоматически открывающимися окнами. Разработана система специального подземного насоса, способного выводить тепло из здания летом, запаса его, и отдавать обратно в холодное время года. В зависимости от географии здания, для получения энергии возможно использование ветра. Существует возможность использования дождевых, ливневых вод благодаря современным очистным сооружениям.

Следует подчеркнуть, что внедрение ИТ-технологий в масштабе одного здания может экономить до 80% потребления энергии [3]. Данные показатели велики и в масштабах одного здания, а если запроектировать целую сеть энергоэффективных зданий в масштабе города, энергосбережение приобретет колоссальные масштабы. Таким образом, помимо энергоэффективности города, согласованное управление инженерными системами значительно экономит его территориальные ресурсы.

## Литература

1. Авербух В.М. Шестой технологический уклад и перспективы России // Наука. Инновации. Технологии. 2010. №71. С. 159–165.
2. Салмина О.С., Быстрова Т.Ю. Генезис устойчивой архитектуры: от пассивного дома к активному дому // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. №3. С. 28–39.
3. Салмина О.С., Быстрова Т.Ю. Принципы создания устойчивой архитектуры // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2015. №4. С. 36–41.

# ИНТЕРАКТИВНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ ГОРОДСКИХ РЕКЛАМНЫХ И ЗРЕЛИЩНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Т.С. Игошина*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия.  
igoshina@list.ru

Сложно представить современную жизнь мегаполисов без наружной городской рекламы, которая, взаимодействуя с устойчивым архитектурным контекстом, «каркасом» и «тканью» города, является пластичной и наиболее мобильной составляющей, то есть «плазмой» городского пространства (по А.Э. Гутнову) [1]. Тотальное влияние цифровых технологий позволяет сравнивать город с цифровой сетью (по Е.В. Устинченко) [2], интерактивность и виртуальные системы взаимодействия изменяют привычное восприятие города, создавая новый культурный, сценарный и визуальный код. Городские рекламные объекты всё чаще отличаются от традиционных форм рекламоносителей – в дизайне рекламы появляются элементы интерактивности. Цифровой рекламный дизайн-объект проектируется с целью вовлечения человека во взаимодействие с ним.

Рекламные носители ретранслируют зрителям «цепляющие» внимание визуально-графические сообщения с цифровыми спецэффектами, воздействуя как на эмоциональную, так и на когнитивную сферу восприятия, обеспечивая запоминаемость рекламируемого продукта, бренда, социальной идеи, повышая туристический потенциал города. Хорошей иллюстрацией может служить динамично развивающаяся сфера видеопроекций на здания (и другие сложные по пластике объекты), или технология 3D-маппинг (от англ. 3D-mapping), которая позволяет создавать видеоэффекты визуально-пластической трансформации фасадов зданий, ландшафта, природных объектов и любых объёмных форм.

Современные видеопроекционные шоу становятся всё более развлекательной и зрелищной формой рекламной коммуникации. Основным средством выразительности этих рекламных шоу является использование анимированных визуальных иллюзий, проектируемых средствами компьютерной графики и анимации. Следует отметить, что это постоянно развивающееся аудиовизуальное искусство. Первое интерактивное видеопроекционное шоу было реализовано в Мадриде (на фасаде Plaza de Espana) в 2010 г. – это совместный проект брендов Vodafone и Samsung. Зрители могли через специальные устройства воздействовать на ретранслируемое на фасад изображение в режиме реального времени. Другой пример использования интерактивности – проекционное шоу на одной из площадей в новозеландском Окленде, реализованное в 2011 г. в рамках продвижения литературной премии BNZ Literary Awards 2011. При помощи видеопроекции на здании появлялись короткие литературные зарисовки в несколько строк о том, что происходило в данный момент на площади. Прохожие читали эти строки на фасаде, узнавая себя в действующих лицах, вовлекались в рекламу, фиксировали происходящее на персональные мобильные устройства. С развитием и внедрением цифровых технологий (видеопроекции, световой дизайн, мобильные приложения) в дизайн рекламы происходит изменение характера взаимодействия человека с городскими рекламными объектами, значимой частью новых рекламных сценариев становится архитектурная среда.

Наиболее часто в дизайне городских интерактивных рекламных объектов используется следующие технологии: решения на основе Кинект (устройство, считывающее движения тела человека); большие поверхности тачскрин (от англ. touch-screen сенсорный экран); генеративная графика (язык программирования Processing для визуализации графики и звука); AR и VR – дополненная и виртуальная реальности; комплексы М2М – сокращение от английского «machine-to-machine», «map-to-machine» и «machine-to-mobile», в переводе на русский – «машина-машина», «человек-машина», «машина-мобильной машине», это технологии через которые взаимодействуют удаленные объекты и системы, обеспечивающие интерактивность и синхронность.

Уникальный по технологиям и творческой идее интерактивный рекламный проект был воплощен в Екатеринбурге для продвижения фестиваля Ural Music Night в 2015 г. Совместно с уральским программистом Александром Золотовым (разработчиком технологии записи звука на бумаге – PhonoPaper), РА «Восход» создало «поющие» рекламные афиши и музыкальный забор. Воспроизвести закодированную в графическом изображении мелодию (возрожденная технология «рисованного звука») любой желающий мог при помощи бесплатного мобильного приложения MusicNight [4]. Следует подчеркнуть, что так называемый «вирусный» информационный эффект и пост-произвольное внимание от интерактивных рекламных объектов обеспечивается не только количеством присутствующих зрителей, но и последующим размещением видеорепортажей о событии на популярных Интернет-ресурсах. Рекламная «отдача» от распространения фото и видео с прошедшего события, выраженная в количестве просмотров, может длиться довольно долго – месяцами и годами, и не требует дополнительных вложений для рекламодателя.

## Литература

1. Гутнов А.Э., Лежава И.Г. Будущее города. М.: Стройиздат, 1977. – 126 с.
2. Устинченко Е.В. Роль дизайна в формировании инновационной среды города. URL: [http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz26\\_pril/48/template\\_article-ar=K21-40-k40.htm](http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz26_pril/48/template_article-ar=K21-40-k40.htm) (дата обращения: 10.07.2019).
3. Инновация дня: Поющие афиши // Sostav.ru. URL: <https://www.sostav.ru/publication/poyushchaya-ajdentika-ot-ra-voskhod-17126.html> (дата обращения: 1.07.2019).

# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*В.Г. Карпунин, Е.А. Голубева*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, г. Екатеринбург, Россия  
sl.karpunin@yandex.ru, golubeva@usaaa.ru

Современная практика проектирования строительных конструкций, в том числе и конструкций для уникальных зданий и сооружений, основывается на создании информационных моделей, позволяющих в высокой степени создать объект, отвечающий требованиям технических регламентов. Одним из элементов единой информационной модели здания является компьютерная модель строительных конструкций, позволяющая интегрироваться в новейшую систему в соответствии с принципами BIM.

Компьютерные модели строительных конструкций являются одними из основных составляющих комплекса информационных моделей зданий и сооружений. Компьютерные модели позволяют обосновать прочность и устойчивость строительных конструкций по предельным состояниям первой и второй групп (согласно своду правил СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия) при статическом и динамическом воздействии различных нагрузок: собственного веса, полезных нормативных и эксплуатационных нагрузок, ветровой, сейсмической и снеговой нагрузки.

Основой для построения компьютерных моделей в настоящее время является метод конечных элементов (МКЭ). Основные положения МКЭ были сформулированы еще в 1970-х гг. МКЭ позволил построить единообразные процедуры расчета различных строительных конструкций: ферм и рам, составленных из одномерных стержней, двумерных конструкций плит и балок-стенок, трехмерных фундаментных конструкций и т.д. МКЭ сводит исходную задачу к построению матрицы жесткости. Матрица жесткости имеет большой порядок и является слабо заполненной. Решение системы линейных алгебраических уравнений МКЭ проводится на компьютере. Результаты расчета представляются в численном и графическом виде.

Характерно, что до появления МКЭ в расчетах строительных конструкций использовались приближенные методы [1]. Как правило, приближенные методы позволяли получить результаты с запасом прочности. Поэтому применение МКЭ обеспечило не только более точные результаты расчета, но и снижение веса стальных конструкций [2].

За последние годы на основе МКЭ в мире разработано большое количество коммерческих программных комплексов различной сложности и ориентированных на различные классы задач. В России для моделирования строительных конструкций получил широкое распространение пакет программ ЛИРА-САПР. Названный пакет программ разрешен к применению при моделировании ответственных строительных конструкций различного назначения, включая сооружения АЭС, и реализует технологию информационного моделирования зданий (BIM). Программный комплекс ЛИРА-САПР двухсторонне связан с прикладными графическими программами Autodesk Revit, AutoCAD, Archicad и др., что позволяет обмениваться построенными конечно-элементными моделями зданий и сооружений. Следует отметить, что ЛИРА-САПР является «легким» пакетом и может эффективно работать на рядовом офисном компьютере.

Учебная версия пакета программ ЛИРА-САПР была установлена в УрГАХУ, и в течение нескольких лет разработана образовательная программа курса «Компьютерное моделирование строительных конструкций» для преподавания студентам пятого курса по направлению подготовки «Архитектура». Опыт использования ЛИРА-САПР в учебном процессе показал, что полученные навыки самостоятельного построения компьютерных моделей строительных конструкций позволяют выбрать наиболее рациональные архитектурно-конструктивные решения объектов в ходе курсового и дипломного проектирования. Так, студенты конструируют различные, как правило, сложные строительные конструкции, например, построение МКЭ компьютерной модели покрытия в виде структурной плиты с размерами 60x60 м. Результаты компьютерного расчета сопоставляются с приближенным расчетом. При этом отмечается существенное снижение массы металлоконструкции, спроектированной МКЭ, по сравнению с приближенным расчетом. В результате расчета принимается рациональное заключение, имеющее влияние на объемное решение объекта проектирования.

## Литература

1. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции: Учебное пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1983. -215 с.
2. Карпунин В.Г. Компьютерное моделирование строительных конструкций в программном комплексе ЛИРА-САПР: учебное пособие. Екатеринбург: Архитектон, 2018. - 323 с.

# ПРОБЛЕМНАЯ ОБЛАСТЬ БИОКЛИМАТИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

*А.В. Киселева*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
kav.7311@mail.ru

Экология с позиции академизма – наука о взаимоотношениях живых организмов, которые создают единство системы с окружающей средой, главная цель данной науки – исследование взаимодействия энергии и материи в экосистеме с применением системного анализа, который включает все элементы системы: биосферу, социосферу, человека, природу и искусственную среду [1]. Специфика современной экологии заключается в том, что с чисто биологической науки она превратилась в систему знаний, которые охватывают прикладные и интегральные дисциплины, между которыми существует тесная взаимосвязь.

Поскольку архитектура вносит значительный вклад в создание искусственной среды, в этом контексте экологические знания используются в качестве одного из ее важных инструментов или элементов при проектировании архитектурных объектов. Действительно, во все времена при возведении зданий в большей или меньшей степени предусматривали влияние на застройку природно-климатических факторов. В современном обществе, которое требует в обязательном порядке учитывать экологическую составляющую, принцип возведения зданий с учетом окружающей среды, климатических, социальных и экологических особенностей нашел отражение в появлении нового архитектурного направления, именуемого «биоклиматическая архитектура».

Биоклиматическая архитектура – направление, чья основная задача заключается в создании такой «оболочки» здания, которая могла бы приспосабливаться к изменениям параметров внешнего климата и внутреннего микроклимата в течение дня (сезона, года) с минимальной затратой энергии, а также в изучении взаимодействия внешнего климата и внутреннего микроклимата, и, как следствие – поиске соответствующих новых конструктивных решений при возведении архитектурных объектов [2].

Технический прогресс кардинально изменил стиль, ритм, приоритеты в жизни современного человека. Большую часть жизни горожане проводят в помещениях (работа, досуг, обучение, проживание и прочее), что существенно повлияло на типологию архитектурных объектов, на их конструктивные, архитектурные, планировочные решения. Увеличились объемы застроек, в ходе эксплуатации которых возникает необходимость тратить большое количество различного вида ресурсов. Соответственно, расширяется проблематика задач биоклиматической архитектуры.

При тенденции к повышению высоты зданий, плотности застройки, необходимости постоянного учета опасного для человека окружения (например, мест техногенного загрязнения), негативного влияния естественно-климатических явлений (сейсмика, температура, ветер, снег и т. д.) при проектировании зданий в приоритете должны быть: уточнение климатических параметров, направление и интенсивность отражения световых, тепловых, ветровых потоков от других сооружений, загрязнение воздуха, повышение шума и прочие эколого-климатические факторы [3].

Основными направлениями развития исследований в области биоклиматической архитектуры являются: поиск путей для параметризации и оптимизации при определении природно-климатических особенностей места застройки, для уменьшения нежелательных воздействий природных явлений; возможность использования альтернативных источников энергии; определение зависимости созданных микроклиматических условий от принятых геометрических параметров архитектурного объекта (изменяя архитектурную форму, меняем силу ветра); анализ опыта природы, которая дает примеры того, как организовать среду для проживания и снизить негативное влияние природных факторов в различных климатических условиях [4].

Таким образом, преобладающей задачей биоклиматической архитектуры в XXI веке, в сравнении с другими направлениями в архитектуре, будет являться разработка большого количества параметров для поиска адекватных и оптимальных проектных решений при возведении зданий с учетом природно-климатических условий, за счет чего будут уменьшаться технократические нагрузки при строительстве и дальнейшей эксплуатации зданий.

## Литература

1. Пистунова Л.Е. Формирование экологической компетентности студентов вуза: дис... канд. пед. наук (13.00.08). Кемерово, 2006. – 233 с.
2. Тетиор А.Н. Городская экология: учеб. пос. для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 338 с.
3. Усов Я.Ю. Факторы, влияющие на формирование архитектурных решений биоклиматических жилых зданий // Устойчивая архитектура: настоящее и будущее. Тезисы докладов международного симпозиума, 17-18 ноября 2011 г. М.: МАРХИ, 2011. С. 65–67.
4. Марков Д.И. История, принципы и перспективы развития биоклиматической энергоэффективной архитектуры // Архитектура и современные информационные технологии. 2012. №1(18). С. 123–135.

# АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН СОВРЕМЕННОСТИ

*А.С. Ключева, Е.А. Голубева*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
klyuewa\_nas@mail.ru, golubeva@usaaa.ru

Архитектурное пространство объектов транспортной инфраструктуры, в частности, аэровокзальных комплексов, разнообразно, и в современной интерпретации многофункционально. Пассажиропоток увеличивается в связи с мобильностью граждан, меняются и требования к комфортности аэровокзальных комплексов. С точки зрения функционального зонирования и организации обслуживания основных пассажиропотоков помещения аэровокзалов делятся на следующие типы: основного функционально-технологического назначения; дополнительного обслуживания пассажиров; служебные; вспомогательные [1]. Помещения основного функционально-технологического значения – это основа аэровокзала. Правильно организованная командой проектировщиков технологическая структура обслуживания пассажиров сокращает время прохождения пассажиром всех зон досмотра и контроля, для персонала аэропорта сокращает время обработки пассажира, а для службы эксплуатации грамотно разработанный проект гарантирует экономическую эффективность. В технологической структуре основных типов помещений остаются неизменными, может измениться лишь их конфигурация в зависимости от пропускной способности, единовременной вместимости, типа аэропорта или его статуса. Относительно группы вспомогательных и служебных так же, как и в группе основных технологически-функциональных помещений, можно утверждать, что их состав и структура остаются неизменными, а их конфигурация также зависит от особенностей аэропорта. Совсем другая ситуация у помещений дополнительного обслуживания пассажиров. В условиях изменяющегося мировоззрения человечества и активного темпа современной жизни именно данная группа помещений прогрессирует активнее всего. К помещениям дополнительного обслуживания пассажиров относят ресторан, кафе, комнату матери и ребенка, медпункт, салон красоты, обменный пункт и другие помещения. То есть это помещения, которые помогают удовлетворить простые потребности пассажиров, а также провести положенное время пребывания в аэропорту.

В связи с современным быстрым темпом жизни [2] у людей изменилось мировосприятие. Современные устройства и технологии позволяют сократить длительность некоторых процессов и освободить время для того, что человеку действительно важно. То, на что люди раньше тратили много времени, сейчас можно «сделать в один клик». Например, рассматривая группу помещений основного функционально-технологического назначения, можно увидеть некоторые изменения в сторону улучшения качества и уменьшения длительности некоторых процессов. Так, длинные очереди на регистрацию сократились благодаря онлайн-регистрации через сайт перевозчика, а также в связи с наличием стоек самостоятельной регистрации в здании аэровокзала. Еще один пример – наличие в аэропорту автоматической системы обработки багажа пассажиров. Благодаря современному технологическому оборудованию процесс обработки багажа происходит непрерывно, вероятность некорректной работы оборудования сведена к минимуму [3]. В плане совершенствования технологических процессов работы аэровокзала наука и технологии постоянно идут вперед.

Наиболее важная для пассажиров группа помещений дополнительного обслуживания тоже шагнула далеко вперед за последнее время. На примере существующих современных аэропортов мы рассмотрим, какие функции предоставлены пассажирам при длительном ожидании рейса. Один из аэропортов, который мы будем анализировать – это международный аэропорт Changi в Сингапуре. Этот аэропорт признан самым лучшим в мире в 2019 году и уверенно лидирует среди аэропортов на протяжении последних 7 лет [4]. Он часто получает различные награды со дня своего основания, при этом постоянно модернизируется и преобразуется, в частности, в этом аэропорту строятся новые терминалы с современными зонами досуга и развлечения. В аэропорту Changi сделано все для того, чтобы пассажирам было удобно; он максимально комфортен для путешественников и транзитных пассажиров, ожидающих свой рейс или находящихся после долгого перелета.

Подводя итог, можно сказать, что здания пассажирских терминалов, как части аэровокзального комплекса, становятся многофункциональными. Время на проведение технологических процессов сокращается, но при этом функциональная наполненность аэровокзала повышается, и пассажирам интересно проводить время в аэропорту, ожидая свой рейс или совершая длительную пересадку.

## Литература

1. Комский М.В., Писков М.Г. Аэровокзалы. М.: Стройиздат, 1987. – 199 с.
2. Тоффлер Э. Шок будущего: Пер. с англ. М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. – 557 с.
3. О системе обработки багажа IS-BRS. URL: [http://initsys.ru/products/baggage\\_handling/brs/](http://initsys.ru/products/baggage_handling/brs/) (дата обращения: 11.06.2019).
4. World's Top 100 Airports 2019. URL: <https://www.worldairportawards.com/worlds-top-100-airports-2019/> (дата обращения: 3.07.2019).

# УНИФИКАЦИЯ ВЫЗОВА БАЗОВЫХ КОМАНД И ИНСТРУМЕНТОВ В ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРАХ

*А.В. Колмаков*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
kolmakov\_av@mail.ru

В процессе своего обучения студенты направления «Архитектура» осваивают навыки черчения, моделирования и визуализации в определенном графическом редакторе. Существующие на сегодняшний день программные продукты, позволяющие заменить «ручной» набор инструментов при проектировании, имеют свои особенности алгоритма работы и обладают определенными преимуществами и недостатками [1, 2]. Ввиду широкого разнообразия используемых в работе программ (3ds Max, SketchUP, Revit, Rhino, Allplan, AutoCAD, ArchiCAD и пр.), для качественного выполнения выданных заданий, студенту приходится погружаться в среду определенного графического редактора и тратить значительное время на его изучение [2, 3]. В итоге молодой человек, досконально изучивший определенный редактор, может стать заложником своего убеждения в том, что изученный им редактор является самый лучшим и универсальным программным продуктом на рынке проектных услуг. В итоге, когда молодой специалист приходит на производство, его специфические знания в области работы определенного программного продукта, могут быть попросту не востребованы ввиду того, что работодатель не способен предоставить соответствующий софт или более мощные компьютеры, изменить сложившуюся культуру проектирования (библиотеки, шаблоны) и пр. В этом случае выпускнику приходится осваивать новый для него программный продукт. Стоит также отметить, что проектные бюро, выпуская свою продукцию, вольны ее выполнять в доступных для них графических редакторах. При совместной работе над большим проектом такая практика, чаще всего, порождает различного рода нестыковки [4].

Если обратить внимание на механику создания и редактирования графических и объемных изображений, можно отметить, что независимо от применяемого программного продукта, используются однотипные действия, которыми пользуется оператор (архитектор, художник, дизайнер и пр.). Зачастую эти действия сводятся к следующим командам: создать/нарисовать (линию, многогранник, круг и пр.), отредактировать (обрезать, сопряжение, перемещение, перемещение с копированием, и пр.), посмотреть (изменить ракурс, приблизить/удалить, показать сечение и пр.) и т.д. Для увеличения производительности многие операторы используют «горячие клавиши», позволяющие работать двумя руками, и тем самым сократить время, затрачиваемое на лишние движения курсора по экрану.

Учитывая вышеописанные обстоятельства, стоит обратить внимание на потенциально назревающую проблему необходимости стандартизации при использовании «горячих клавиш» среди присутствующих на рынке программных продуктов, предназначенных для проектирования и визуализации. Кроме того, стоит рекомендовать разработчикам, чтобы было произведено внедрение дополнительной функции, позволяющей демонстрировать расположение кнопки, соответствующей комбинации «горячих клавиш», в панели инструментов (подобная функция имеется в Grasshopper). В качестве примера полезного действия от внедрения стандартизации, можно привести мировой автопром, где независимо от физики работы двигателя и принципа конструктивных решений автомобиля, основные органы управления решены стандартно; нюансы, отвечающие за комфорт или особенности эксплуатации, имеют интуитивно-понятное расположение, а индивидуальные решения описаны в инструкции по эксплуатации.

Итак, единые для всех программных продуктов комбинации «горячих клавиш» для активации базовых инструментов и команд редактирования, а также ознакомление пользователя с логикой работы редактора, ускорят его освоение и дадут возможность без особой подготовки начать работу в новой программной среде.

## Литература

1. Захарова Г.Б. Виртуальная реконструкция первого городского театра Екатеринбурга и применением BIM-технологий // Материалы всерос. науч. конф.: Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве / под ред. Г.Б. Захаровой. Екатеринбург: УрГАХУ, 2018. С. 27.
2. Мальцева А.А. Проблемы выбора программного обеспечения при проектировании ландшафтных объектов // Материалы всерос. науч. конф.: Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве / под ред. Г.Б. Захаровой. Екатеринбург: УрГАХУ, 2018. С. 33.
3. Титов Л.А. Освоение 3D визуализации в рамках дисциплины основы архитектурного проектирования // Материалы всерос. науч. конф.: Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве / под ред. Г.Б. Захаровой. Екатеринбург: УрГАХУ, 2018. С. 49.
4. Зуева А.А. Перспективы использования технологий информационного моделирования при управлении градостроительным развитием жилых образований на южном берегу Крыма // Материалы всерос. науч. конф.: Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве / под ред. Г.Б. Захаровой. Екатеринбург: УрГАХУ, 2018. С. 25.

# МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА БАЗЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМНОЙ «ТЕХНОЛОГИИ 8-УРОВНЕВОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ» И BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ЧЕРЕЗ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ

*В.В. Комоско<sup>1</sup>, С.В. Серебряков<sup>2</sup>, В.М. Строков<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> СФТИ НИЯУ МИФИ, Снежинск, Россия

<sup>2</sup> АО «Роскартография», Москва, Россия

<sup>3</sup> Главный инженер проекта, Екатеринбург, Россия  
vkomosko@yandex.ru, serebryakovsv@mail.ru, svm1005@mail.ru

Президент РФ В.В. Путин Поручением Пр-1235 от 19.07.2018 г. в адрес Председателя Правительства РФ Д.А. Медведева поставил цель модернизации строительной отрасли и повышения качества строительства за счет решения ряда поставленных задач. Авторской группой специалистов и учёных, разработана инновационная «Технология 8-уровневой ответственности», которая базируется на структуре Постановления Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 г., организованного по принципу «от большего к меньшему» (1.Территория, 2.Этап строительства, 3.Объект генплана, 4.Часть (раздел) проекта, 5.Часть объекта).

Достаточно, продлить структурный принцип до 8-ми обязательных уровней (6.Элемент, 7.Марка, 8.Позиция) и в любом проекте организуется структура исполнения, которая неразрывно связана со структурой управления.

Следует подчеркнуть, что «Технология 8-уровневой ответственности», созданная путём адаптации базовой авторской цифровой программы ИС «8LR» с использованием российской системы координат, существующей в строительстве (абсолютной, относительной, условной, собственной), не позволяет потерять из виду ни одной, даже самой мелкой детали - «8.Позиции». Таким, наиболее дешёвым системным способом обеспечивается выполнение Поручения Президента РФ Пр-1235 по всем пунктам «Модернизации строительной отрасли и повышения качества строительства».

Примечательно, что «Технология 8LR» является технологией информационного моделирования, неразрывно связывающая систему УПРАВЛЕНИЯ с ИСПОЛНЕНИЕМ на весь жизненный цикл объектов, как то: проектирование, строительство, эксплуатация и утилизация. Задачей цифровой «Технологии 8LR» является поворот созданной при проектировании системы строительства «от большего к меньшему» наоборот «от меньшего к большему», обеспечив при этом: повышение производительности труда до 4-5 раз, сокращение стоимости строительства на 30-50%, широкое внедрение BIM-технологий [1], устойчивое развитие малого и среднего бизнеса, проектное финансирование с визуальным контролем использования денежных средств в строительстве, создание большого количества рабочих и инженерных мест по всей России средствами удалённого доступа. Если BIM-технология с помощью целого ряда программных продуктов обеспечивает автоматизацию производственных процессов, то технология 8-уровневой ответственности гарантированно и системно дает новое качество управления в строительстве, связанное с требованиями российского законодательства. Примечательно, что ИС «Технология 8LR» не является заменой распространенным на рынке программным продуктам информационного моделирования, например, фирмы AutoDesc. Она является управляющей надстройкой, взаимодействующей с этими продуктами благодаря использованию 8LR – идентификации при описании объектов строительства на уровнях 6-8 при создании BIM-модели, что позволяет осуществить сквозную классификацию всех элементов объектов строительства, начиная с территории и заканчивая сборочными единицами.

Социальную значимость внедрения «Технологии 8 уровневой ответственности» формирует то, что 1-5 уровни в строительстве - это ориентация на деньги, 6-8 уровни - работа (средний и малый бизнес с созданием множества рабочих мест по всей России средствами дистанционного доступа), что может перевести рыночную экономику (иногда коррупционную) в экономику регулируемого качества. Создана информационная система «8LR» для цифровой технологии «8LR» управления строительством (базовая версия) (свидетельство о госрегистрации №-2017614685 от 26.04.2017). 27 июля 2018 года Комиссией Департамента науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы принято решение о соответствии Критериям и включении в Перечень продукции: «Система управления строительством цифровая информационная (технология 8-ми уровней ответственности)» под номером 900.

## Литература

1. Komosko V.V., Serebryakov S.V., Stokov V.M., Geo-Information Technology of 8-Level Responsibility: Concept and Standard of Construction Management for Implementation of The BIM-Technology in Russia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 95 (2017) 042007, 2017. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/95/4/042007/pdf> (дата обращения: 18.07.2019).

# «ЦИФРОВОЙ СЛОЙ» АРХИТЕКТУРЫ И ДИЗАЙНА КАК ОТРАЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИРТУАЛИЗАЦИИ НА СОВРЕМЕННЫЙ СОЦИУМ

*Ю.В. Кондакова*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
jkondakova@yandex.ru

В современном социуме одним из ключевых следствий повсеместного процесса информатизации является пристальный интерес к феномену виртуализации применительно к разным сферам жизни человека. Действительно, «информационная среда... оказывает трансформирующее воздействие на культуру в целом, перемещая ее феномены в виртуальное пространство» [1, с.34]. В связи с этим следует ввести новый термин «цифровой слой», под которым понимается совокупность явлений, отражающая взаимовлияние в многослойной реальности цифровой сферы и сферы архитектуры и дизайна.

Необходимо отметить, что существуют разные подходы к определению виртуализации. Так, исследователь тенденций виртуализации в информационную эпоху Д.М. Соколова выделяет следующие аспекты «виртуализации социального» [2, с.61]: 1) наложение виртуальности на действительность (встреча виртуального и реального); 2) виртуализация как создание альтернативного социального пространства; 3) виртуализация как замещение реальности образами. Характерно, что первый из заявленных аспектов является в настоящее время наиболее выраженным вариантом взаимодействия реальной действительности и виртуальности. Как отмечает своей статье Л.Н. Соловьева, выделяются «две основные формы виртуализации: в виде гипертекста... и в виде виртуальной реальности» [3, с. 83]. Преодоление слабой связи виртуального и реального возможно через использование гипертекстовой формы самой виртуализации. В этом случае мы связываем физические предметы с их «цифровыми» воплощениями посредством ссылок. Таким образом, «цифровой слой» добавляет дополнительный смысл реальному объекту архитектуры (дизайна), погружая пользователя в ментальную сферу через осознание контекста бытования объекта. Так, на ряде зданий современных мегаполисов устанавливаются таблички с магнитными QR-кодами: достаточно поднести сотовый телефон со специальным приложением к такой табличке, расположенной на фасаде здания, чтобы легко перейти на соответствующий сайт, выдающий всю необходимую информацию об истории архитектурного объекта. Также существует так называемая дополненная реальность (augmented reality), которая переводит внимание человека на «цифровой слой», не целиком, но встраивая его в мироощущение смотрящего. В данном случае, во-первых, к пользователю может добавиться зритель, который вовлекается в интерактивное действие. Во-вторых, «точка встречи» виртуального и реального здесь достаточно комфортна для человека, он воспринимает ее естественно, и в этом ключе может быть создано очень много разнообразных вариантов взаимодействия этих сфер. Так, ярким примером взаимодействия реального и виртуального является работа выпускницы Parsons School of Design Каилу Гуань, которая «разработала одежду, дизайн которой видоизменяется при наведении цифрового устройства» [4]. Несколько иной аспект встречи реального и виртуального имеет место в проектировании так называемой «умной» среды (объектов дизайна и архитектуры). Этим термином называют объекты или их совокупность, которая «может интерактивно взаимодействовать с окружающей средой, воспринимая сигналы, обрабатывая информацию и запуская ответные реакции» [5, с. 265]. Например, в дизайне одежды такой дополнительной функцией может быть отслеживание состояния пульса, подогрев, функционирование встроеного плеера и т.п.

Таким образом, понятие «цифровой слой» архитектуры (дизайна), если иметь в виду первое значение термина «виртуализация», означает не просто дополнительные возможности объектов, но и их другое восприятие человеком, предполагающее включение каждого объекта в единую систему, создание многочисленных связей не только между реальными вещами, но и их образами и смыслами. Не исключено, что в ближайшем будущем ценность продуктов труда архитекторов и дизайнеров будет определяться не только и не столько ценой, за которую ее можно продать, сколько информацией – т.е. насколько востребован не реальный объект, а информация о нем – его «цифровой слой».

## Литература

1. Лопатинская Т.Д. Виртуализация современной культуры и ее феноменов // Теория и практика общественного развития. 2014. №4. С.34-38.
2. Соколова Д. М. Основные тенденции виртуализации социального в информационную эпоху // Известия Саратовского университета. Серия Философия. Психология. Педагогика. 2013. №1-2. С.61-64.
3. Соловьева Л.Н. Виртуализация как тенденция развития современного информационного общества // Царскосельские чтения. 2015. № XIX. С.80-83.
4. Калмыкова Ю. Какие горизонты для модной индустрии открывает приложение дополненной реальности KG Projects?// DISTRICT F: fashion journal. URL: <https://district-f.org/2016/12/05/augmented-reality-hi-tech-news-107889/> (дата обращения: 10.07.2019).
5. Suh M. Y., Carroll K.E., Cassill N.L. Critical Review on Smart Clothing Product Development // Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, vol. 6, Issue 4, Fall 2010. P. 265-277.

# АРХИТЕКТУРНО-ДИЗАЙНЕРСКОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*А.В. Коротич*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
avk57@usaaa.ru

В настоящее время становится очевидным, что информационные технологии (системы графического 3D-моделинга, визуализации, вычислений, оптимизации и др.) оказывают все большее влияние на процесс и результаты архитектурно-дизайнерского формообразования. Яркое свидетельство этой прогрессирующей тенденции – появление в профессиональном обиходе архитекторов и дизайнеров новых типов форм со сложносоставной структурой/конфигурацией и нелинейной геометрией, которые не могут быть получены умозрительно или путем физического моделирования/макетирования. Многие из известных ныне проектов З. Хадид, Х. Марьентеса, С. Калатравы, В. Каллебо созданы с использованием новейших информационных технологий, определивших как принципиальную формотворческую идеологию, так и выразительность концептуальной художественной стилистики творческих решений.

Сегодня особую актуальность для различных сфер архитектуры и дизайна представляет использование эффективных дискретных оболочек, относящихся к классам складчатых систем из линейчатых элементов (плоскогранных, цилиндрических, конических, гиперболических, коноидальных, геликоидальных), многогранников (правильных, полуправильных, звездчатых, антипризм, антипирамид), а также решетчатых систем из пересекающихся пластин или стержней и комбинированных (пластинчато-стержневых) систем [1].

Информационные технологии весьма эффективны на стадии вариантного поиска, создания и оптимизации новых технически эффективных и эстетически выразительных архитектурных форм составных оболочек всех вышеназванных классов и помогают: установить основные научные закономерности и разработать новые принципы структурно-компоновочной организации составных архитектурных форм; создать новые способы объемного пластического моделирования, расширяющие палитру современных выразительных средств и открывающие новые композиционные возможности на стадии архитектурного проектирования интерьеров и экстерьеров зданий и сооружений широкой типологической номенклатуры [5].

Чрезвычайно актуальным научным направлением формообразования объектов архитектуры и дизайна, где эффективность применения новых информационных технологий может быть максимальной, является графическое конструирование новых типов равноэлементных сферических разбиений, а также геометрическое конструирование новых форм геодезических и кристаллических сферообразных купольных оболочек. Еще одна важная сфера эффективного использования информационных технологий – геометрическое конструирование новых типов плотнейшего заполнения трехмерного пространства равнодольными многогранными элементами [2-4], а также конструирование патентоспособных составных куполообразных покрытий, содержащих отсеки линейчатых поверхностей [6-8], в том числе равноэлементных.

В постоянном высококонкурентном межгосударственном соперничестве вывода орбитальных жилых многомодульных структур в открытый космос и проектирования перспективных лунных поселений, освоения подземных пространств и подводных шельфовых зон, создания быстровозводимых поселений и промышленных предприятий в экстремальных условиях (чрезвычайно низких или очень высоких температур), активной сейсмике и ураганных ветров новые эффективные конструктивные типы архитектурно-строительных оболочек, созданных с использованием передовых технологий, по праву занимают лидирующие позиции. Эти позиции крепнут год от года, подчеркивая соответствующий уровень держав в престижном мировом рейтинге выдающихся промышленно-технологических достижений. Здесь стратегический приоритет в научно-изобретательских результатах с очевидностью выходит за рамки собственно научных проблем – можно смело утверждать, что теперь это вопрос государственного престижа и национальной безопасности в контексте мирового научно-технического прогресса.

## Литература

1. Коротич А.В. Многогранные и решетчатые оболочки в архитектуре и дизайне. Часть 2 // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2016. № 4. С. 38-43.
2. Коротич А.В. Кристаллографическая архитектура пространства // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. № 1. С. 57-62.
3. Коротич А.В. Общая теория плотнейшего заполнения трехмерного пространства равными многогранниками // Архитектон: известия вузов. 2017. - №3(59). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30107357> (дата обращения: 5.07.2019).
4. Коротич А.В. Конструирование компактных пространственных модульных структур // Архитектон: известия вузов. 2017. №4(60). URL: [http://archvuz.ru/2017\\_4/6](http://archvuz.ru/2017_4/6). (дата обращения: 12.07.2019).
5. Коротич А.В. Композиционные особенности «кристаллических» высотных зданий в современной архитектуре // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник МГХПА им. Строганова С.Г. 2018. № 2, часть 1. С. 81-95.
6. Патент 117947 (РФ). МПК E04B 7/10. Купол составной/ Коротич А.В.- Заявл. 21.12.2011, № 2011152371; Оpubл. 10.07.2012; Бюл. № 19.
7. Патент 128225 (РФ). МПК E04B 7/10. Купол складчатый/ Коротич А.В.- Заявл. 28.11.2012, № 2012151124; Оpubл. 20.05.2013; Бюл. № 14.
8. Патент 128226 (РФ). МПК E04B 7/10. Купол составной/ Коротич А.В.- Заявл. 14.12.2012, № 2012154490; Оpubл. 20.05.2013; Бюл. № 14.

# РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД» В УРАЛЬСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

*Я.С. Красина*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
dalila.2012@mail.ru

Актуальность данного исследования заключается в необходимости мотивировать население к участию в реализации концепции «Умный город» в Уральском федеральном округе; осветить перспективы развития городов в процессе реализации концепции «Умный город». Объектом исследования стала идея реализации концепции «Умный город» в Уральском федеральном округе, предметом – изменение городской инфраструктуры и повышение качества жизни населения в процессе реализации концепции «Умный город».

Цель работы состоит в изучении и систематизации информации о концепции «Умный город» в пределах Уральского федерального округа, а в число избранных методов исследования входят системный анализ, синтез, эмпирический метод.

В условиях глобальной урбанизации становится очевидна необходимость поиска новых решений, которые будут отвечать требованиям современного мира. Таким решением стала концепция «Умный город», которая предполагает повышение качества жизни населения посредством использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ); рост конкурентоспособности бизнеса, а значит, и экономики в целом.

На сегодняшний день на территории Уральского федерального округа наиболее актуальными задачами являются: развитие информационной безопасности и информационной инфраструктуры, создание единой геоинформационной платформы. Регион вошел в эпоху цифровой экономики и проект «Умный город» станет наглядным результатом этого процесса для его жителей.

Важно, что высокие технологии войдут в повседневную жизнь человека и при этом силы и финансовые траты будут экономлены. Строительство умного города можно начать, но закончить невозможно, и одной из глобальных целей этого необратимого процесса является изменение культуры потребления. В России 8 из 10 человек до сих пор температуру в помещении регулируют открыванием форточки, хотя в современном мире информационных технологий и технического прогресса это абсолютно недопустимо. На сегодняшний день первоочередными вопросами для муниципалитета являются вопросы ЖКХ, которые требуют оперативного решения прямо сейчас. Одним из решений является установка индивидуальных тепловых пунктов на дома, которые в автоматическом режиме регулируют температуру помещения, а установка «умных» датчиков и счетчиков позволит экономить количество потребляемых ресурсов почти на 15%.

Одним из основных аспектов проблемы является индивидуальность каждого из муниципалитетов Уральского федерального округа, поэтому первым этапом в формировании конкретных задач стал локальный опрос жителей. Так, каждый горожанин сможет принять непосредственное участие в процессе модернизации своего места жительства. В первую очередь инициатива должна исходить от конечного потребителя, таким образом, предоставляемые услуги смогут отвечать на запросы конкретной территории.

Показательно, что на территории Российской Федерации проект запущен в 2017 году, и Сатка – город в Челябинской области – стал первым городом, который официально попал в перечень «пилотных» городов федерального проекта «Умный город». Также одним из «пилотников» проекта стал город Полевской в Свердловской области. Для ускоренного внедрения информационно-коммуникационных технологий принят ряд смарт-решений. Такие решения смогут повысить индекс качества жизни горожан по таким важным критериям, как безопасность, жильё, здоровье, окружающая среда, образование, гражданское общество, социальная поддержка, занятость, доход и т.д.

Следует особо отметить, что одной из региональных целей развития является «Пятилетка развития Свердловской области» на 2017 -2021 г. Согласно этой программе к 2021 году должны появиться «умные» системы водоснабжения; «умное» освещение, которое позволяет экономить до 85% энергоресурсов; доступ в подъезды/двор с помощью систем биометрической идентификации; мусорные контейнеры с функциями оповещения об уровне наполненности, автоматический доступ в закрытый двор, подогреваемые скамейки, системы запасаения энергии, встроенные точки доступа публичного wi-fi и др.

## Литература

1. Дробынина С. Города с интеллектом // Российская газета. 2018. №139 (7602)
2. Абламейко С., Абламейко М. «Умный город»: от теории к практике // Наука и инновации. 2018. №6 (184). С. 28-34
3. Корвун. О. Полевской в числе «пилотов» проекта «Умный город»: электрон. журн. 2019. URL: <https://propolevskoy.ru/polevskoy/item/2780-polevskoj-v-chisle-pilotov-proekta-umnyj-gorod> (дата обращения: 2.07.2019).
4. Швабауэр Н. Мэру видно все// Российская газета - Экономика УРФО. 2019. № 198 (7956).
5. Концепция построения «Умного региона» на территории Свердловской области. Официальный сайт департамента Свердловской области. URL: <https://dis.midural.ru/article/show/id/1241> (дата обращения: 14.07.2019).

# ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ «УМНОГО ГОРОДА АЗРФ»

*С.В. Кругликов, Ю.И. Клечин*

Уральский федеральный университет  
s.v.kruglikov@urfu.ru, imees@mail.ru

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) с 2014г. самостоятельный объект государственного управления и социально-экономического развития. Включая полностью или частично территории 9 из 85 субъектов федерации, регион охватывает 21,6% общей площади, обеспечивает 5,3% от ВВП России и поставляет более 30% природного газа потребляемого странами ЕС. По геополитическим и геоэкономическим особенностям регион разделен на 8 опорных зон, включающих 271 муниципальное образование, где проживает более 2,3 млн. человек. Обеспечение устойчивого и предсказуемого развития городов и поселений региона составляет существенную проблему.

Города Арктики, расположенные в зоне вечной мерзлоты и тяжелых климатических условий, сосредотачивают базовую инфраструктуру, необходимую также жителям поселений и вахтовому персоналу производств, находящихся в зоне влияния. Значительная деградация коммунальной инфраструктуры в большинстве поселений (в среднем по стране свыше 60%), истощение возможностей энергетических технологий предыдущего уклада определяет потребность в повышении качества жизни, устойчивого развития и энергетической стабильности арктических городов.

АЗРФ нужны новые технологии, способные обеспечить за счет цифровой трансформации конкурентоспособность экономики городов и регионов. Перспективы принципиальной модернизации жизнеобеспечивающей инфраструктуры дают технологии «умного города», среди которых основное значение имеют формирующие энергоэффективную систему управления энергообеспечением и ресурсоснабжением. Внедрение технологий умного города может выступить драйвером роста валового регионального продукта; развития бизнеса, непосредственно связанного с внедрением и эксплуатацией высокотехнологичных, в том числе, информационно-управляющих систем, а также качества жизни.

Переход на современные формы урбанизации в городах АЗРФ встречает проблемы и препятствия, как общие для России целом, так и специфически обусловленные климатическими и демографическими особенностями. Поэтому по прогнозам специалистов вопросы возможного перехода в РФ к модели «умных городов» будут явно решаться после 2020–2021 гг. Для формирования энергоэффективной системы управления «умного города АЗРФ» существенными являются следующие проблемы.

1) Нормы и регулятивные акты, представляющие во многих случаях барьеры на пути создания любого умного города в РФ, потребуют довольно масштабной коррекции законодательства.

2) Необходимо разработать методики определения оптимальной схемы управления модернизацией для согласованной интеграции «умных технологий» друг с другом. Возможный инструмент в данном случае дает мультиагентный подход к опережающему моделированию систем управления, построенных по принципу автономного, централизованного, распределенного и децентрализованного управления процессом соответственно. Представляется, что для крупных и средних арктических городов наиболее предпочтительной является централизованная модель мобилизации ресурсов под контролем власти. Применение децентрализованной модели оправдано для городов-миллионников, где значительный объем участников рынка позволяет контролировать по ценностям в целом неуправляемый, хаотичный процесс. Распределенная схема цифровой трансформации, прежде всего проблемных секторов в кооперации с рядом бизнес-игроков, может привести к набору рассогласованных локальных решений, интеграция которых в последующем приведет к дополнительным затратам и потерям времени.

3) Недостаточность отечественных технологических заделов требует направленной разработки управляющих и производственных систем энергообеспечения, транспорта, безопасности и видеонаблюдения, ВИМ технологий. При этом значимый задел в области технологий управления энергетикой существует. Возможный импорт техники и программных средств обостряет проблемы промышленной и технологической безопасности, которые необходимо учитывать с учетом климатических и социальных рисков в Арктике.

4) Арктические регионы в настоящее время не обладают достаточными технологическими возможностями, научно-исследовательским потенциалом, предпринимательской инициативой и финансами, необходимыми для научно-технологического прорыва, в редких случаях способны предложить устойчивые, продвинутые и востребованные научно-технологические и технические решения. Поэтому важна кооперация с ведущими научно-исследовательскими центрами и университетами для совместной генерации рыночных решений.

5) Один из главных сдерживающих факторов для проектов умного арктического города – сложность разработки привлекательных инвестиционных моделей и гарантий окупаемости. Объем инвестиций в подобные проекты может превысить экономический эффект от их реализации. Особая социальная значимость требует новаторского подхода к организации финансирования проектов, осуществимых по схеме государственно- и муниципально-частного партнерства, включения в госпрограмму «Цифровая экономика». Именно для таких проектов привлекательным представляется привлечение средств институтов развития и кредитов ВЭБ.

# REVIT И RENGA: ПО ТУ СТОРОНУ ЭКРАНА

*Е.Т. Кувшинова, М.Г. Спехов*

ООО «ИЦ «Стройэксперт», Екатеринбург, Россия  
katherine.kuvshinova@gmail.com, spehov@ascon.ru

На российском рынке программного обеспечения для BIM-проектирования [1] одними из наиболее популярных продуктов являются Autodesk Revit и Renga. Renga – это отечественный продукт, который разработан Renga Software – совместным предприятием компании АСКОН и фирмы «1С». Программа динамично развивается с 2015 года, приобретая всё новый функционал в короткие сроки. Revit в настоящее время получил широкое распространение в мире, его первые релизы появились в 2000-х годах, в России же применяется с 2008 г. И если поначалу проектирование в Revit вызывало трудности, то сейчас это привычный инструмент для проектировщика.

В данной работе приведён краткий сравнительный анализ этих программ в части архитектурного проектирования с учетом опыта разработки проектов в компании ООО «ИЦ «Стройэксперт». Компания успешно внедрила технологию информационного моделирования, и уже в течение 5 лет выпускает проекты в виде BIM-моделей с использованием таких инструментов как Revit и Renga.

Первое, на что хотелось обратить внимание, это тяжелый в психологическом плане переход от плоского 2D проектирования к разработке в 3D. Люди, которые десятки лет работали с плоскостями и проекциями не всегда хотят осваивать новые методы проектирования. К тому же Revit – не такая простая программа, как может показаться на первый взгляд. Здесь и работа с семействами и шаблонами, и ограниченная база ГОСТовских элементов, довольно сложное и затратное обучение. Тем не менее, проектирование в Revit даёт следующие преимущества:

1. Связь 3D вида и рабочей документации.
2. Интеграция со смежными разделами.
3. Аналитическая модель.
4. Отличная взаимосвязь со всеми продуктами Autodesk.
5. Расширенная поддержка импорта и экспорта различных форматов.
6. Импорт/экспорт модели в формат IFC.
7. Выгрузка данных в формате XML.
8. Лучшее взаимопонимание с иностранными специалистами.

Вывод: Revit решает текущие задачи архитектурного проектирования, но с высоким порогом входа.

Теперь рассмотрим отечественный продукт Renga. История этого продукта сравнительно небольшая, но очень стремительная. Первая версия программы была выпущена в марте 2015 году, и поначалу казалась удобной лишь для малоэтажного строительства. Но за короткий срок в 4 года произошёл качественный скачок в развитии. Пользователи имеют обратную связь с разработчиками и помогают программе расти. Конечно, пока мы не можем быстро создавать сложных объёмов и форм, но необходимый функционал для проектирования стандартных объектов имеется в полном объеме. При необходимости можно воспользоваться импортом 3D объектов из других программ. На сегодняшний день можно отметить следующее:

1. Стоимость входа на рынок ниже, чем у конкурентов.
2. Интуитивное обучение, удобный интерфейс, простота использования.
3. Наличие отечественных библиотек элементов строительных конструкций, материалов и оборудования.
4. Интеграция со смежными разделами: Renga Structure, Renga MEP.
5. Система полного жизненного цикла, так как созданная модель интегрируется в решения 1С для строительства и эксплуатации (ERP-системы).
6. Поддержка популярных CAD форматов.
7. Импорт / экспорт модели в формат IFC.

Резюме: Renga – это качественная программа для BIM проектирования.

Итак, каждый из рассмотренных вариантов имеет свои преимущества, а выбор осуществляет пользователь. Материалы данного исследования основаны на опыте пользователей и получены при личной беседе с сотрудниками компании, а также в результате анализа форумов с авторитетных сайтов: URL: <https://habr.com/ru/>; URL: <https://solutions.1c.ru/>; URL: <http://isicad.ru/ru/> и знаковой статьи [2].

## Литература

1. Талапов В. В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. – 410 с.
2. Нечипоренко М.В. «1С:Предприятие 8», самый популярный программный продукт в сфере управления, уже привязан к концепции BIM. URL: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=20676](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20676) (дата обращения: 10.07.2019).

# ОБЪЕКТЫ ГОРОДСКОГО ДИЗАЙНА В АСПЕКТЕ «УМНЫЙ ГОРОД»

*В.А. Курочкин*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, г. Екатеринбург, Россия  
indesign@usaaa.ru

Формирование позитивного имиджа города и продвижение его бренда в мире требует преобразования городской среды и, естественно, научно обоснованных концептуальных и практических решений. Создание комфортной среды урбанизированных пространств стало основным направлением научно-исследовательской работы УрГАХУ. В этом направлении кафедра индустриального дизайна осуществляет научное исследование, связанное с инновационными урбанистическими объектами дизайна.

Задача данной работы состоит в выявлении противоречия между тенденциями унификации, стандартизации и обезличивания города, погони за инновациями и «смарт-технологиями» и потребностью в создании уникальной предметно-пространственной среды, отражающей местную специфику. Цель – создание уникального средового дизайна, отражающего особенности города с включением умных технологий. Задачи состоят в выявлении тенденций в формировании городского оборудования, обеспечении социальных коммуникаций, привнесении культурной составляющей в средовые объекты дизайна.

Современное оборудование для городской среды должно быть ориентировано на актуальные направления в проектировании средовых объектов, такие как: коммуникативность, социальность, интеллектуальность, информативность, интерактивность, мультимедийность, экологичность, комфортность, динамичность и т.п. [1].

Среди актуальных тенденций дизайна элементов городского оборудования следует выделить такие, как:

## **1. Социальная ориентированность.**

Социально адаптированная городская среда активно способствует процессу интеграции человека в общество на данной территории, в результате которого достигается формирование самосознания и ролевого поведения, способности к самоконтролю и созданию адекватных связей с окружающими [3].

## **2. «Дружественный» дизайн.**

Элементы современной урбанистической среды должны быть обеспечены максимальной индивидуализацией, нацеленностью на удовлетворение потребностей различных групп горожан, возможностями человека в проявлении своей активности и стимулированием творчества.

## **3. «Умное» оборудование с использованием смарт-технологий.**

Интерактивность, мультимедийность, альтернативная энергия, обеспечение микроклимата, безопасности, координации и регулирования процессов, наличие WI-FI, возможности зарядки гаджетов и т.п.

**4. Инклюзивность среды с помощью средств универсального дизайна:** равенство в использовании, гибкость в эксплуатации, простота и интуитивная понятность дизайна, легко воспринимаемая информация, допустимость ошибки, малое физическое усилие, оптимальный размер и пространство для доступа в использовании.

## **5. Экологичность городского оборудования:**

- вторичное использование материалов и экологические материалы;
- создание благоприятного микроклимата (корректировка влажности, изменение температуры, зонирование, устранение шума и вибраций, фильтрации пыли и запахов и т.п.) [2].

Элементы городского дизайна будут создавать комфортную среду, если они выполняют не только утилитарные функции с использованием смарт-технологий, но и привнесут познавательные и просветительские функции, приобщат горожан и туристов к историко-культурным ценностям конкретных территорий города.

В городском оборудовании должны быть учтены: социальная ориентированность, гуманизация и инклюзивность, интеллектуальность и экологичность, комфортность и экологичность, эмоциональность и образность решений для визуального привлечения потребителей. Итак, образная выразительность, интеграция с существующей архитектурой и ландшафтом, смарт-технологии и «дружественный» дизайн элементов городского оборудования способствуют существенному снижению отрицательного влияния окружающей среды на людей и созданию благоприятной комфортной атмосферы.

## **Литература**

1. Вязникова Е.А., Крохалев В.С., Курочкин В.А Коммуникативные проблемы урбанистических пространств \ Пространства городской цивилизации: идеи, проблемы, концепции: мат-лы Междунар. науч. конф. (4-5 октября, 2017 г.). Екатеринбург: УрГАХУ, 2017. С.145-148.
2. Кисляков Д.А., Курочкин В.А. Решение экологических проблем средствами городского дизайна // II Международная научно-практическая конференция «Инновационные подходы в решении проблем современного общества» 15.09.2018. Пенза: Наука и Просвещение, 2018, С. 84-87.
3. Курочкин В.А. Гуманизация урбанизированных пространств средовыми объектами дизайна // Архитектон: известия вузов. 2018. №1(61). URL: [http://archvuz.ru/2018\\_1/](http://archvuz.ru/2018_1/) (дата обращения: 1.06.2019).

# СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЕТСКОГО САДА

*Н.В. Ламехова*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
lamekhova@mail.ru

В современном мире к образованию предъявляются качественно новые требования, вводятся новые формы проведения занятий. На первый план выдвигается способность самостоятельно думать, учиться принимать непростые решения, свободно и оперативно ориентироваться в многомерном потоке информации, развивать умение пользоваться современными технологическими средствами. Создание качественных проектных основ представляется необходимым, особенно это касается пространства для роста и развития детей. Так, В.А. Филин в своей книге «Видеоэкология. Что для глаза хорошо, что - плохо» предлагает рекомендации по организации пространства детских образовательных учреждений: «пространственно-предметная организация помещений и прилегающих территорий должна строиться не только на основе педагогической содержательности и целесообразности, но и с учетом зрительного восприятия. Визуальная среда в детских учреждениях должна содержать достаточное разнообразие зрительных элементов» [1,110]. Действительно, использование информационных технологий (далее - ИТ) в детском саду активно внедряется в учебно-образовательный процесс современного дошкольного образования, поскольку системы ИТ становятся неотъемлемым атрибутом нашей повседневной жизни, как в учебе, так и в быту. Под ИТ подразумевается использование компьютера, Интернета, телевизора, видео, DVD, CD, мультимедиа, аудиовизуального оборудования, т.е. всего того, что может представлять широкие возможности для познавательного интереса. Грамотное использование ИТ позволяет организовать образовательный процесс как информационно емкий, зрелищный и комфортный, и педагоги, идущие в ногу со временем, становятся для детей проводником в мир новых технологий. При этом следует отметить, что на сегодняшний день мало исследованы принципы организации среды для работы с ИТ при формировании образовательного пространства. Грамотное использование ИТ в дошкольном учреждении позволит решить ряд учебно-воспитательных задач (вызовет интерес дошкольника к игре; привлечет мультипликацией; поощрит при решении проблемных задач и т.д.).

Решением ряда задач с точки зрения архитектуры по внедрению ИТ в образовательный процесс, можно содействовать созданию *единого универсального интерактивного пространства*, которое бы представляло собой объемно-планировочную структуру, способную трансформироваться и меняться в зависимости от предпочтений пользователей учебно-воспитательного процесса, активно использующие ИТ. Характеристики *единого универсального интерактивного пространства* могли бы быть следующие:

- *адаптируемое пространство к определенным ИТ процессам*, происходящим в тот или иной момент учебно-воспитательной деятельности. При этом пространственная структура должна включать как возможность затемнения помещения, так и хорошего освещения, а также предполагать возможность увеличения площади помещений. Например, изучение правил дорожного движения посредством создания максимально правдоподобной ситуации (в светлое время суток и в вечернее), на что требуется присутствие естественного освещения помещения, либо его затемнение (в залах). Использование видеопроектора путем проецирования «выдуманной» окружающей среды на плоскость пола и стен. Применение ИТ средств может активно использоваться в театральной деятельности в детском саду, имитировать поверхность воды (интерактивная система с оптической технологией определения касания), что позволяет в случае соприкосновения с плоскостью издавать соответствующие характерные звуки и оставлять след на проецируемой воде и т.д. Потребность быстрого реагирования на театральную постановку и необходимость в затемнении помещения при использовании системы «умный дом». С целью проведения масштабных мероприятий, касающихся как общих детских праздников, так и внутри групповых театрализованных действий, средства ИТ могли бы в значительной степени обогатить жизнь детского сада, если бы планировочные элементы могли бы объединяться. Например, можно задуматься об объединении залов между собой (две группы детей (до 50 человек)) что позволит увеличить площадь помещения для мероприятий.

- *полифункциональное пространство* с возможностью включения и разнообразного использования предметно-развивающей среды. Наличие зон для чтения, проведения викторин, видеопросмотра, активных игр, направленных на проведение мероприятий поочередно, либо с командой.

- *трансформируемое пространство* (имеется в виду возможность деления на зоны и подзоны, а также не исключается возможность их последующего объединения в зависимости от состава детских коллективов и их приоритетов в области получения знаний). Так, компьютерный класс можно использовать для проведения в нем занятий, как с подгруппой, так и индивидуально.

Итак, ИТ стремительно и плотно входят в нашу повседневную жизнь, активно внедряются в образовательный процесс, поэтому главной задачей архитектора является обеспечить достойный уровень материальной базы.

## Литература

1. Филин В.А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо. М.: Видеоэкология, 2006. – 512 с.

# ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ГОРОДА: РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

*Д.А. Локиштейн<sup>1</sup>, Г.Б. Захарова<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Уральский Федеральный Университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
dmitry.lokshtein@yandex.ru, zgb555@gmail.com

Под цифровым двойником (Digital Twin) физического объекта или процесса принято понимать его виртуальный прототип, с помощью которого можно агрегировать цифровую информацию в течение всего жизненного цикла объекта, выполнять разные виды моделирования и управления, осуществлять техническую поддержку. Благодаря технологии Интернет вещей (IoT) к цифровому двойнику могут быть подключены огромные объемы данных с датчиков, установленных на реальных объектах, что позволяет контролировать состояние этих объектов в режиме реального времени.

Цифровые двойники получают всё большее развитие и применяются для всё более сложных объектов и систем. Это могут быть цифровые копии крупных предприятий, электростанций, а также целых городов с их инфраструктурой. Так, по данным ежегодно отчета аналитической компании Gartner [1], Digital Twins заняли четвертое место в десятке стратегических технологических трендов 2019 года.

В рамках направления «Умный город» идет развитие в сторону использования цифровых двойников городов. Технология поможет интегрировать и синхронизировать все подсистемы: водоснабжение, электрификацию, транспорт, услуги здравоохранения и образования, экологическое состояние, системы наблюдения и безопасности. Появляется возможность прогнозирования поведения города в целом или отдельных его подсистем. Для бизнеса – это новые возможности для развития, для власти и жителей – оперативная и точная информация о том, что происходит в городе.

Создание цифрового двойника города может подразумевать создание единой платформы, которая будет собирать данные со всех датчиков, камер видеонаблюдения в единое хранилище. Это позволит исключить разрозненность данных у различных органов исполнительной власти, которые используют собственные системы для управления городом. В то же время масштабность задачи позволяет сделать предположение о необходимости разработки единых стандартов представления данных и протоколов для их потребления разными пользователями, что позволит иметь распределенную структуру хранения.

Для реализации цифрового двойника применяются различные подходы и инструменты. В работе [2] на основании анализа большого количества источников предложены три группы технологий для разработки цифровых двойников. К первой группе относятся технологии симуляции процессов и имитационного моделирования, ко второй – графического и 3D-моделирования и к третьей группе – технологии сбора и обмена данными. Отметим также возможность применения современных технологий машинного обучения и анализа данных. Обязательным элементом цифровой модели города является BIM-модель [3]. Таким образом, цифровой двойник – это совокупность нескольких методов и технологий.

На сегодняшний день уже существуют цифровые двойники ряда городов. Это, к примеру, Сингапур, Ренн и Джайпур, в основе которых была использована платформа 3DEXPERIENCITY – централизованная трехмерная среда, она объединяет данные из различных городских служб. Для властей это средство моделирования различных ситуаций по принципу «что будет, если». К примеру, виртуальный Сингапур решил проблему управления водой в городе. Также цифровой двойник применялся для исследования возможности увеличить площадь солнечных панелей в старом жилом районе Сингапура.

В России, к примеру, цифровой двойник был создан компанией ПАО «Мегафон» [4]. В его основу легла 3D-модель Кронштадта, которая была создана в результате 9-ти часовой непрерывной аэросъемки тремя дронами. Предполагается, что до 2024 года [5], ожидается прирост числа цифровых двойников российских городов. Ведутся работы по созданию виртуальных копий Москвы, Санкт-Петербурга, Белгорода, Севастополя.

## Литература

1. Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019. 15.11.2018. URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019> (дата обращения 25.09.2019).
2. Гончаров А.С., Саклаков В. М. Цифровой двойник: обзор существующих решений и перспективы развития технологии // Материалы всероссийской научно-практической конференции: Информационно-телекоммуникационные системы и технологии – 2018. Кемерово, 11-13 октября 2018 года
3. Умный город – это хорошо. Но давайте сначала хотя бы BIM внедрим! 22.11.2017 URL: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=19548](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19548) (дата обращения: 5.10.2019)
4. "МегаФон" сделал "умный город" в объеме. 11.06.2019 URL: <https://www.comnews.ru/content/120140/2019-06-11/megafon-sdelal-umnyy-gorod-v-obeme> (дата обращения: 26.09.2019)
5. В Минстрое РФ предложили создавать «цифровые двойники» российских городов. 08.12.2018 [Электронный ресурс] URL: <https://news.rambler.ru/other/41392725-v-minstroe-rf-predlozhili-sozdatv-tsifrovye-dvoyniki-rossiyskih-gorodov/?updated> (дата обращения: 25.09.2019)

# ИЛЛЮЗИОНИСТИЧЕСКОЕ ГРАФФИТИ В ДИЗАЙНЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ КАК СРЕДСТВО МАРШРУТНОЙ НАВИГАЦИИ

Е.А. Мальцева<sup>1</sup>, В.Ю. Пирайнен<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет» Сочи, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», Сочи, Россия,  
12ekat@mail.ru, piraynen@gmail.com

Жанр городской монументальной росписи существует на протяжении столетий. В XXI веке работать в этом жанре (в формате XXL) стали граффитисты - мастера уличного искусства [3,4]. Некоторые из них и художники стрит-арта специализируются на ещё более крупных росписях. Характерно, что монументальная живопись в современной городской среде приобретает всё большее развитие, в связи с чем её изучение является актуальным и своевременным.

Мурал – это огромное живописное изображение, которое находится на фасаде здания или сооружения [1,2]. В современном мире создание таких изображений становится предметом усилий художников различных специализаций, но чаще всего привлекаются мастера уличного искусства.

Рисунки мурал можно классифицировать следующим образом:

- *эстетические*, создаваемые исключительно для улучшения визуального восприятия участка городской среды;
- *классические*, с претензией на шедевральность (великое, монументальное, философское);
- *политические*, создаваемые, как правило, по заказу муниципальных властей городов;
- религиозные.

Рассматривая основные функциональные аспекты граффити-мурала, следует отметить, что в настоящее время одной из главных функций исследуемого вида изображений является *навигация*.

Маршрутная навигация, посредством граффити-мурал может быть представлена в виде иллюзии. Иллюзия (от лат. Illusion обман) – обман чувств как следствие несовершенства органов чувств, свойственный всем людям – в частности, оптическая иллюзия является обманом зрения и заключается в ошибке зрительного восприятия объектов (их цвета, величины, формы, удаленности) [1].

Главная концепция навигации граффити-мурал заключается в том, что в каждом городе активно развивается точечная застройка. Здания и сооружения наделяются скудными однотипными цветами, что затрудняет ориентацию людей в данном пространстве. Граффити же на фасаде меняет облик дома, и придает ему индивидуальные черты, а также позитивно влияет на психологическое сознание человека. Облик современного города преобразуется за счет ярких красок. Советские многоэтажные дома посредством мурала приобретают «новую» жизнь. Граффити становится ориентиром для транспортных услуг и встреч, свиданий. В ночное время, за счет проекции оптического света, рисунок граффити – мурал преобразуется в иллюзионную световую инсталляцию, которая представлена в виде геоинформационной системы, фасад здания становится картой формата XXL и выполняет функцию освещения городского пространства [2,5].

Еще одна важная функция граффити-мурала - коммуникативная. Коммуникация проявляется на двух уровнях. Первый уровень представляет собой диалог, переписку, чаще всего это граффити – бомбинг (бомбинг – быстрое граффити). Второй уровень представлен актом коммуникации, где текст или изображение обращены к потенциальному читателю.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что граффити-мурал городской среды имеет существенные отличия и перспективы развития по сравнению с другими традиционными формами уличного искусства. Его функциональные особенности позволяют значительно расширить возможности совершенствования дизайна городской среды, направленного на позитивное преобразование окружающего мира. Становится всё очевиднее, что владельцы зданий, компании-девелоперы, архитекторы и градостроители убедились в способности монументальных фасадных росписей превращать заброшенные промзоны, жилые многоэтажные районы в художественные галереи под открытым небом или изменять негативный имидж городских районов. В настоящее время во многих городах прокладываются маршруты осмотра объектов уличного искусства и проводятся фестивали муралов [3, 4]. Всё это делает новый вид монументального искусства востребованным и перспективным, заслуживающим внимания исследователей и искусствоведов.

## Литература

1. Техническая эстетика и дизайн: Словарь. М.: Академический проект; Культура, 2012. – 356 с.
2. Бойко И. Фотография. История фотографии. Образ, свет и время, М.: Искусство – XXI век, 2019. – 128с.
3. Вальде К. Мурал XXL. Монументальная настенная живопись, М.: Искусство – XXI век, 2018. – 192с.
4. Демпси Э. Стили, школы. Направления. Путеводитель по современному искусству, М.: Искусство – XXI век, 2017.-312с.
5. Маккуайр С. Медийный город. Медиа, архитектура и городское пространство. The Media City: Media, Architecture and Urban Space. М.: Стрелка, 2014. – 392с.

# ДИГИТАЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

*И.Э. Мохов*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
umorina87@yandex.ru

На современном витке развития архитектуры сложно говорить о едином четко очерченном стиле, однако с абсолютной уверенностью можно определить несколько течений, которые занимают лидирующие позиции в сегодняшнем архитектурном формообразовании. Они образуют четыре основных блока: арт-архитектура, архитектура, обращенная к историческим стилям, green архитектура, дигитальная (цифровая) архитектура.

Дигитальный (англ. digital, лат. digitus – палец) – 1) мат. однозначное число от 0 до 9; цифровой, представленный в числах или четко ограниченных ступенях оценок; 2) техника – общее обозначение для применения цифровых представлений любых величин в вычислительной технике с помощью электронных устройств. Отсюда и другое название данного блока – цифровая архитектура. Дигитальная архитектура – архитектура, опирающаяся на развитие науки, открытия в области математики, программирование; нелинейная архитектура, которая не вписывается в декартову систему координат [1, с. 55]. Главной формообразующей идеей является использование различных математических алгоритмов. Это адаптивная архитектура, все ее элементы взаимосвязаны между собой, она черпает свое вдохновение не просто в природных формах, а скорее в процессах и взаимодействиях, происходящих в природе, например, эксперименты над созданием архитектурной формы на основе алгоритма движения муравьиной колонии, т.е. на основе так называемого, роевого интеллекта. Другой не менее известный пример – проект здания гражданского суда в ансамбле «Кампус правосудия» в Мадриде, Испания, выполненный Захой Хадид. В основе формообразования лежит структурная самовентилирующаяся оболочка, которая состоит из металлических панелей, обладающих способностью открываться и закрываться в зависимости от погодных условий. Данное сооружение несет в себе черты параметризма (параметрическое моделирование), манифест которого опубликовала Заха Хадид. Еще один яркий пример адаптивной архитектуры – проект, представленный греческим архитектором Доминики Дадатси на международном конкурсе небоскребов Evolo. Проект жилого небоскреба направлен на создание открытой параметрической системы, которая развиваясь вертикально вверх, способна приспосабливаться к различным условиям. Немаловажным для этого проекта оказалось изучение циркуляции людских масс, как снаружи, так и внутри сооружения.

Среди других современных архитектурных течений дигитальная архитектура обладает наиболее футуристическим формообразованием, возможно именно поэтому большая часть данных проектов так и не реализуется, оставаясь лишь виртуальными проектами. Однако виртуальность открывает для архитекторов новые возможности для создания архитектурных проектов с новой философией и новой морфологией.

Дигитальная архитектура представляет наибольший интерес, т.к. является наименее изученным направлением в архитектуре с точки зрения архитектурной теории. Методы дигитальной архитектуры основываются на программировании, которое в эпоху информационного общества стремительно развивается, т.е. происходит постоянное увеличение числа новых алгоритмов, в том числе и для создания архитектурной формы, что ведет за собой увеличение числа новых формообразующих приемов дигитальной архитектуры. А также по огромному числу проектов, созданных за последнее время, можно судить, что сплав дигитальной архитектуры и зеленой архитектуры – наиболее популярное явление в архитектуре последних лет.

Данная система проектирования (алгоритм) призвана облегчить процесс понимания и определения основных формообразующих приемов какого-либо конкретного объекта дигитальной архитектуры, при этом абсолютно не обязательно, что эти приемы будут соответствовать лишь одному конкретному подходу дигитальной архитектуры [2, с. 56]. Данная система показывает, насколько тесно, часто, в различных комбинациях взаимодействуют алгоритмы, благодаря которым создаются архитектурные формы, постоянно расширяя горизонты. Однако для использования алгоритмов, а также для создания новых, необходимо иметь знания о специфике, характеристиках и подходах, частью которых они являются. В архитектуре это расширяет границы создания новых форм с применением цифровых методов проектирования.

## Литература

1. Азизян И.А. Теория композиции как поэтика архитектуры. [текст] / И.А. Азизян, И.А. Добрицына, Г.С.Лебедева – М.: Прогресс-Традиция, 2002. –568 с.
2. Божокин С.В. Фракталы и мультифракталы [текст] / С.В.Божокин, Д.А.Паршин – Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001. – 128с.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ RENGA, REVIT, NAWISWORKS В BIM-ПРОЕКТИРОВАНИИ

*М.Е. Ожиганова, А.В. Ремпель*

FORMA BIM&VR studio, Екатеринбург, Россия  
formabim@ya.ru

Программное обеспечение для информационного моделирования зданий (BIM) широко используется многими строительными предприятиями, большими и малыми, особенно в секторе АЕС (архитектура, проектирование, строительство) [1]. Сегодня, когда существует множество программных решений BIM, проблема заключается в их совместной работе.

Схема работы, соответственно BIM технологиям – это процесс коллективного создания и использования информации о сооружении, формирующий основу для всего жизненного цикла объекта. Совместная работа проектировщиков в одном ПО – это идеальная модель в теории, но на практике мы сталкиваемся с некоторыми трудностями. Во-первых, зарубежное ПО является дорогостоящим. Во-вторых, настройка программы под отечественные стандарты занимает достаточно много времени и сил. В-третьих, до сих пор не разработана ни одна программа, в которой комфортно могут работать все специалисты.

Для решения этих и других проблем был создан международный некоммерческий альянс building SMART. Цель – разработка технологии комплексного информационного моделирования зданий, основанная на открытых принципах. В частности, альянс разрабатывает и развивает спецификацию стандарта, описывающего общие универсальные данные информационной модели. Этот стандарт многие знают как формат файла IFC — Industry Foundation Classes [2]. Рождается стратегия OpenBIM.

Каждый специалист имеет возможность работать в наиболее удобной и подходящей для его задач программе. Завершенные части модели, а конкретно, разделы проекта, связываются в общую BIM-модель. В оригинале эту идею назвали «reference-model based BIM workflows», то есть BIM-проектирование, основанное на связанных моделях. В отличие от закрытых BIM, стратегия открытой BIM предоставляет следующие преимущества:

- в каждом проекте САПР-менеджеры могут использовать индивидуальный набор инструментов, который состоит из наилучших в своей области решений и оптимально решает поставленные проектные задачи;
- менеджеры проектов осуществляют полный контроль над составными частями проекта (в том числе и над обновлением независимого друг от друга программного обеспечения) без потери сроков проектирования;
- использование набора решений сокращает риск потери данных, в отличие от работы с единой BIM-моделью (которая объединяет несколько специальностей, но результаты хранит в одном файле). Конечно, можно сохранять резервные копии единого файла, контролировать слияние данных, раздавать полномочия по редактированию, но все это дополнительные административные ресурсы, которые в критический момент могут подвести;
- как результат, проектировщики получают понятную BIM, выстроенную на открытых стандартах, что позволяет использовать данные на всем жизненном цикле здания: от строительства до реконструкции или разрушения.

Стратегия OpenBIM ориентирована на любых специалистов, работающих на рынке архитектурно-строительного проектирования и выстраивающих концепцию BIM. Специалистами нашей студии был разработан проект детского сада в г. Екатеринбурге. Особенность проекта заключалась в том, что большинство разделов были выполнены в различном ПО. Архитектура и конструкции были спроектированы в Renga Architecture, Разделы ЭЛ, ЭОМ, СС, ВК и ОВ – в Autodesk Revit, а раздел ГП – в Civil 3D. Координация проекта осуществлялась с помощью Autodesk Navisworks. Все разделы были выгружены в открытый формат nfc и сведены в координационную модель. Таким образом, из всего вышесказанного следует вывод: в настоящее время работа в одном ПО невозможна по целому ряду причин, но координация благодаря открытому формату – осуществима.

## Литература

1. Adminigor 20 лучших программ для информационного моделирования зданий (BIM) в 2019 году // Aion Pro. URL: <https://www.aion.pro/post/20-luchshih-programm-dlja-informacionnogo-modelirovanija-zdanij-bim-v-2019-godu> (дата обращения: 10.08.2019).
2. Ожигин Д. Концепция OpenBIM: понятие, принципы реализации, некоторые выводы // САПР и графика 2`2013. URL: <https://sapr.ru/article/23617> (дата обращения: 3.08.2019).

# ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ

В.И. Пахомова

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
VPkhm@yandex.ru

Одной из целей рационального градостроительного проектирования является автоматизация процессов анализа, таких, как морфологический анализ, анализ функциональных зон, анализ транспортно-пешеходной сети и т. д. Теория пространственного синтаксиса (Space Syntax) посвящена морфологическим исследованиям городских структур и, в частности, открытых пространств, которые являются основой пешеходного движения [2, 3]. В основе лежит теория графов, используемая для синтаксического, конфигурационного и геометрического анализа. Аналитическим инструментом данной теории является программное обеспечение Depthmap, которое возможно использовать для анализа как пространств внутри зданий, так и городских открытых пространств [1].

В данной статье отражен конфигурационный анализ открытых пространств проектируемого микрорайона, существующего жилого двора и сопоставление результатов натурного обследования с программным анализом по показателям пространственной связности и количеству прохождений агентами. Целью является выявление влияния пространственных ограничений на траектории движения разных категорий людей: местных жителей, осуществляющих прогулку, в частности детей, людей, незнакомых с территорией, жителей осуществляющих деловые перемещения и граждан группы М4. Результаты моделирования отражены в матрице рисунка 1.

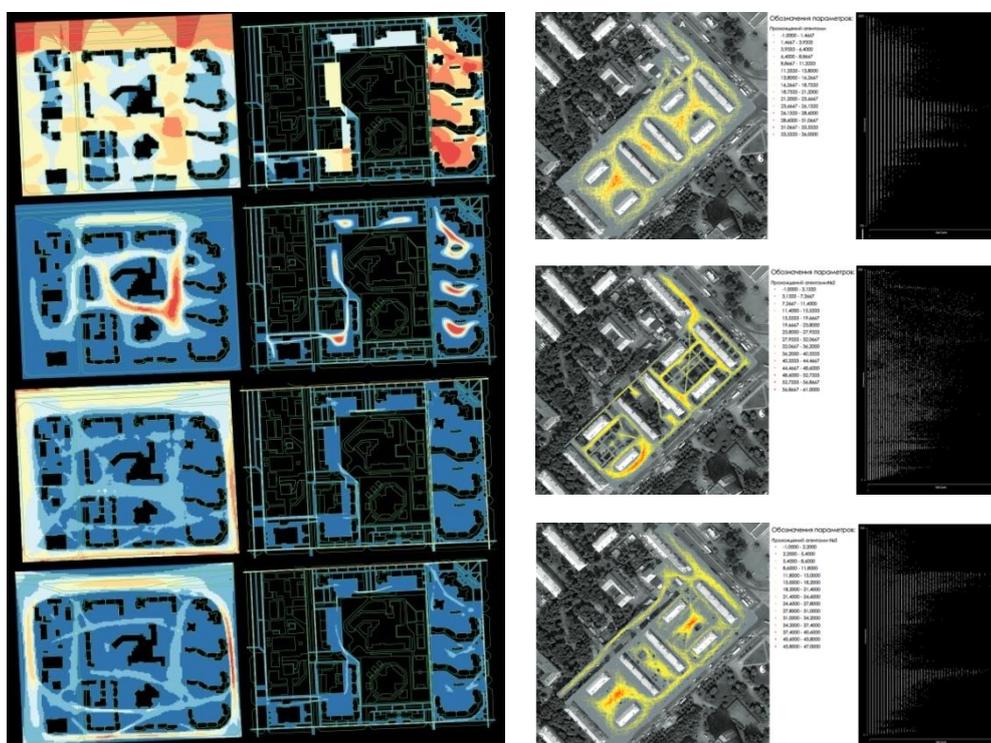


Рис. 1. Матрица результатов моделирования

Результаты анализа показали, что наличие препятствий влияет на траектории движения людей, и, вместе с тем, препятствует перемещению в соответствии с показателями визуальной связности пространства, которая в значительной степени способствует ориентированию. Однако, степень этого влияния различна для разных категорий пешеходов. Для людей, незнакомых с территорией, характерны траектории, подчиненные логике автомобильных дорог, при этом расположение пешеходных магистралей в некоторой степени совпадает с естественными осями движения. Вместе с этим, для граждан, знакомых с территорией, возникают дополнительные осевые участки, проходящие сквозь дворы.

## Литература

1. Al\_Sayed K. Space syntax methodology / Hillier B., Penn A. and Turner A. - A teaching guide for the MRes/MSc Space Syntax course (version 5), Bartlett School of Architecture, UCL, 2018 – 117 p.
2. Hillier B. The Social Logic of Space / Bill Hillier – London: Cambridge University Press, 2008 – 296 c.
3. Hillier B. Space is the machine: A configurational theory of architecture / Bill Hillier – London: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015 – 370 c.

# О ПРОБЛЕМЕ ПРОДОЛЖЕНИЯ КОМИТЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

С.В. Плотников, А.И. Кривоногов

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н.Ельцина, Екатеринбург, Россия  
serge.plotnikov@gmail.com, kai5407@gmail.com

Комитетные конструкции являются признанным средством моделирования противоречивых ситуаций в бизнесе и информационных моделях. Привлекательность комитетных решений обуславливается как разнообразием определяющих их алгоритмических конструкций, так и структурной простотой, близкой к обыденной человеческой практике принятия решений. Обратной стороной комитетных моделей является их принципиальная дискретность и определяемые этой алгебраической дискретностью проблемы отсутствия непрерывности в поведении комитетных решений. В настоящем сообщении авторы сосредотачиваются на проблеме продолжения комитетных решений систем линейных неравенств, связанной с процедурами исключения неизвестных.

Пусть согласование интересов приводит к линейной модели

$$a_j(x) > 0 \quad (j = 1, \dots, m), \quad (1)$$

в которой линейные функции образуют несовместную систему строгих неравенств над пространством  $R^n$ . Попытка исключить какую-нибудь переменную методом Фурье-Черникова, надеясь на упрощение анализа комитетных решений системы, может оказаться бесполезной. Результирующая система может не иметь комитетных решений большинства при исключении любой переменной:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + \dots + x_{n-1} > 0 \\ -x_1 - x_2 - \dots - x_{n-1} + x_n > 0 \\ -x_n > 0 \end{cases}$$

С другой стороны, даже если результирующая система будет иметь комитет большинства, этот комитет, может оказаться, невозможно будет достроить до комитета исходной системы (1) ни при каком подборе значений исключаемой переменной и натуральных весовых коэффициентов для членов комитета результирующей системы. Для наглядности, приводим соответствующий пример. Исходная система (1) имеет вид

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 < x_3 \\ 2x_1 - x_2 < x_3 \\ -x_1 < x_3 \\ x_3 < x_1 + x_2 \\ x_3 < -x_2 \end{cases},$$

а результирующая система, получаемая исключением  $x_3$ , имеет комитет,

$$K = \left\{ \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ -2 \end{pmatrix} \right\},$$

который невозможно достроить до комитета исходной системы (1) путем подбора как значений переменной  $x_3$ , так и кратностей вхождения членов комитета  $K$ . Отметим, что данный пример подтверждает точность теоретической нижней оценки числа членов комитета, который невозможно дополнить до комитета исходной системы [1]. Тем не менее, известно, что если результирующая система имеет комитетное решение большинства, то комитетное решение существует и для исходной системы (1), при этом должен существовать комитет результирующей системы, который можно достроить до комитета исходной системы [1].

Итак, в сообщении предлагаются пути решения проблемы продолжения комитета большинства, а также обсуждаются вопросы комитетных решений задач с присутствием нестрогих ограничений-неравенств и наличием директивных требований [2].

## Литература

1. Кривоногов А. И., Мазуров В. Д. Метод комитетов для задач оптимизации и диагностики технико-экономических систем. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР (серия: Научные доклады), 1985. – 84с.
2. Плотников С.В. О применении комитетных конструкций к теоретико-игровым моделям согласования решений // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве», 1-2 ноября 2018г., Екатеринбург, УрГАХУ, 2018. С.40.

# ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ REVIT API

*М.А. Полюхова*

ООО «Стройтэкпроект», Екатеринбург, Россия  
poluhova-m@outlook.com

Что такое API и в частности Revit API? API – это аббревиатура фразы application programming interface, что переводится как интерфейс прикладного программирования. Другими словами, это набор некоторых функций и переменных, которые помогают программисту наладить взаимодействие своей программы с какой-то другой. Соответственно, Revit API – это набор функций, который помогает связать свою программу и программу Autodesk Revit.

Сейчас развитию Revit API уделяется большое внимание. Постоянно улучшаются некоторые функции и добавляются новые. В интернете в общий доступ выложена документация [1], есть много примеров и других справочных сведений [2]. Есть возможность быстро набрать нужный код, используя Диспетчер макросов, но для проектировщиков их использование не очень удобно. Мы обычно создаём свои надстройки как отдельные проекты в Visual Studio и потом загружаем в Revit полученный файл с расширением «\*.dll». В этом случае у конечного пользователя в интерфейсе появится кнопка, которая будет по нажатию запускать программу.

В зависимости от принятых в организации стандартов проектирования возникают различные задачи, которые можно решить с помощью программирования с Revit API. У нас самые простые задачи сводятся к поиску нужных элементов в проекте, чтению у них определённых параметров и записи уже обработанных значений в новые параметры. Например, заказчик архитектурного проекта просит сделать в жилом комплексе определённое соотношение количества каждого типа квартир к общему числу квартир. Квартиры разбиваются на типы по количеству комнат и по площади. Нужно как-то посчитать это соотношение в проектируемом здании. Во встроенном функционале такой возможности не предусмотрено. Мы создали надстройку, которая собирает информацию в модели и показывает таблицу, где указан тип квартиры и соответствующий процент. Самые сложные задачи – это задачи, в которых нужно анализировать геометрию модели, рассчитывать расстояние между элементами и определять их расположение относительно друг друга. Во-первых, не всегда понятно, как формализовать все условия задачи, их может быть слишком много или некоторые условия могут зависеть от конкретной возникшей ситуации. Во-вторых, бывают неточности в построении модели, тогда при попытке считать геометрию эта неточность может сильно сказаться на результате вычислений. Например, есть надстройка, которая на разрезе стены указывает все нужные размеры и марки арматуры. Она считывает элементы, которые видны в разрезе, определяет их положение относительно друг друга и добавляет нужные аннотационные обозначения. Однако, несмотря на это, есть много задач, решение которых программно значительно увеличивает скорость работы проектировщиков и уменьшает вероятность ошибок при заполнении нужных данных в модели.

Не все создаваемые нами надстройки можно легко распространить в других организациях. Revit даёт возможность создавать свои параметры. Наличие и использование этих параметров определяется конкретной организацией, тем, какие методы проектирования в ней приняты. Использование этих параметров в программе иногда не позволяет распространить её за пределами нашей организации, но если есть исходный код, то программу всегда можно доработать.

С точки зрения программиста разработка программ для Revit достаточно удобна. Как было сказано выше, в интернете есть много справочных материалов. Программировать можно на нескольких языках: C#, VB.NET, Python, Ruby. В зависимости от выбранного языка будет отличаться не только справочная информация, но и некоторые функции API. Самым распространённым языком является C#. Также и для программистов есть несколько программ, которые облегчают и ускоряют работу. Например, Add-In Manager и Revit Lookup. Они есть в открытом доступе. Чтоб обновить файл «\*.dll», нужно перезагрузить программу Revit. Add-In Manager позволяет запускать обновлённую надстройку для тестирования без перезагрузки программы. С помощью Revit Lookup [3] можно быстро посмотреть все параметры, существующие у выбранного элемента, даже те, которые не отображаются в пользовательском интерфейсе. Конечно, всё не так просто, в API всё ещё часто возникают ошибки, какие-то функции могут работать не так, как заявлено в их описании, но благодаря большому разнообразию функций эти ошибки иногда можно устранить обходным путём.

Программирование для Revit развивается вместе с программой, уже сейчас оно помогает в решении многих задач.

## Литература

1. Онлайн документация для Revit API. URL: <https://www.revitapidocs.com/2019/> (дата обращения: 21.10.2019)
2. Джереми Таммик. Строительный кодер: блог. URL: <https://thebuildingcoder.typepad.com/blog/> (дата обращения: 21.10.2019)
3. Джереми Таммик. Интерактивный инструмент исследования базы данных Revit BIM для просмотра и навигации по свойствам и взаимосвязям элементов. URL: <https://github.com/jeremytammik/RevitLookup> (дата обращения: 21.10.2019)

# КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФЕРМЫ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАСЕЙНА В СОЧИ

*Н.Р. Проничкин*

Уральский Федеральный Университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация  
Pronka-Industries@yandex.ru

Данная статья посвящена вопросу оптимизации системы металлических несущих конструкций в решении покрытия физкультурно-оздоровительного комплекса с бассейном в г. Сочи. Данный опыт в дальнейшем может быть дублирован при проектировании спортивных сооружений с бассейнами в других городах России. Задача исследовательской работы заключалась в поиске новых видов конструктивного решения покрытия бассейнов. Объектом исследования и поиска оптимального решения покрытия являлся физкультурно-оздоровительный комплекс «Центр художественной гимнастики им. Алины Кабаевой», расположенный в г. Сочи.

Необходимо учитывать, что данный физкультурно-оздоровительный комплекс находится в сейсмически опасном районе, поэтому помимо базового комплекта документации авторы также обратились к СП 14.13330.2018.

В ходе исследовательской работы были рассмотрены различные виды конструктивных решений несущей части покрытия физкультурно-оздоровительных комплексов, в состав которых включен бассейн. Также учитывались отличительные факторы, характерные для строительства бассейна в городе Сочи и их влияние на конструктивное решение здания, в том числе на выбор покрытия. Также выполнен теплотехнический расчёт покрытия и выбор светопрозрачных ограждающих конструкций зенитного фонаря, расположенного над бассейном. В результате была разработана пространственная металлическая ферма, подобраны и просчитаны ее элементы, их вид и сечение. Проведен расчет распределения нагрузки покрытия на фундамент.

Если анализировать подробнее, то в ходе проектирования были проведены исследования и расчеты по следующим разделам:

1. выбор состава кровельного пирога;
2. построение расчетной схемы;
3. обоснование пространственного решения фермы;
4. сбор нагрузок расчетной схемы с учетом сейсмической нагрузки;
5. оптимизация расчетной схемы в соответствии с полученными усилиями;
6. разработка узлов пространственной фермы из стержней (труб) круглого сечения;
7. оптимизация конструктивного решения пространственной фермы;
8. подготовка документации раздела ПОС на монтаж данной фермы;
9. анализ возможностей тиражирования данной пространственной фермы для других объектов, как в зданиях спортивного назначения, так и объектах другого функционального назначения.

В заключении можно сказать, что разработанная пространственная ферма идеально подходит для зданий различного функционального назначения, испытывающих, в том числе, сейсмические нагрузки. Однако необходимо отметить, что данное конструктивное решение создает определенные трудности при монтаже фермы, что в принципе не является фактором, отрицающим ее применение в строительстве. Все специфические особенности монтажа пространственной фермы рассмотрены при подготовке документации раздела ПОС (технологической карты). Создавая нетрадиционные проектные решения, конструктор должен учитывать не только способность конструкции выдержать заданные нагрузки, но и продумать проектные решения, обеспечивающие удобство сборки и монтажа.

## Литература

1. СП 383.1325800.2018 Комплексы физкультурно-оздоровительные. Правила проектирования URL: <http://docs.cntd.ru/document/551394483> (дата обращения: 1.07.2019).
2. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (дата обращения: 22.07.2019).
3. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения: 25.06.2019).
4. СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096437> (дата обращения: 24.07.2019).
5. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200115736> (дата обращения: 27.07.2019).
6. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084848> (дата обращения: 23.07.2019).
7. СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия URL: <http://docs.cntd.ru/document/555600219> (дата обращения: 23.07.2019).

# ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАДРОВ В СФЕРЕ BIM-ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МЕНЕДЖМЕНТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

*Ю.В. Родионова*

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств, Новосибирск, Россия  
sudsi@nsuada.ru

В настоящее время на государственном уровне поставлена задача обеспечения всех сфер жизнедеятельности специалистами, обладающими компетенциями в области информационных технологий [1].

Если рассматривать сферы архитектуры и строительства, то высшие учебные заведения этих сфер деятельности активно внедряют элементы «цифровой трансформации» в учебный процесс подготовки специалистов, предлагая экспериментальные курсы, обучая владению современными программными комплексами, технологиями BIM-проектирования [2-4]. Однако отсутствует системность подготовки специалистов, обучение производится в статусе «экспериментального».

В настоящее время многие московские девелоперские компании переходят на проектирование и управление интеллектуальными зданиями с использованием информационного моделирования. Однако в отношении региональных российских девелоперских компаний такого сказать нельзя. Соответственно, нет массового заказа на информационное моделирование зданий архитекторами. В связи с этим, обучающиеся архитекторы не видят смысла в обучении информационному моделированию, если будущая работа будет связана с отечественным рынком. Таким образом, для разрешения ситуации с низкой востребованностью «цифровых кадров в строительстве», начинать надо с влияния на заказчиков - инвестиционные компании, которые должны знать, как получить выгоду от использования информационной модели недвижимости.

Опыт взаимодействия с проектными компаниями, применяющих информационное моделирование зданий, показал, что архитекторы с цифровыми компетенциями нужны, но, с другой стороны, у каждой организации совершенно разные технологии информационного моделирования, стандарты распределения ролей между группами, стандарты организации структур и сборок консолидированных данных. Каждая организация настаивает, чтобы будущие выпускники обучались исключительно их стандартам деятельности, с другой стороны, все стандарты являются исключительным интеллектуальным правом и их распространение не допускается. Таким образом, обучающимся трудно получить реальный опыт проектирования и овладеть современными навыками, так как организации неохотно делятся с ВУЗами своими стандартами деятельности.

В настоящее время актуальным является формирование новой специальности: «Девелопер интеллектуальной недвижимости». Основной целью профессиональной деятельности девелопера интеллектуальной недвижимости является проектирование и создание интеллектуальных градостроительных систем, начиная с этапа маркетинговой концепции и привлечения инвестиций к строительству и заканчивая управлением недвижимостью и её редевелопментом. Автором был сформирован набор компетенций, который получил как критику, так и встречные предложения по изменению со стороны девелоперских и инвестиционных компаний. В данный момент формируется пул потенциальных заказчиков на выпускников, которые смогут обеспечить гарантированный заказ и адаптацию образовательной программы для последующего представления в Министерство науки и высшего образования РФ совместно с обращением профессиональных ассоциаций [5].

На примере сфер архитектуры, строительства и девелопмента продемонстрировано выявление проблемы подготовки «цифровых» кадров, предложено ее решение посредством формирования модели новой специальности «Девелопер интеллектуальной недвижимости». Аналогичный подход можно применять при формировании новых цифровых специальностей в здравоохранении, промышленности и других сферах.

## Литература

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: Распоряжение Правительства Рос. Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. // Собрание законодательства Рос. Федерации. 2017. 07 августа. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB7915v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 30.08.2019)
2. Халаби С.М., Савельева Л.В., Плотникова О.Г. Внедрение технологий информационного моделирования в инженерно-архитектурное образование // Architecture and Modern Information Technologies. 2017. №3(40).С.322-331.
3. Ерофеев П.С., Манухов В.Ф., Карпушин С.Н. Применение технологии BIM в архитектурном учебном проектировании зданий и сооружений // Вестник Мордовского Университета. 2015. Т. 25, № 1. С. 105–109.
4. Семенов А.А. Интеграция концепции BIM в учебный процесс строительных вузов // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции. СПб.: СПбГАСУ, 2018. С. 207-211.
5. Методические рекомендации по актуализации действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования с учетом принимаемых профессиональных стандартов: приняты Министерством образования и науки Рос. Федерации 22 янв. 2015 г. // Официальные документы в образовании. Бюллетень нормативных правовых актов. — 2015. — март. URL:[http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/akty\\_minobrnauki\\_rossii/metodicheskie-rekomendacii-minobrnauki-rf-22012015-no-dl-205vn](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/akty_minobrnauki_rossii/metodicheskie-rekomendacii-minobrnauki-rf-22012015-no-dl-205vn) (дата обращения: 30.08.2019)

# ПОТЕНЦИАЛ ЭКОНОМИИ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ

О.Ю. Роднова

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия  
oksana.rodnova@mail.ru

Данная статья посвящена вопросам энергоэффективности и электросбережения с расчетом материальной выгоды и стоимости наиболее распространенных способов экономии и выработки электроэнергии. Задачи исследования – определить методы, за счет которых может быть повышена энергоэффективность жилого дома, выделить самые распространенные методы энергосбережения, а также рассчитать потенциал экономии энергоэффективности и энергосбережения, сделать вывод о том, насколько это выгодно и, в целом, рационально для обычной семьи.

Объект исследования – двухэтажный жилой дом в Свердловской области, в котором проживает семья из четырех человек. За основу взят норматив потребления на 1 человека в месяц на основании Постановления РЭК Свердловской области [1] и средний тариф на электрическую энергию для населения [2].

В статье представлены следующие способы экономии электроэнергии и повышения энергоэффективности дома:

1. Использование электросберегающих ламп;
2. Использование системы «Умный дом» [3,4];
3. Использование бытовых электрических приборов высоких классов энергоэффективности в соответствии с Постановлением Правительства РФ [5];
4. Использование возобновляемых источников энергии [6].

По результатам исследования сделаны следующие выводы:

1. Экономия электроэнергии при использовании первых трех способов может снизить до 50 % потребления, что положительно скажется на затратах на электроэнергию, но не все потенциально доступные методы являются окупаемыми в короткий срок, а потому экономическая целесообразность их применения должна определяться отдельно и индивидуально — исходя из частных обстоятельств конкретного потребителя.

2. Метод использования системы «Умный дом» из-за крайне высокой себестоимости является самым невыгодным для потребителя с экономической точки зрения, но с точки зрения снижения потребления энергии не менее эффективен, чем иные вышеперечисленные методы.

3. Использование электроэнергии от возобновляемых источников, а именно – использование солнечных фотоэлектрических преобразователей, в благоприятных обстоятельствах может помочь снизить потребление электроэнергии до 100 % при окупаемости до 5 лет, однако такие вопросы, как сложность приобретения, доставки и монтажа солнечных панелей, зависимость эффективности их работы от расположения в различных климатических зонах, особенности работы в зависимости от разного времени суток и в разные времена года, связанные с этим вопросы накопления и хранения сберегаемой энергии — всё это также требует индивидуального расчёта рациональности применения данного метода.

Результаты исследования показали: действительно, есть дешевые и окупаемые способы нерасточительного использования ресурсов нашей планеты, пусть применение их и не лишено определенных сложностей – необходим точный расчёт на каждом этапе, начиная с самого выбора метода энергосбережения, до его реализации и дальнейшей эксплуатации. В каждом отдельном случае необходимо разбираться и в том, насколько в итоге дороже или дешевле обойдётся то или иное решение для обычного потребителя. Но так как невозобновляемые источники энергии не бесконечны, они могут опустеть и энергию неоткуда будет брать в будущем. Кроме того, добыча ресурсов, необходимых для производства электроэнергии, негативно влияет на экологию регионов, где расположены их месторождения. Всё это делает разработку и внедрение методов повышения энергоэффективности домов и сокращение потребления электроэнергии в целом мерой, необходимой для развития современной энергетики, а не только способом денежной экономии конечного потребителя.

## Литература

1. Постановление РЭК Свердловской области от 27.08.2012 № 130-ПК (в ред. от 31.05.2017).
2. Постановление РЭК Свердловской области от 25.12.2018 № 315-ПК.
3. Премиум дизайн [Электронный ресурс]: Умный дом // Возможности и функции «умного дома». URL: [http://www.remndom.ru/smart\\_house/functions\\_smart\\_house/](http://www.remndom.ru/smart_house/functions_smart_house/) (дата обращения: 10.09.2019).
4. Жукова М. «Умные дома»: или нужное, или всего лишь ставшее возможным? // Смена. 2007. № 11. С.70-75.
5. Постановление Правительства РФ от 31.12.2009 N 1222 (ред. от 15.04.2017).
6. Ваш солнечный дом [Электронный ресурс]: Солнечная энергетика // Фотоэлектричество // Цена средней солнечной электростанции. URL: <https://www.solarhome.ru/solar/pv/tsena-srednej-solnechnoj-elektrostantsii.htm> (дата обращения: 10.09.2019).

# АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ВР В СОВРЕМЕННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

А.С. Романов

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
emm.yikes@gmail.com

В настоящее время архитектурные мастерские по всему миру внедряют новый метод работы над проектом – с привлечением устройств виртуальной реальности. Данная работа посвящена обзору инструментов виртуальной среды, представляющих интерес для архитектора. В том числе будет рассмотрен опыт работы с такими технологиями на основе проекта кафедры реставрации УрГАХУ. При выборе устройств упор делался на доступность для студента ВУЗа.

Первоначально технологии виртуальной реальности применялись в развлекательных целях. Однако разные специалисты усмотрели в них потенциально новые возможности для своей сферы [1]. Для архитектора интересна возможность работы «от первого лица», когда специалист может наблюдать проект «изнутри» и при необходимости вносить изменения. Это достигается благодаря использованию «шлемов» виртуальной реальности с сопутствующими «контроллерами», позволяющими отслеживать движения в пространстве [2].

Сначала такие возможности предложили игровые редакторы Unity и Unreal Engine. Однако здесь возникают проблемы с импортом моделей из архитектурных программ. Поэтому были разработаны программы для архитекторов, совмещающие возможности 3д-редакторов и BIM-моделирования. Среди них такие программы как Symmetry, IrisVR, Twinmotion и другие. Также многие из уже существующих программ стали внедрять виртуальную среду проектирования. Например, программы SketchUp, Revit и другие.

VR-технологии в проектировании имеют положительные стороны и для неспециалистов. В первую очередь, это наглядность представления архитектурного проекта. Зритель имеет возможность «испытать» здание до его постройки и рассказать свои впечатления, которые могут повлиять на принимаемые в проекте решения [1].

Также, с применением лазерного сканирования, появляется возможность создать полную информационную модель памятника архитектуры в его текущем состоянии [3]. Специалисты со всего мира могут досконально изучить интересующий их объект. Однажды зафиксированное состояние позволит следить за изменениями, а также восстановить хронологию памятника за весь период его существования [4]. Наиболее интересной звучит идея «симуляции» исторической среды, в которой был создан памятник.

Открываются широкие возможности по проектированию в существующей городской среде, что еще более актуально для приспособления памятника архитектуры. Виртуальная реальность позволяет «опробовать» различные проекты до их физической реализации во избежание каких-либо ошибок [2], пока что сугубо визуальных, но с развитием алгоритмов симуляции материалов появится возможность испытывать и конструктив здания.

По итогам исследования была разработана виртуальная модель объекта культурного наследия «Городская усадьба 19 в. в г. Первоуральске». Для работы использовался редактор Unity и шлем PSVR. Модель воспроизводит окружение памятника с рельефом местности, и сравнивает текущее состояние и реставрируемый облик здания. В будущем планируется воссоздание исторического окружения памятника, городской застройки 1870-х с реконструкцией исчезнувших заводской домны и каменной церкви.

Данная работа также рассматривает взаимодействие технологии VR со смежными технологиями: 3д-сканирование, 3д-печать и удаленный обзор с помощью камер 360 градусов. Каждая из этих технологий имеет практическую пользу для проектировщика. На личном опыте была использована технология 3д-сканирования. В работе с выявленным памятником архитектуры необходимо было зафиксировать лепнину сложной геометрии. Однако формирование виртуальной копии нельзя завершить одним сканированием. Обнаружилась масса особенностей, которые выходят за рамки данного исследования, но представляют интерес для реставрации.

В заключение следует сказать, что технологии VR предоставляют нам широкие возможности в исследовании, проектировании и реализации архитектурных объектов. Новые методы проектирования все более востребованы в мире, следовательно, и в нашей стране необходимо внедрить подобные технологии.

## Литература

1. Князева, Г.В. Виртуальная реальность и профессиональные технологии визуализации // Вестник ВУиТ. 2010. №15. С.68-76.
2. Чистяков А.В. Интерактивное виртуальное прототипирование в архитектурном проектировании // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2017. Т.17, №4. С.74-78.
3. Kyriaki, Oudatzi. Virtual reality in restoration of historic buildings: 3D Model Projection of the Restoration Project of Alaca Imaret Câmi with Intuitive and Interactive Application Through Hyper Realism Technology / Oudatzi Kyriaki // IEEE. Materials of 16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, Seoul, Korea. 2010. p.361-365.
4. Fang Li. Application of VR Technology in After-Earthquake Restoration of Cultural Architecture / Li Fang, Zhou Ding // Springer. Advances in Image and Graphics Technologies. 2013. Ch.15.

# ОБЗОР ЭКОЛОГИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОЗЕЛЕНЕНИИ И ДИЗАЙНЕ ЛАНДШАФТА

*И.Г. Садыкова, Т.О. Махова*

Сочинский Государственный Университет, Сочи, Россия  
Blossom\_orange@mail.ru

В тезисах описаны технологии, примененные в городской среде, с целью минимизации потребляемых ресурсов и решения экологических проблем, а именно:

- загрязнение воздуха посредством транспорта;
- загрязнение воздуха из-за смога;
- загрязнение водного бассейна города;
- шумовое воздействие.

Сбор дождевой воды фокусируется на перехвате ливневого стока для полезного использования. Здания и ландшафты «могут быть спроектированы таким способом, чтобы максимально увеличить площадь водосбора, тем самым увеличивая возможности сбора дождевой воды», причем перехваченная вода может собираться, удерживаться и направляться для использования в испарительных охладителях, промывке туалета, на фермах и автомойках, орошении внутренних растений, а также орошении газонов и огорода (рис. 1).

Сбор дождевой воды лучше всего работает с простыми конструкциями. Архитектурные желоба и водосточные трубы, прочные контейнеры для хранения или направляющие дождевые осадки непосредственно на насаждения и газоны – обеспечивают прочное и простое в обслуживании решение[1].



*Рис. 1 Пример оранжереи с поливом собранной дождевой воды*

Полная переработка воды на месте скоро станет реалистичным для многих объектов. Данный принцип заключается в делении воды на четыре уровня качества: питьевой, непитьевой, серый и черный. Вся вода на земле перерабатывается, выпадая из насыщенного воздуха, как дождь, снег, мокрый снег или град, впитывается в землю, чтобы втягиваться в растения, а затем отводиться обратно в воздух через испарения [2].

В VanDusen Botanical Garden в Ванкувере используются только возобновляемые источники энергии. Системы сбора дождевой воды, её дальнейшей фильтрации и использования для полива растительности делают строение максимально полезным для всего ботанического сада. Кроме того, современные технологии предусматривают формирование комфортного микроклимата, как в самом объекте, так и возле него. На размер поверхностного стока дождевых вод оказывают влияние суммарное количество осадков, их вид, продолжительность, интенсивность, а также время выпадения [3, 6].

Следует обратить особое внимание, что Ботанический сад МГУ «Аптекарский огород» презентовал уникальную для России систему сбора дождевой воды. На крыше оранжереи построили систему металлических желобов, по которым дождевая вода будет поступать в подземные резервуары, а оттуда с помощью насосов подаваться в пальмовую и суккулентные оранжереи.

Итак, инновации позволяют снизить агрессивное влияние на окружающую среду. Развитие экологического мышления - это мировой тренд. Интегрируя инновации в городскую среду можно не только улучшать экологию своей страны, но и экспортировать отработанные технологии в другие страны, получая прибыль.

## Литература

1. Ali Sayigh Auth Sustainability, Energy and Architecture. Case Studies in Realizing Green Buildings. UK. Oxford OX 5, 2014. 524 p.
2. Табунщиков Ю.А., Бородач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. С. 17-35.
3. Балакай Г.Т., Балакай Н.И., Бабичев А.Н., Балакай С.Г., Монастырский В.А., Ольгаренко В.И. Мелиоративные компенсационные мероприятия, снижающие поверхностный сток талых, дождевых и ирригационных вод с земель сельскохозяйственного назначения. Научный обзор. Новочеркасск: ВИНТИ РАН, 2014, 82 с.

# ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В УМНОМ ГОРОДЕ

*А.С. Самарина<sup>1</sup>, Г.Б. Захарова<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Уральский Федеральный Университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
anastasia.sam2012@yandex.ru, zgb555@gmail.com

Современные технологии интерактивной визуализации, такие как виртуальная (VR), дополненная (AR) и смешанная (MR) реальность, динамично развиваются в последние несколько лет и находят всё большее применение. Технология AR идёт в своём развитии несколько позади VR, к примеру, на кривых Гартнера 2017 и 2018 года, отображающих цикл зрелости технологий, VR отмечена как проверенная и тиражируемая технология, в то время как AR ещё не вышла на так называемую стадию продуктивности. В данной работе на основе обзора и анализа российских и зарубежных AR решений и технологий мы покажем перспективность AR. Кроме того, принимая во внимание современные тенденции цифровизации применительно к развитию городов, а именно понятие умного города, мы интегрируем AR в умный город и покажем, как данная технология вписывается в городскую инфраструктуру и какое влияние оказывает.

В соответствии с федеральным проектом "Цифровые технологии" национальной программы "Цифровая экономика" [1] определен перечень основных сквозных цифровых технологий. Перечень включает самые перспективные направления (большие данные, нейротехнологии и искусственный интеллект, робототехнику, технологии беспроводной связи и другие), отдельной строкой здесь записаны и технологии виртуальной и дополненной реальностей. Ведомственный проект «Умный город» реализуется в рамках национального проекта «Жилье и городская среда», он направлен на повышение конкурентоспособности российских городов, создание безопасных и комфортных условий для жизни горожан. С момента своего появления в 2000-х годах концепция умного города включала развитие таких направлений, как городской транспорт, инновации для городской среды, безопасность, здравоохранение и образование, ЖКХ, туризм и сервис и др. Применительно к этим направлениям на примерах реализованных проектов покажем возможности систем AR.

Так, оцифрованные здания в виде BIM-моделей могут отображаться в дополненной реальности для целей их эксплуатации. Учреждения культуры, торговые центры, кинотеатры проецируют на гаджет данные рекламного и маркетингового характера. В области туризма дополненная реальность создаёт образы исчезнувших или наоборот будущих зданий. Музейная сфера наилучшим образом подходит для реализации AR. AR используется в телестудиях и на сцене. Пример взаимодействия с цифровыми персонажами – открытие финала чемпионата 2018 г. по игре League of Legends, когда персонажи игры отображались рядом с артистами.

Транспорт. Как дополнение к традиционным картам навигации компания Google разработала прототип системы дополненной реальности для приложения «Карты». Приложение определяет местоположение с помощью GPS и использует панорамы Street View для повышения точности. Когда местоположение определено, на экране смартфона отображаются подсказки для навигации – стрелки и направления. Через несколько лет подобная система будет внедряться в автомобили, а дополненная реальность покажет на лобовом стекле, куда следовать. Проекция дорожных знаков также могут отображаться в кабине водителя.

В сфере безопасности на основе собственных алгоритмов распознавания лиц в видеопотоке компания VisionLabs [2] на выставке Инопром-2019 представила очки AR для соответствующих служб, которые выводят предупреждение, если человек, попавший в поле зрения, зафиксирован в базе данных неблагонадежных лиц.

Медицина также перспективна в отношении AR. Компания Viraag разработала AR-очки, которые во время хирургической операции передают изображение на дисплей удалённому врачу, при этом проводится обсуждение текущей ситуации в реальном времени. ARnatomy создали программное обеспечение для интерактивного изучения элементов скелета с применением очков дополненной реальности. Компания Google разработала AR микроскоп, который в режиме реального времени получает данные из нейронной сети, обнаруживающей раковые клетки [3].

Разработка систем AR является достаточно трудозатратной и связана с программированием интерактивной графики. В настоящее время разработаны инструментари, в которых непрограммирующий пользователь может создавать свои проекты. Это EV Toolbox московской компании EligoVision – конструктор для создания проектов дополненной и виртуальной реальности. Платформа ARGIN (Екатеринбург) также позволяет создать любой AR проект на интернет-портале.

Таким образом, технология дополненной реальности органично вписывается в контекст умного города и повышает качество взаимодействия жителей с новыми информационными технологиями.

## Литература

1. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика РФ» // Сайт правительства РФ. URL: <http://government.ru/info/35568/> (дата обращения 21.10. 2019).
2. Компания, которая лучше других может распознавать лица // URL: <https://intalent.pro/article/intervyu-s-osnovatelyami-visionlabs.html> (дата обращения 21.10. 2019).
3. Google создает умный AR-микроскоп // URL: <http://integral-russia.ru/2018/04/26/18868/> (дата обращения 21.10. 2019).

# МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ПОДГОТОВКИ BIM-СПЕЦИАЛИСТОВ

*А.А. Семенов*

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия  
sw.semenov@gmail.com

Развитие технологий информационного моделирования в строительной отрасли (BIM-технологий) является основой ее цифровизации. При использовании информационных моделей весь процесс проектирования, строительства и эксплуатации объектов переносится в единое информационное пространство, что позволяет централизованно управлять всеми изменениями, избегать множества ошибок и выполнения дублирующих операций [1–3]. Во многих странах эта концепция уже активно применяется, отставание России же в этом вопросе составляет, по разным оценкам, порядка 10-15 лет. За последние годы этот разрыв начал существенно сокращаться, в первую очередь, благодаря появлению руководящих документов и распоряжений о необходимости внедрения BIM в строительную отрасль. Кроме того, сейчас начать внедрение этих технологий намного проще, поскольку уже существует современное программное обеспечение и опыт других стран, чего 15 лет назад еще не было.

Одним из ключевых вопросов внедрения технологий BIM является вопрос подготовки кадров [4–6]. Для архитектурно-строительных университетов страны это серьезная задача, которая осложняется жесткостью правил построения учебного процесса и привычке к сложившейся годами форме обучения. Суть BIM-подхода к проектированию, строительству и эксплуатации заключается в одновременной работе разнопрофильных специалистов в едином информационном пространстве. Смоделировать такую ситуацию в рамках учебного процесса крайне сложно, поскольку это подразумевает проектную форму обучения, что является непривычным для российской системы образования. Кроме того, в пределах четырехлетней программы бакалавриата сложно синхронизировать студентов различных направлений подготовки. При массовом обучении всех студентов сформировать полностью укомплектованные проектные группы также весьма трудно.

На данный момент опыт СПбГАСУ позволил выявить один из подходов в обучении BIM, который заключается в следующем. Студентам инженерных направлений подготовки на втором курсе преподается базовый курс владения программными комплексами, позволяющими использовать BIM-подход (например, Autodesk Revit). Далее студенты изучают один семестр программный комплекс углубленно на выпускающей кафедре (в зависимости от своей специализации). После этого становится возможным «познакомить» их со смежными специалистами и работой в команде. Фактически, необходимо собрать в учебную группу архитектора, специалистов по конструкциям, водоснабжению и водоотведению, теплогазоснабжению и вентиляции, электросетям, сметчика и программиста, отвечающего за настройку среды общих данных и автоматизацию процессов. Круг участников может расширяться: могут быть привлечены специалисты по техносферной безопасности, организации процесса строительства и др.

Для сопоставления масштабов можно посчитать количество студентов: в настоящий момент в СПбГАСУ на 3 курсе направления подготовки «Строительство» есть 18 групп (в среднем – по 25 человек), а на водоснабжении и водоотведении – 2 группы. Подобный дисбаланс наблюдается и между другими направлениями подготовки, что не позволяет охватить полноценным командным обучением всех студентов.

В связи с этим, в настоящий момент обучение совместной работе предлагается осуществлять в форме факультатива: поскольку он не является обязательным, он позволяет улучшить баланс между количеством участников, а также снимает проблемы со встраиванием в учебное расписание, поскольку находится за его пределами (занятия вечером или в субботу) – это позволяет синхронизировать студентов с разных направлений подготовки. Опыт проведения такого факультатива подробно рассмотрен в работе [7].

## Литература

1. Kim J. et al. 3D earthwork BIM design and its application in an advanced construction equipment operation // AEJ. 2019. Vol. 4, № 2. P. 22–26.
2. Алабин А.В., Свищева М.А. Преимущества создания проекта реконструкции, модернизации и демонтажа объектов строительства с использованием BIM технологий // Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 1. С. 92–96.
3. Рыбакова А.О., Харитонов Д.С. BIM-сопровождение для эффективности проектирования и строительства // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 6 (96). С. 109–111.
4. Разов И.О., Березнев А.В. Внедрение BIM в образовательный процесс для подготовки Инженера 2.0 // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. СПб.: СПбГАСУ, 2019. С. 215–218.
5. Халаби С.М., Савельева Л.В., Плотникова О.Г. Внедрение технологий информационного моделирования в инженерно-архитектурное образование // Architecture and Modern Information Technologies. 2017. Vol. 40, № 3. P. 322–331.
6. Гришина Н.М., Чалый Ю.Ю. Проблемы и перспективы обучения BIM в ВУЗах: управление развитием в строительстве // Известия КГАСУ. 2017. № 3 (41). С. 277–288.
7. Гаврилова А.В., Князева Л.Л., Койков В.В., Фёдоров О.П. Межкафедральный BIM-факультатив вуза как основа внедрения новых технологий в образовательный процесс // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. СПб.: СПбГАСУ, 2019. С. 200–206.

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

*П.А. Скачков*

МБУ «Мастерская генерального плана», Екатеринбург, Россия  
paskaiver@gmail.com

В настоящее время подходы к территориальному планированию дополняются формированием цифровых моделей городов и регионов. Такое нововведение требует значительной работы в части создания единой структуры данных при моделировании городских процессов, а также сбор и обработку сведений из различных источников.

На данный момент структура данных для цифровых версий документов территориального планирования, предложенная в «Требованиях к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения» [1], в достаточной мере описывает основные инфраструктурные элементы городов.

Однако на практике формирование сведений в ней выявляет ряд серьёзных проблем в связи с отсутствием полных актуальных исходных данных в государственных органах (включая государственные реестры), ресурсоснабжающих организациях, частных организациях, а также открытых источниках. Сбор и обработка подобных сведений как правило требуют ряда установочных совещаний, целью которых является формирование у всех участников процесса единых исчерпывающих требований к описанию объектов планирования, а также создание в структуре подразделений будущих операторов данных.

Все эти мероприятия являются необходимыми, так как от достоверности исходных данных и согласованности всех сторон во многом зависит результат территориального планирования. Также для формирования достоверных исходных данных в обязательном порядке должны использоваться результаты полевых исследований об объектах планирования, такие как фиксация пассажиропотоков на маршрутной сети, карты перемещений граждан от сотовых операторов, половозрастная структура населения в соответствии с местом проживания и т.д.

Во время процесса планирования в порядке, установленном законодательством [2, 3], проводится процедура общественных обсуждений. Такой формат предполагает работу с населением для выявления точек зрения относительно формируемого документа. На данный момент предпочтительным является информирование населения средствами современных информационных ресурсов, в том числе сети Интернет.

Однако данный инструмент не ограничивает публикацию отдельных элементов подобных проектов в рамках планирования городской инфраструктуры. Например, в городе Екатеринбурге в рамках работы по проекту Генерального плана развития на период до 2035 года были сформированы материалы, которые легли в основу «Тепловой карты мест в дошкольных образовательных организациях и общеобразовательных организациях», размещённой на официальном геопортале города Екатеринбурга [4]. Именно так можно проводить оповещение граждан о планируемых мероприятиях в части развития городской инфраструктуры.

Однако, какой бы подробной ни была сформированная модель, текущий формат Законодательства предлагает фиксированный во времени вариант в виде схем территориального планирования, которые теряют актуальность на следующий день после утверждения. Данная проблема решается за счёт внесения изменений в схемы территориального планирования, однако срок данных мероприятий не представляется приемлемым.

Именно поэтому в последнее время всё чаще рассматривается вопрос об изменении самого формата территориального планирования и перехода к параметрическим системам, позволяющим в режиме реального времени вносить изменения в планы по развитию инфраструктур городов и регионов.

В то время как решения в части принятия нового формата не утверждены, единственным направлением деятельности, которое могут избрать органы исполнительной власти остаётся реализация проекта «Умный город» в рамках национального проекта «Жильё и городская среда» и национальной программы «Цифровая экономика». Таким образом, можно эффективно сочетать переход от формата схем территориального планирования к параметрическим системам территориального планирования и подготовку информационных моделей, наследуя лучшие традиции классического формата и формируя компетенции и сведения для нового.

## Литература

1. Приказ Минэкономразвития России от 9 января 2018 г. № 10 «Об утверждении Требований к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения и о признании утратившим силу приказа Минэкономразвития России от 7 декабря 2016 г. № 793»;
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ;
3. Положение «О порядке организации и проведения общественных обсуждений по проекту генерального плана городского округа - муниципального образования «город Екатеринбург» и по проектам, предусматривающим внесение изменений в генеральный план городского округа - муниципального образования «город Екатеринбург», утверждённое Решением Екатеринбургской городской Думы от 27.11.2018 № 8/6;
4. Официальный геопортал города Екатеринбурга URL: <https://геопортал.екатеринбург.рф>. (дата обращения: 12.08.2019).



# СИНТЕЗ МИРА ИСКУССТВА И МИРА НАУКИ ПОСРЕДСТВОМ ЭКСПЕРИМЕНТА С СИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ

*О.С. Сотникова, И.П. Кириенко*

Сочинский государственный университет, Сочи, Россия  
sotnikova-sochi@mail.ru, mikirienko@mail.ru

Гипотеза Р. Штайнера впервые в истории сделала возможным синтез двух миров, существовавших до него в изоляции, – мира искусства и мира науки [1]. Проблема декорирования пространства интерьера жилых и общественных помещений в настоящее время требует расширения спектра возможностей применяемых художественных изделий из синтетических материалов в связи с изменяющейся культурно-ценностной ориентацией интерьерного пространства. Требования современного «умного города» побуждают дизайнеров искать все более индивидуальный подход к дизайну интерьеров жилых и общественных помещений. Моделируются новые формы, сочетающие в себе футуристические и бионические фрагменты. Эксперимент с применением синтетических материалов начался с изучения особенностей и применения на практике полимерной глины. Бижутерия как «микроформа» позволила найти технологические возможности создания «макроформы» для фрагмента дизайна интерьера. Этот процесс был осуществлен в магистратуре на практике проектирования СГУ (рис. 1).



*Рис. 1. Последовательность трансформации «микро-формы» в «макро-форму» панно в интерьере. Основа ПВХ, материал – самозатвердевающая, облегченная полимерная глина. Авторская разработка Сотниковой О.С., руководитель Кириенко И.П.*

В результате экспериментального проектирования соединены различные техники: 1 – мокумегане (mokumegane) – метод получения своеобразного рисунка путем складывания цветных слоев; 2 – микашифт (micashift) – узко нарезанные полоски полимерной глины, которые, смещаясь относительно друг друга, образуют различные рисунки; 3 – техника филигрань – филигранные изделия из пластика дополняются «зернью» – маленькими шариками из полимерной глины, которые прикрепляются в тех местах, где необходимо сделать акцент. Эксперимент приобретает статус художественного приема, учитывает закономерности повторяемости однотипных элементов в живой природе. В процессе «самопостроения» наращиваются новые, повторяющиеся по форме элементы, что дает им возможность выполнять заложенную в них генетическую программу и экономно расходовать энергию, время, материал. Повторяющиеся элементы и возникающие между ними связи в природных формах образуют многообразные комбинации, воспринимаемые как проявление объективных законов гармонии [2]. На практике применен природоподобный метод открытых систем в проектировании элементов интерьера. Системы, между внутренними элементами которых и элементами среды осуществляются переносы вещества, энергии и информации, носят название динамических систем. К одним из главных тенденций, определяющим современный этап развития технической эстетики, следует отнести интеграцию и междисциплинарность. Объектом большинства научных изысканий на сегодняшний день становятся предметы органического мира. Итак, с помощью таких дисциплин как нанобиотехнологии, практически нивелируется барьер между органическими и неорганическими материалами [3].

## Литература

1. Штайнер Р. Сущность музыкального. Ереван: Лонгин, 2010. – 208 с.
2. Калинин М.М. Научная школа эргодизайна ВНИИТЭ: предпосылки, истоки, тенденции становления: моногр. М.: ВНИИТЭ; Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. – 368 с.
3. Жердев Е.В. Метафорическая образность в дизайне. М.: МСХА, 2004. – 224 с.

# ВЛИЯНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОБРАЗ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

*Т.Е Стахеева*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
e-mail: stakheeva1284@mail.ru

Аддитивные технологии - одно из наиболее динамично развивающихся направлений «цифрового» производства. Данные технологии способны к объединению материалов и печати трехмерных моделей, исходя из заданных габаритных характеристик спроектированного объекта. Аддитивные технологии широко распространены во всем мире и являются главными передовыми технологиями, затрагивающими практически все сферы нашей жизнедеятельности. С 2014 по 2019 гг. увеличилось количество способов использования 3D печати, появилась возможность изменения - улучшения свойств напечатанного объекта. Возникновение новшеств выразилось в заинтересованности аудитории инженеров, строителей и архитекторов к новым технологиям. Симбиоз цифрового проектирования и аддитивных технологий стал выгодным и удобным способом создания архитектурных проектов, так как при взаимодействии двух данных стадий реализации здания мы имеем возможность быстрого прототипирования и получения малой визуальной модели нашего объекта. Подобная визуализация помогает архитекторам не только улучшать эстетические качества будущего сооружения, но и влиять на конструктивные характеристики: изменять параметры объекта, корректировать несущие и несомые элементы постройки на цифровом уровне чертежей и 3d проектов. Данный способ архитектурного проектирования и модельно-макетной визуализации обеспечивает грамотный подход к дальнейшему строительству. Послойное «наращивание» заменяет собой «вытачивание» и «шлифовку» субтрактивных технологий. Благодаря этому, мы имеем возможность наглядно убедиться в результативности 3d-печати, а также увидеть ее внедрение в обыденные, закоренелые способы строительства. Так на сегодняшний день продукты 3d печати встречаются в элементах конструкций, интерьере, фасадных оболочках. При этом так же существует возможность полной аддитивной реализации малых архитектурных форм или крупных, сложных по конфигурации объектов.

Характерная прочность и высокое качество аддитивных построек достигается путем использования масс бетона, гипса, деревянного волокна, металлического порошка, цемента (портландцемент), поликарбоната, песка (диоксид кремния, оливин, хромит, циркон, глинозем, муллит, кварцевое стекло, шамот), синтетических волокон, органических смесей и полифенилсульфона. В проектах XXI века, реализованных 3d-устройствами, можно увидеть реальные возможности печати сооружений из бетона, цемента, гипса, песка, полимеров и соломы с клеем. В перспективе развития аддитивных технологий находится использование смесей с бактериальными составляющими для повышения прочностей элементов постройки и получения новых свойств материалов: способность реагировать на температуру и влажность воздуха, вторично использоваться, являться сырьевой подосновой элементов зеленой архитектуры и т.д. Корректируя состав пластиковой массы 3d-принтера, мы можем влиять на плотность, прочность, тяжесть, температуростойкость, теплопроводность, водопоглощение, водонепроницаемость, морозостойкость и на прочие несомые характеристики проектируемого объекта. Итак, используя аддитивные технологии, мы получаем большой спектр возможностей, помогающих добиться нужных, требуемых для конкретного объекта особенностей строения. Образ современной архитектуры во многом зависит от актуальности аддитивных технологий и их возможностях роботизированного строительства. Изменения привычных ранее объемно-пространственных композиций в сторону каверзных пластиковых оболочек является одновременно итогом и свидетельством появления аддитивных технологий. Таким образом, за развитием аддитивных технологий и их усовершенствованием находится грань, разделяющая архитектуру настоящего и архитектуру будущего. Дальнейшее развитие аддитивности способствует улучшению качества жизни населения с поддержанием экологии и приобщением зеленой архитектуры к образу жизни человека.

## Литература

1. Мустафин Н.Ш., Барышников А.А. Новейшие технологии в строительстве. 3D принтер // Региональное развитие: электронный научно-практический журнал. 2015. № 8(12). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/noveyshie-tehnologii-v-stroitelstve-3d-printer> (дата обращения: 15.08.2019).
2. Шишковский И. В. Перспективы быстрого прототипирования для изготовления моделей и литейных форм // Литейное производство. 2010. № 6. С. 23-29.
3. Лунева Д.А., Кожевникова Е.О., Калошина С.В. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2017. Т. 8. № 1. С. 90-101.
4. Арх: Архитектурный прорыв в Баку: В.Н Белоголовский, 2015. URL: <https://archi.ru/world/48660/arkhitekturnyi-proryv-v-baku-9> (дата обращения: 10.07.2019).
5. В Пекине представили самый большой павильон, напечатанный в 3D/ MIRUM. URL: [http://mirum.ru/news/world\\_trend/3d/v\\_pekine\\_predstavili\\_samyu\\_bolshoy\\_pavilon\\_napechatannyy\\_v\\_3d/](http://mirum.ru/news/world_trend/3d/v_pekine_predstavili_samyu_bolshoy_pavilon_napechatannyy_v_3d/) (дата обращения: 20.08.2019).

# РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВА В МАНХЭТТЕНСКОЙ МОДЕЛИ

*С.С. Титов, Л.П. Холодова*

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
stitov@usaaa.ru, lph@usaaa.ru

Феномен манхэттенизма [1,2] следует изучать и применять в рамках парадигмы устойчивого развития, в моделях, интерпретирующих устойчивость не как статическую, а как динамическую характеристику [3]. Нестационарность моделируемых при этом процессов учитывается использованием эволюционных уравнений типа реакции-диффузии для переменной (в пространстве и времени) величины урбанизационного потенциала, что естественно при моделировании синергетических эффектов [4,5]. Пространственно-распределенная самоорганизация, проявляющаяся в волнах жизненных циклов, участвующих в ней субъектов, может быть описана посредством фундаментальных решений соответствующих уравнений [5,6] и понята в терминах пространственной экономики через ответы на вопросы – что становится новым товаром в этой модели и как движение этого товара определяет развитие урбанизированной территории.

Так, эволюция планировки, её осей, транспортно-коммуникационной сети и т.п., описывается фундаментальными решениями с различной размерностью и метрикой соответствующего пространства-времени, моделируя, в том числе, процессы перехода от радиальной к прямоугольно-ортогональной и многоэтажной планировочной структуры.

Градостроительная модель Манхэттена явила миру развивающуюся территорию, но не за счет освоения прилегающих земель, а за счет «выдавливания» кварталов по вертикали. Р. Колхас [1,2] в своих трудах назвал модель Манхэттена своеобразным предвидением, которое будет завоевывать мировое пространство. Можно с уверенностью сказать, что процессы «выдавливания» исторических кварталов мегаполисов всего мира действительно происходят. Эти процессы могут быть предметом научных исследований архитекторов. Историческое ядро крупных городов можно рассматривать как место, не имеющее возможность расширяться по горизонтали. Внутри исторических центров идут процессы, сопоставимые с теорией манхэттенизма [6].

Осознание и формулировка уравнений и законов, которым подчиняется динамика городской среды как объекта рассмотрения и моделирования посредством BIM-технологий на всех этапах жизненного цикла урбанизированной территории позволяет правильно генерировать управляющие воздействия на неё как единую систему в соответствии с целевыми функциями процесса её развития, что невозможно без правильного учёта геометрических характеристик данного пространства [7-16].

## Литература

1. Колхас Р. Нью-Йорк вне себя. Ретроактивный манифест Манхэттена/ Пер. с англ. М.: Strelka Press. 2013. – 336 с.
2. Колхас Р. Нью-Йорк вне себя. Ретроактивный манифест Манхэттена/ Пер. с англ. М.: Strelka Press. 2013. 19 с.
3. Дж. Форрестер. Динамика развития города. М.: Прогресс. 1974.
4. Холодова Л.П., Титов С.С., Янкова Я.К. Глобальная креативность: синтез архитектуры с другими научными дисциплинами. Известия ВУЗов. Архитектон, 2004, №1.
5. Титов С.С., Холодова Л.П. Синергетически-планировочный анализ региональной урбанизации. Известия ВУЗов. Архитектон, 2007, №19.
6. Титов С.С., Холодова Л.П. Манхэттенский код. Известия ВУЗов Архитектон, 2018.
7. В.Степанов, А.И.Фирсов. Пространство в математике и архитектуре. М.: Изд. МАРХИ,2009 - 144 с.
8. Дубровин Г.И., Овечкин А.В., Титов С.С. Комбинаторная планиметрия в структурном анализе универсальных модульных зданий // Архитектон – 2007 – №20.
9. Титов С.С., Оржеховская Р.Я.. Студия математического творчества (кибернетический и синергетический аспект) // Архитектон 2007 №18.
10. Авдоткин Л.Н. Применение вычислительной техники и моделирования в архитектурном проектировании. М.: Стройиздат, 1978. – 255 с.
11. Зигель, К. Структура и форма в современной архитектуре / К. Зигель; пер. с нем. Г.М. Гольденберга; под ред. В.Г. Гроссмана, А.И. Серебряной. М.: Стройиздат, 1963. – 267 с.
12. Фридман, И. Научные методы в архитектуре. М.: Стройиздат, 1983. – 160 с.
13. Бояркина М.Г., Титов С.С. Количественный анализ промышленной территории как метрического пространства. Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. N 10, 1987. С. 48-52.
14. Мокряков О.И., Холодова Л.П., Титов С.С. Использование компьютерных графических моделей при реконструкции исторически сложившихся территорий. Тезисы докладов Третьей научно-технической конференции Ростовского Архитектурного института. Ростов-на-Дону: РАИ. 1991.
15. Холодова Л.П., Титов С.С. Разработка компьютерной модели уральского города для ретроспективных и прогностических исследований. Архитектура России. Межвузовский сборник тезисов. Екатеринбург: УралАРХИ, 1992. С. 85-87.
16. Холодова Л.П., Шипицына О.А., Мохова А.В., Титов С.С. Промышленная архитектура Урала XIX-начала XX веков. (электронная монография).Электронный справочник. 2001. URL: [www.usaaa.ru/Industrial\\_Urals](http://www.usaaa.ru/Industrial_Urals). (дата обращения: 30.08.2019)

# УМНЫЙ ДВОР

*И.С. Трубникова*

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
rinnna@yandex.ru

В России стратегически важной задачей является реализация проекта «Формирование комфортной среды на 2018-2022гг.» Президент подчеркивает, что одно из ключевых направлений, требующее максимально тесного взаимодействия между жителями и местной властью, – это благоустройство. Как показывают наблюдения, открытые пространства не соответствуют требованиям современного человека к уровню, качеству, темпу жизни. Они частично отвечают нормативно-правовым нормам, но не отвечают социальному заказу общества.

Сегодня существуют следующие проблемы, связанные с дворовыми пространствами. [1] Проблема восприятия дворового пространства жителями. Проблема функционирования дворового пространства. Проблема соответствия дворового пространства запросам различных групп населения. Особой проблемой дворового пространства является отсутствие уникального, позитивного места.

Исследования дворовых пространств жилых домов свободной планировки демонстрирует хаотичное использование территории, отсутствует зонирование территории: смешаны функции паркования, озеленения, нет четкой организации территории детских игр. Исследование дворовых пространств хаотичной застройки показывает, что у данного типа отсутствует деление дворового пространства на зоны, территория вокруг дома занята под парковочные места. Из-за небольшой территории во дворе практически отсутствует озеленение. Натурные обследования подтверждают проблемы дворов хаотичной застройки. (рис1) Небольшая территория дворового и междворового пространства требует особого архитектурно-планировочного решения. Современное дворовое пространство –это среда, созданная по принципу адресности, а также с оптимальным использованием всех открытых пространств жилого комплекса. [2]



*Рис.1 Результат натурального обследования*

*а) парковка во дворе б) дворовое пространство в)озеленение (фото Трубникова И.С.)*

Современные технологии во дворах позволяют создавать интерактивные игровые зоны, и для них не требуется много пространства. В мире накоплен достаточный опыт по внедрению уличных детских развивающих площадок. В таких интерактивных игровых зонах дети не только играют и проводят весело время, но и тренируют память. Как показывают натурные наблюдения, дворы оснащены игровым оборудованием для детей от 0-5 лет, а детям старшего возраста приходится искать другое место для игр. Чаще всего, это проезжая часть двора или дети идут играть в школьный двор. Для детей двор–это город в миниатюре, где он активно проявляет себя, учится общаться со сверстниками. [3] Итак, нормальная социализация в среде сверстников возможна во дворе, который оборудован для всех социальных групп.

## Литература

1. Барсукова Н.И. Вопросы типологии жилых дворовых пространств современного города. // Вестник оренбургского государственного университета 2015. №5 С.115-120.
2. Анисимова, Л. В. Городской ландшафт: социально-экологические аспекты проектирования. Вологда: ВоГТУ, 2002. – 192 с.
3. Пиир А.М./ Для чего нужен двор? (Возрастные сообщества ленинградских дворов)//Антропологический форум-2005.-№5- С. 345-378

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИОНИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Ж.Э. Уморина

Уральский государственный архитектурно-художественный университет, г. Екатеринбург, Россия  
umorina87@yandex.ru

Архитектурное творчество – процесс невероятно сложный и неоднозначный. Поиск первоисточников для создания новых концептуальных решений здесь является важной частью работы над проектом. С начала 60-х гг. прошлого столетия внимание значительной части архитектурного сообщества обращено к природному окружению, оказавшемуся кладью нетривиальных идей [1, С 54].

Были изучены теоретические и научные предпосылки возникновения концепции природных аналогий в архитектуре. Вследствие чего сделан вывод о том, что совокупность единовременно сложившихся факторов – проведения теоретических изысканий в области пространственно-временной системы, появления новых представлений в области физики, математики, биологии и генетики, ознаменовавших эру всеобщей компьютеризации, изобретение новых строительных материалов и техник, появления архитектурных теорий, преподнесших архитектуру как неотъемлемую часть природного окружения, – стала основой нового миропонимания архитекторов [2]. Архитектурные объекты, имеющие отношение к концепции использования природных аналогий и их анализ, позволил сделать вывод о том, что понимание подобия природному аналогу различными группами современных архитекторов различно. Классифицируя типы природных аналогий в объектах современной архитектуры, было выделено три типа аналогий с объектами живой природы: прямые аналогии, аналогии формирования структур и аналогии процессов. Разработанная классификация позволила выявить большой диапазон проектных методов на основе концепции подражания объектам живой природы, которые могут быть применены при проектировании. Описана возможная методика использования различных типов природных аналогий в проектировании [3, С 32].

Проведенная работа позволила выявить и охарактеризовать методы применения природных аналогий в объектах современной архитектуры, сделать вывод о том, что на современном этапе концепция природных аналогий в архитектуре развивается в неоднозначных направлениях. Однако была рассмотрена лишь часть материала, который может быть отнесен к концепции архитектуры как живого организма, что объясняется его большим объемом и многообразием, поэтому исследование может быть в дальнейшем дополнено и углублено.

Заимствование черт живой природы было свойственно архитектуре с момента ее зарождения. В архитектуре имитировались не только закономерности космологического мироустройства, находившие выражение в отвлеченных геометрических формах, но копировались и внешние природные формы, главным образом с изобразительно-декоративными целями. Не меньшее влияние на сознание современного поколения архитекторов оказали теоретические взгляды их предшественников. Говоря об архитектуре, связанной с концепцией заимствования природных принципов организации, невозможно не упомянуть *органическую архитектуру*. Именно ее идеологи, Луис Генри Салливен и Фрэнк Ллойд Райт, первыми связали архитектуру с окружающей средой и взяли на вооружение принципы организации живой природы.

Изучение теоретических и научных предпосылок возникновения концепции природных аналогий в архитектуре позволяет сделать вывод о том, что совокупность единовременно сложившихся факторов стала основой нового миропонимания архитекторов, и, как следствие, - революции в области архитектурного формообразования. Достижения в различных научных областях – открытие фрактальной геометрии Бенуа Мандельбротом, явления тангерсити Дональдом Ингбером, проведение исследований в области генетики и биологии и оформление теории прерывистого равновесия – составили обширную теоретическую базу, которая в дальнейшем нашла практическое применение в архитектуре. Математические же открытия стали фундаментом для технического прогресса [4, С216].

Исследование показало, что используя различные типы аналогий с живой природой, архитекторы получают эстетически привлекательную, сложную, интегрированную среду, способную реагировать на запросы человека, видоизменяющуюся и эволюционирующую. Применение этих принципов в проектировании и строительстве небезосновательно можно считать ключом к достижению экологического, социального равновесия и гармонизации композиционных решений архитектурных проектов.

## Литература

1. Азизян И. А., Добрицына И. А., Лебедева Г. С. Теория композиции как поэтика архитектуры. / Азизян И. А., Добрицына И. А., Лебедева Г. С. — М.: Прогресс - Традиция. 2002. — 568 с.
2. Бабич В.Н., Кремлев А.Г. Информационно-математическое моделирование в задачах архитектуры и градостроительства [Электронный ресурс] / В.Н. Бабич, А.Г. Кремлев //Архитектон: известия вузов. – 2012. – №1(37). Режим доступа: [http://archvuz.ru/2012\\_1/5](http://archvuz.ru/2012_1/5) (дата обращения: 16.06.2016).
3. Гайдученя А. А. Динамическая архитектура: основные направления развития, принципы, методы / А. А. Гайдученя. – Киев: Будивельник, 1983. – 93 с.
4. Добрицына И. А. От постмодернизма к нелинейной архитектуре. Архитектура в контексте современной философии и науки. / И. А. Добрицына — М.: Прогресс - Традиция. 2004. — 416 с.

# ПРОЕКТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА БАЗЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ. МАТРИЦА ЭЛЕМЕНТОВ УМНОГО ГОРОДА

*В.И. Фадеев*

Институт энергосбережения им. Н.И. Данилова, Екатеринбург, Россия  
*ines@ines-ur.ru*

Региональная информационно-аналитическая система Свердловской области в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности «Матрица РесурсоСбережения» (далее – РИАС «MaPC») – это Интеллектуальная система комплексного дистанционного учета энергетических ресурсов. На сегодняшний день РИАС «MaPC» содержит в себе следующие функциональные модули:

- Модуль автоматизированного управления потреблением топливно-энергетических ресурсов «Энергоплан».
- Информационно-аналитический комплекс «ЭнергоАтлас». Интерактивная карта региона с отображением всего энергетического хозяйства. Модуль позволяет работать с электронными моделями систем энергоснабжения через Web-интерфейс. Проводить все возможные тепло-гидравлические расчеты и поддерживать данные в актуальном состоянии. Данный инструмент позволяет создавать интерактивную региональную Схему тепло- водо- газоснабжения.

- Инвестиционно-аналитический портал «Биржа энергосервисных контрактов» позволяет проводить расчет инвестиционной привлекательности объектов (учреждений), что повышает привлечение частных инвесторов и обеспечивает удобство взаимодействия участников при реализации энергосервисных контрактов.

- Модуль автоматизации сбора и передачи данных от приборов учета и сторонних систем диспетчеризации энергетических ресурсов. Сбор и хранение информации. Квитирование неисправностей. Отчеты и мнемосхемы. Интеграция с внешними системами диспетчеризации.

- Модуль автоматизации отчетности органов местного самоуправления. Обеспечивает документооборот по отчетности между Исполнительным органом государственной власти региона и органами местного самоуправления, данные по энергосбережению (топливно-энергетические балансы, схемы теплоснабжения, программы комплексного развития, программы энергосбережения и др.).

- Модуль Интеграции с ФИАС. Подготовка данных для ГИС ЖКХ [2] и ГИС «Энергоэффективность» [3].

Внедрение данной системы позволяет:

- в режиме реального времени видеть состояние энергохозяйства муниципалитета;
- оценивать потенциал муниципального образования в области энергосбережения;
- в автоматическом режиме собирать все данные о потреблении энергоресурсов подведомственными учреждениями в одном месте, что повышает корректность внесенной информации, снижает трудоемкость процесса сбора и обработки информации;

- контролировать объемы потребления ресурсов подведомственными организациями и финансирование их расходов;

- создавать любые формы отчетов по любым срезам информации из универсальной базы данных системы посредством конструктора отчетов;

- несомненное удобство заключается в принципе «одного окна», когда в одной системе объединено множество модулей в сфере ЖКХ и энергетики.

В настоящее время ведется работа по преобразованию РИАС «MaPC» в Комплексную систему цифрового развития городской среды Свердловской области «Матрица элементов Умного города» посредством дополнения системы модулем «Комфортная городская среда». Модуль «Комфортная городская среда» будет включать в себя «Конструктор городской среды», позволяющий самостоятельно без дополнительных знаний в области проектирования и благоустройства территорий, с привязкой к требованиям нормативных документов (ГОСТ, СНиП, СП и т.п.), спроектировать объект благоустройства. Помимо «Конструктора городской среды» в модуль планируется включить «Каталог малых архитектурных форм», реестр лучших проектов благоустройства территорий, а также список основных нормативных правовых актов Российской Федерации в сфере благоустройства. Таким образом, «Конструктор городской среды» позволит пользователям системы визуализировать объекты будущего благоустройства.

## Литература

1. АСУ «Энергоплан». URL: <http://asu.ines-ur.ru/> (дата обращения: 18.09.2019).
2. Государственная информационная система жилищно-коммунального хозяйства ГИС ЖКХ. URL: <https://dom.gosuslugi.ru/> (дата обращения: 18.09.2019).
3. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности ГИС «Энергоэффективность». URL: <https://gisee.ru/subsystems/> (дата обращения: 18.09.2019).

# СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

*А.В. Федорова<sup>1</sup>, Г.Б. Захарова<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Уральский Федеральный Университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
anna120996@gmail.com, zgb555@gmail.com

В условиях растущей урбанизации на современные города влияет множество негативных факторов, в том числе, растущее экологическое давление. Ключевым направлением преодоления проблем является подход к управлению городским развитием на основе цифровизации и передовых технологических решений. Концепция «умный город», которая активно развивается в России в рамках 12 национальных проектов [1, 2], в том числе проектов «Экология» и «Жилье и городская среда», предполагает реализацию автоматизированных решений на основе новых информационных технологий. К понятию «умный город» относится анализ данных, поступающих от различных городских систем, для принятия управленческих решений в целях устойчивого развития и обеспечения высоких стандартов жизни горожан.

К ключевым целям нацпроекта «Экология» относится эффективное обращение с отходами производства и потребления, включая ликвидацию всех выявленных несанкционированных свалок в границах городов. Масштабы этого явления огромны: на конец 2018 года перерабатывается или сжигается не более 4–5% мусора. В результате так называемой мусорной реформы (поправки к закону № 89-ФЗ, вступившие в силу 01.01.2019 – Закон № 503-ФЗ) планируется утилизировать до 60% ТКО в 2024 году и 95% в 2030 году.

В марте 2019 г. Министерством строительства и ЖКХ РФ утвержден стандарт «Умный город». Раздел «Интеллектуальные системы экологической безопасности» этого документа предполагает разработку систем мониторинга качества воздуха и воды в онлайн режиме. Актуальной является также автоматизация системы управления по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО). Далее на основе обзора автоматизированных систем сбора ТКО мы покажем, как решается данная проблема, а также предложим свою концепцию системы автоматизации на основе мультиагентного подхода к моделированию.

Ряд готовых российских систем представлен на платформе «Банк решений умного города» [3]. АСУ «Управление отходами» ООО «Большая тройка» предлагает автоматизацию договорной работы и начислений, управление маршрутами и местами накопления ТКО, мониторинг транспортных средств, составление отчетности по пунктам маршрута через мобильное приложение водителя. DATUM Group разработали электронную модель территориальной схемы обращения с отходами, которая отображает по региону источники образования отходов, места их сбора и накопления, объекты обращения с отходами. Подсистема математического моделирования автоматически распределяет потоки движения отходов, показывая наиболее оптимальную логистику и динамику изменения данных. Система интеллектуального сбора мусора eOstorus позволяет сократить расходы на вывоз мусора, оптимизировав процесс сбора отходов на основании информации от датчиков заполнения контейнеров. Система включает в себя платформу для онлайн мониторинга и построения маршрутов, ГИС, построение тепловых карт маршрута. МТС в июле 2019 г. запустили пилотный проект комплексного решения цифровизации сбора ТКО [4]. Решение позволяет оснастить контейнеры датчиками уровня наполнения, установить в мусоровозы навигационное оборудование для отслеживания их перемещения. Проект позволяет точно выстраивать маршруты машин, контролировать их работу и распределять автопарк, исходя из информации о наполненности контейнеров. Компания Wasteout также разработала систему мониторинга и планирования сбора ТКО с мобильным приложением для водителей.

Все решения, так или иначе, предлагают построение оптимальных маршрутов для сбора ТКО, а также позволяют отслеживать процесс сбора и состояние объектов. Некоторые компании предлагают учетную систему для подготовки и обмена документами.

В рамках проектирования собственного решения сделан акцент на выбор алгоритма для построения оптимальных маршрутов и на реализацию внутренней учетной системы. Проектируемая система состоит из подсистем для мониторинга сбора отходов, оптимизации маршрутов с использованием датчиков наполненности контейнера и мобильного приложения для водителя. Оригинальность решения заключается в том, что оптимизация маршрутов будет выполняться на основе мультиагентного моделирования.

## Литература

1. Национальные проекты: ключевые цели и ожидаемые результаты. URL: <http://government.ru/news/35675/> (дата обращения 25.09.2019).2.
2. Опубликован паспорт национального проекта «Экология». URL: <http://government.ru/info/35569/> (дата обращения 29.03.2019).
3. Банк решений умного города. URL: <https://russiasmartcity.ru/projects> (дата обращения 02.09.2019)
4. Пресс релиз МТС о запуске проекта. URL: <https://moskva.mts.ru/about/media-centr/soobshheniya-kompanii/novosti-mts-v-rossii-i-mire/2019-07-26/mts-zapustila-proekt-po-avtomatizacii-vyvoza-musora> (дата обращения 09.09.2019)

# АРХИТЕКТУРА КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ZERO WASTE»

К.А. Фомина

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия  
kfomina2003@mail.ru

На сегодняшний день движение «Zero Waste» («Ноль отходов») получило широкое распространение в мире. Множество людей следуют правилам, сформулированным одной из идеологов движения Беа Джонсон, суть которых заключается в следующем: отказ и уменьшение потребления, повторное использование и ремонт, переработка и компостирование. Первые два пункта зависят исключительно от человека и его осознанного приобретения тех или иных товаров, так как снизить производство перерабатываемых продуктов можно снизив спрос. А архитектура в данном случае может помочь на этапе повторного использования. Чтобы понять, какими методами возможна его реализация, рассмотрим несколько примеров из опыта мировой архитектуры.

Microlibrary Bima, архитектурное агентство SHAU, Индонезия, 2016

Следует отметить, что проект социально значим, так как расположен в районе проживания людей со средним и низким достатком, представляет собой бесплатную библиотеку и место проведения образовательных мероприятий. Здание расположено на уже используемой ранее территории для собраний и различных мероприятий, таким образом, пространство только обогащается, а не полностью видоизменяется. Над уже существующей сценой возведен библиотечный блок, затеняющий и защищающий ее от дождя. Поскольку здание находится в тропическом климате, одной из главных задач было создание приятного внутреннего климата без использования кондиционера. Поэтому основными критериями в выборе материала были: экономичность, способность затенять интерьер, пропускать солнечный свет и обеспечивать достаточную вентиляцию. В решении этой задачи на помощь пришло вторичное сырье, были использованы пластиковые ведерки из-под мороженого. Кроме того, с помощью компьютерных технологий на фасады библиотеки было помещено сообщение («Книги – это окна в мир») в виде двоичного кода, где нули – открытые, а единицы – закрытые ведерки [1].



Рис. 1.,2 Microlibrary. Индонезия. 2016

Следующим примером использования вторичного сырья для создания общественного пространства является «Народный павильон» в Голландии, созданный бюро SLA & Overtreders W., 2017.

Павильон построен из «взятых напрокат» материалов: бетонных свай и деревянных балок, светильников, стеклянных крыш, отопительных приборов, предметов интерьера и т.д. Фасад облицован плитками, изготовленными из пластикового мусора, предоставленного горожанами. Концепция заключается в том, что каждый человек может видеть свой вклад в строительство павильона, именно поэтому он и называется «народный» [2].

Таким образом, увеличивающееся количество подобных проектов приобщает людей к практике переработки отходов и сокращения потребления, что крайне важно в сложившейся экологической ситуации.



Рис. 3 Народный павильон. Голландия. 2017

## Литература

1. World architecture: архитектурный журнал/ URL: <https://worldarchitecture.org/architecture-projects/hhzpf/microlibrary-bima-project-pages.html> (дата обращения 18.09.19)
2. Archi.ru: архитектурный журнал/ статья А. Измайлова/ URL: <https://archi.ru/news/79148/8203-tolko-s-vozvratom-v-niderlandakh-postroili-pavilon-iz-zaimstvovannykh-i-pererabotannykh-materialov> (дата обращения 18.09.19)

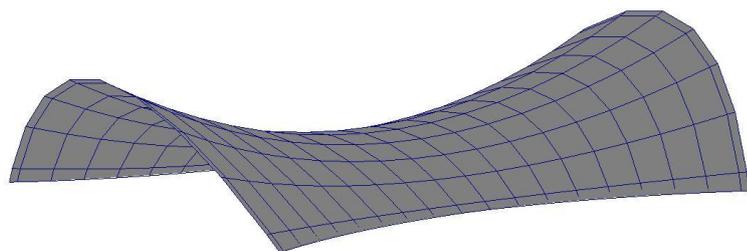
# МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В РЕДАКТОРЕ REVIT С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ

*Д.З. Хусаинов, Г.В.Хусаинова, И.В. Сагарадзе*

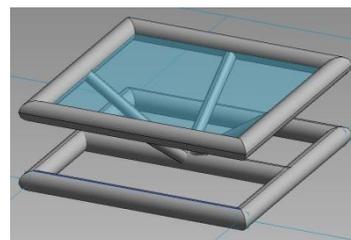
Уральский государственный архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
damiran@yandex.ru igorsaga@yandex.ru

В архитектуре и строительстве при проектировании зданий часто используются сложные формы, позволяющие добиться необходимого эстетического эффекта. Особенно зрелищно такие формы выглядят при проектировании крыш, либо навесов на основе металлических ферм, поскольку сложная поверхность в сочетании с повторяющимися вдоль нее конструктивными элементами выглядит весьма эффектно, сочетая в себе малый вес, достаточную прочность и визуальную ажурность объекта. Сложность проектирования таких объектов связана в частности с тем, что повторяющиеся компоненты крыши, сформированные из ферм необходимо разместить вдоль сложной поверхности, что неизбежно требует взаимной адаптации (подгонки) соседних элементов, поскольку их механическая укладка неизбежно ведет к образованию пустот между элементами, либо к их взаимному наложению. Точный расчет такой конструкции сделать достаточно сложно, поскольку деформации подлежит каждый элемент крыши в случае, если поверхность достаточно сложна. Решение таких задач удобно осуществлять на базе пакета Revit, предусматривающего автоматическую адаптацию компонентов крыши таким образом, чтобы заполнение поверхности шло равномерно, без зазоров и перекрытий отдельных элементов конструкции. Задача построения таких конструкций разбивается в этом случае на три этапа. На первом этапе проектируется непосредственно форма поверхности крыши или навеса. Далее формируется адаптивный компонент, укладываемый вдоль поверхности крыши. Последний этап – укладка и адаптация компонентов крыши вдоль поверхности осуществляется автоматически пакетом Revit.

В данной работе в качестве поверхности использовался гиперболический параболоид (гипар) Рис.1, весьма часто используемый в архитектуре в силу особенностей его формы. Адаптивный компонент Рис.2 задавался набором параметров (толщина стекла, радиус используемых ферм, высота компонента).

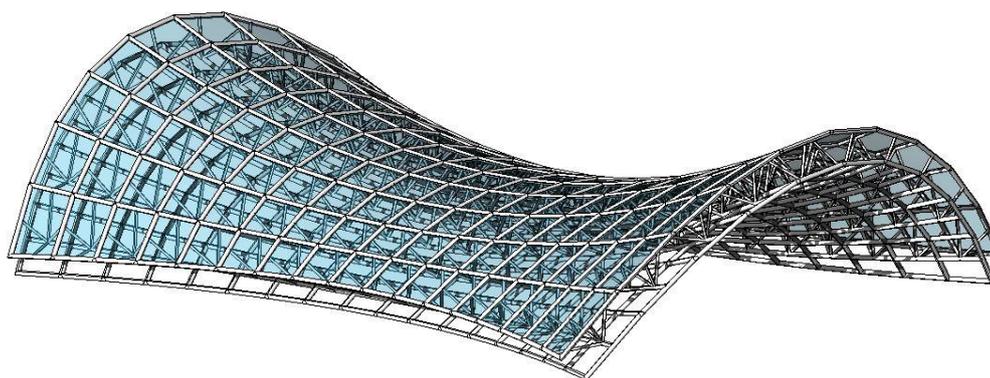


*Рис.1 Исходная форма крыши*



*Рис.2 Адаптивный компонент*

Итоговый результат выглядит следующим образом Рис.3:



*Рис.3 Окончательный вид кровельного покрытия на основе ферм*

Как видно из рис.3, адаптивные компоненты точно стыкуются вдоль поверхности.

## Литература

1. Ланцов А.Л. Компьютерное проектирование зданий: Revit 2015 – М.: CSD РИОР 2014. – 664 с.

# ПАРАМЕТРИКА В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

*В.В. Черкашин*

Уральский архитектурно-художественный университет, Екатеринбург, Россия  
vlad21921@yandex.ru

На протяжении всей истории развития архитектуры люди стремились возводить здания, которые шли бы в ногу со временем или даже опережали его, а также соответствовали различным потребностям населения. Эти проекты должны были бы сочетать в себе множество различных полезных функций. Благодаря этому стремлению, развитию технологий, инновациям в науке и изменениям в социально-экономической сфере в архитектуре появляются некие новшества, разнообразие стилей. Так со временем возникло отдельное направление – параметризм. Параметризм – новый глобальный архитектурный стиль, который является результатом творческого использования систем параметрического проектирования. Впоследствии на его основе сформировалась самостоятельная параметрическая архитектура [1].

Первоначально технику параметризма стал использовать в 1950-е годы в своих работах немецкий архитектор и инженер Фрай Отто. Заха Хадид и Патрик Шумахер также считаются одними из основателей этого течения в современной архитектуре [2]. Но официальное рождение параметризма как стиля произошло в 2008 году, когда Патрик Шумахер опубликовал «Манифест параметризма», в котором провозгласил новый глобальный стиль в архитектуре. По мнению этого специалиста, параметризм стал ответом постиндустриального общества на гегемонию модернизма в архитектуре и дизайне. В отличие от модернизма, параметризм отрицает использование повторяющихся одинаковых элементов, правильных геометрических форм и наложение несвязанных между собой элементов. Так, в основе идеологии модернизма лежит массовое производство, а в основе параметризма — массовая индивидуализация.

В новой параметрической архитектуре активно используются плавные перетекающие поверхности и взаимозависимые элементы. Также параметризм предполагает отказ от жёсткого деления на функциональные зоны в пользу более многоцелевых пространств. Это стиль, устремленный на возведение таких строений, которые будут выходить за рамки простых конструктивных решений.

Патрик Шумахер постулирует параметризм как современное состояние архитектуры и дизайна, в котором, благодаря продвинутым техникам концептуального построения, возникают новые возможности рационального распределения пространства [3]. Важное отличие параметризма от остальных стилей в архитектуре — это превознесение возможностей компьютерных технологий над традиционными практиками творчества. Поэтому он взаимосвязан с цифровой архитектурой.

Над созданием проектов в параметрической архитектуре нужно довольно долго и упорно трудиться в современных компьютерных программах, которые помогают не только моделировать объекты, но и разрабатывать логические условия и математические алгоритмы. Это позволяет выполнить проект более качественно. Параметрика – это будущее архитектуры, это современный уникальный стиль, и как многие другие стили она обладает своими особенностями. К примеру, здания, выполненные в данном исполнении, обладают абсолютно уникальным внешним видом. Параметрика заставляет объект реагировать на новые условия, т.е. параметрическое здание может подстраиваться под внешние изменения. Параметрическое проектирование – это сложнейшее уравнение, в которое можно подставлять разные данные, формулируя на его основе будущую концепцию здания [4]. Среди важнейших преимуществ параметризма можно отметить следующие: построение комплексного системного подхода к вопросу проектирования, привлечение ресурсов из различных областей знаний, ориентация на использование передовых технологий. Но недостаток этого стиля в том, что он стремится к абстрактному пространству, что неизбежно создаёт диссонанс между ощущением от модели и уже воплощённого объекта [5]. Итак, параметрическая архитектура – совершенно особое интересное и перспективное современное явление, которое постепенно приобретает массовый характер в плане застройки городов.

## Литература

1. Параметрическая архитектура в интерьере // Хочу Все Знать. Ру. URL: <https://hochyvseznat.ru/parametricheskaia-arhitektyra-v-interere.html> (дата обращения: 12.09.19)
2. Параметрическая архитектура будущего Захи Хадид. URL: <https://se7en.ws/parametricheskaya-arkhitektura-budushheg/> (дата обращения: 12.09.19)
3. Словарный запас: параметризм. URL: <https://strelkamag.com/ru/article/vocabulary-parametricism> (дата обращения: 12.09.19)
4. Параметрическая архитектура – стиль будущего. URL: <https://archidom.ru/journal/arkhitektura/parametric-architecture-style-of-the-future/> (дата обращения: 12.09.19)
5. Researchgate URL: [https://www.researchgate.net/publication/282974904\\_THE\\_PROBLEM\\_OF\\_INTRODUCING\\_PARAMETRISM\\_INTO\\_ARCHITECTURAL\\_DESIGN](https://www.researchgate.net/publication/282974904_THE_PROBLEM_OF_INTRODUCING_PARAMETRISM_INTO_ARCHITECTURAL_DESIGN) (дата обращения: 12.09.19)

# МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ VR ПРИЛОЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ

*О.М. Шакшак, И.А. Евсиков*

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия  
omar.shakshak@mail.ru, ievsikov@lan.spbgasu.ru

В данной статье описаны дополнительные решения по проекту VR приложения на основе BIM проекта с возможностью управления параметрами энергоэффективности здания [1]. В проекте появилась возможность импортировать подробную информацию о помещениях и источниках света из Autodesk Revit, что позволяет в игровом движке Unreal Engine создавать качественную квартирографию и оценивать уровень освещенности строительного объекта.

В последнее время приобретает большую популярность направление VDC (Virtual design and construction) [2]. Такой подход позволяет обнаруживать ошибки проектирования на ранних этапах и значительно снижает вероятность экстенсивного перепроектирования. Модельные элементы, которые зависят друг от друга, поддерживают свои отношения в течение изменений любого элемента, а использование виртуальной среды дает быструю подготовку и обмен визуальной информацией. Данный проект реализован в рамках VDC. Это упрощает обмен сложными идеями и дает больше возможности для творческого подхода к заказчикам, что должно привести к повторным деловым отношениям и отличным рекомендациям.

На рынке недвижимости важно дать потенциальному покупателю возможность качественно оценить будущее здание. Для реализации такой цели на сегодняшний день существуют готовые решения такие как Revit Live и Enscape [3]. Такие программы позволяют пользователю виртуально пройти по будущему объекту недвижимости, изменить интерьер и освещение, оценить эргономичность. Однако у них есть существенный недостаток – отсутствие квартирографии. Пользователь не может в режиме реального времени узнать информацию о площади, высоте потолков, стоимости квартир или помещений. Такой недостаток можно преодолеть, используя дополнительные объекты в Revit и плагин Datasmith. При таком подходе появляется возможность переносить полезную информацию квартирографии в виртуальную сцену, созданную на игровом движке Unreal Engine.

При создании такого проекта возникает несколько сложностей: плагин Datasmith работает только с геометрическими объектами, источниками освещения и камерами, что не позволяет импортировать информацию из таких семейств как помещения. В связи с этим, появляется необходимость создавать дополнительное семейство, состоящее из простой геометрической формы (сферы), имеющее те же параметры, что и помещение. Встроенная в Revit программа Dynamo позволяет размещать эти семейства в проекте, на месте расположения марки каждого помещения. С помощью специальных нодов скрипт определяет необходимый набор метаданных помещений и присваивает их к уже созданным экземплярам семейств (сферам). Это позволяет в игровом движке обработать импортируемые данные и распознать помещения. В результате в каждой комнате виртуальной сцены здания, при нажатии на определенную клавишу, появляется информационное табло, включающее в себя полезную информацию о помещении, в котором находится пользователь.

Полученный проект от прошлого унаследовал инструменты по расчету энергоэффективности, позволяющие рассчитать затраты электричества на отопление с учетом свойств строительных материалов, заложенных в проект, климатических условий и предпочтительной температуры внутри здания. Плагин Datasmith в сочетании со скриптами Dynamo в Revit и Blueprint в Unreal Engine является мощным инструментом, позволяющим импортировать источники света со встроенными метаданными по электропотреблению. Эти параметры можно добавить в общую схему расчетов энергозатрат здания, повысив ее точность и универсальность. Помимо этого, можно учитывать нагрев здания от солнечной радиации, анализируя геометрические параметры, используемые строительные материалы, ориентацию по сторонам света и географическое расположение [4]. Полученная в данной работе интерактивная цифровая модель может быть полезна для застройщиков и девелоперов Российской Федерации. Такое приложение может существенно увеличить спрос на современные «умные дома», а также повысить интерес покупателей к энергоэффективному жилью. Результаты работы также могут быть полезны в научной и образовательной сфере.

## Литература

1. Шакшак О.М., Евсиков И.А. VR приложение на основе BIM проекта с возможностью управления параметрами энергоэффективности здания // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры материалы II Международной научно-практической конференции. СПб.: СПбГАСУ, 2019. С. 189-194.
2. D. McNeill, H. Allison, W. Black, M. Cukrow, Building Information Modeling. InfoComm International. 2014, p. 26.
3. Revit Live. URL: <https://www.autodesk.com/products/revit-live/overview> ; Enscape. URL: <https://enscape3d.com/> (дата обращения: 10.08.2019).
4. Гагарин В. Г. Расчёты теплоступлений в здание от проникающей солнечной радиации за отопительный период. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. Методическое пособие. М., 2017

# БЕЗРУЛОННАЯ ЗЕЛЕНАЯ КРЫША

*М.Д. Швалев, И.Н. Мальцева*

Уральский Федеральный Университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия  
i.n.maltceva@urfu.ru

В крупных городах все острее встает проблема нехватки территорий. В данной статье рассматриваются существующие технологии устройства эксплуатируемых кровель, которые позволяют решить данную проблему. Приведены их отличия и состав, проанализированы достоинства и недостатки, исходя из конструктивных, экономических требований. Также предложена новая технология устройства эксплуатируемой кровли с использованием материалов системы «Пенетрон».

За рубежом использованию пространства крыш уделяется большое внимание. Например, в США, Франции, Японии, Германии, Италии, Англии и многих других зарубежных странах пространство крыш жилых и общественных зданий многие десятилетия используется как один из выразительных архитектурных приемов при проектировании зданий. Особенно широко используются крыши для устройства на них объектов отдыха: летних помещений квартир, бассейнов, детских площадок [1-3].

В отличие от обычной кровли, рассчитываемой только на воздействия окружающей среды, эксплуатируемая подвержена повышенным механическим нагрузкам, возникающим от ходьбы людей, движения автомобилей, нагрузки от собственного веса материалов, используемых с целью создания функционального пространства (зеленая кровля, парковка, спортивные сооружения).

В СП 17.13330.2017 плоские кровли по технологии возведения и конструктивному решению разделены на две группы: традиционные (неэксплуатируемые) и инверсионные. В нашей статье большее внимание уделяется инверсионной кровле. Так как она имеет ряд преимуществ перед традиционной: увеличение срока службы гидроизоляционного ковра (40-50 лет), в связи с его защитой от климатических воздействий и механических нагрузок; уменьшение количества протечек в процессе эксплуатации здания; снижение расхода и стоимости применяемых гидроизоляционных материалов; снижение веса конструкции, в связи с тем, что экструдированный пенополистирол, применяемый в инверсионных кровлях, имеет вес в 4-8 раза ниже, чем минераловатные плиты.

Традиционно для гидроизоляции бетонных конструкций используются рулонные или обмазочные материалы. Они защищают бетон от влаги, но работают отдельно от основной конструкции. В процессе работы такие материалы отслаиваются от основания, разрушаются и полностью выключаются из работы, вследствие чего появляются протечки. Для решения проблем долговечности и качества кровельных покрытий простой и сложной формы в плане, сотрудниками ЭПК «Докрос» запатентован новый тип кровли «Монолитная железобетонная безрулонная кровля». Достаточно гидроизолировать только бетонную плиту покрытия, используя при этом специальную добавку для бетона «Пенетрон Адмикс», которая обеспечит высокий уровень водонепроницаемости конструкции уже на стадии строительства. Основные плюсы монолитной железобетонной безрулонной кровли в сравнении с традиционным вариантом: безремонтный срок службы до 100 лет; снижение веса кровли на 10-15 кг/м<sup>2</sup>; стоимость устройства меньше в 2,5 раза; стоимость эксплуатации меньше в 10-16 раз. Данное покрытие можно применять на многоэтажных и высотных зданиях с любой конструктивной и архитектурной формой и чердаками разных видов (холодным, теплым). Также плита может служить хорошим основанием для зеленой кровли различного назначения. В условия нашего климата отлично впишутся: кровли-террасы с размещением растений в специальных емкостях с почвенным субстратом; кровли-детские, спортивные площадки с рулонными газонами и прочими дорожными покрытиями; важной инженерной задачей является повышение надежности и долговечности эксплуатируемых кровельных покрытий, ввиду дорогостоящего обслуживания и ремонта существующих кровельных систем.

Одним из решений данной задачи является устройство эксплуатируемого покрытия на базе монолитной безрулонной кровли, что не только упрощает монтаж покрытия, но и позволяет снизить затраты на его эксплуатацию. Кроме того, отсутствие ненадежного гидроизоляционного ковра существенно увеличивает возможности в выборе систем и технологий устройства эксплуатируемого покрытия, повышает надежность кровли, делая ее неприхотливой к точечным нагрузкам.

## Литература

1. Ярмош Т.С., Бутырина С.Д. Озеленение в условиях нехватки городских территорий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: сб. статей. Самара: Изд-во Самар. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. С. 257-263.
2. Сад на крыше паркинга торгового центра «MOM Park Shopping Centre», Будапешт, Венгрия. URL: <https://www.ecosoil.ru/useful/luchshie-sady-na-kryshah/> (дата обращения: 08.03.2019).
3. Зеленая кровля здания «City Hall», Чикаго, США. URL: <https://kulturologia.ru/blogs/171013/19044/> (дата обращения: 01.03.2019).
4. СП 17.13330.2017. Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76. М.: Минстрой России, 2017. С. 10-13.

# ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ – ЧЕЛОВЕК И РОБОТЫ

*Д. М. Шишкина*

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия  
damamina1234@yandex.ru

Со времён древних цивилизаций профессия архитектора причислялась к одной из самых престижных и значимых. Само слово «архитектор» переводилось с древнегреческого как старший, главный, строитель, однако сегодня дела обстоят иначе. Изменяется архитектура – меняется профессия, и значение определения теперь сузилось до проектировщика и даже художника. Похоже, значительная роль человека в архитектуре будущего ставится под вопрос: найдётся ли место архитектору в мире глобальной компьютеризации и роботизации?

Ответом станет параметрическое моделирование – новое слово или целая глава в истории архитектуры. Прежде всего, необходимо ознакомиться с самим понятием. Параметризация – моделирование с использованием параметров элементов модели и соотношений между этими параметрами при помощи компьютера. Она позволяет очень быстро и безошибочно изменять конструкцию, её форму и положение путём корректировки параметров или геометрических соотношений [1]. Ещё несколько лет назад существовали лишь идеи создания параметрической архитектуры, но технологии не позволяли претворить их в жизнь, тогда ещё в дело вступал человек и работал вручную. Сейчас же параметрическое моделирование существенно отличается от обычного двумерного черчения или трёхмерного моделирования, оно становится алгоритмическим дизайном. Однако это ещё не всё, настоящим прорывом в архитектуре становится использование роботов, способных в точности до миллиметра изготавливать самые сложные параметрические объекты.

Так, исследователи из института вычислительного проектирования и строительства (ICD) и института строительных конструкций и проектирования конструкций (ITKE) в университете Штутгарта создали две конструкции, которые приближают будущее. Их павильоны стали достоянием ландшафтной выставки BUGA 2019 в Хайльбронне (Германия). Обе архитектурные формы – легкие, биомиметические конструкции, что означает созданные из наноматериалов или на основе принципов, реализованных в живой природе, полностью рассчитанные и изготовленные с помощью роботов. Они демонстрируют широкое влияние цифровых технологий на будущее строительство благодаря двум разным материалам: древесным и оптико-волоконным композитам.

Деревянный купол диаметром 30 метров, основанный на принципах, схожих с клетками морских ежей, закрывает концертную площадку выставки BUGA, создавая уникальное архитектурное пространство (рис.1). Была разработана роботизированная платформа для автоматизированной сборки и фрезерования 376 идеально точных деревянных деталей павильона при минимальном участии человека (рис. 2).



*Рис.1*  
*Деревянный павильон*



*Рис. 2*  
*Роботизированная платформа*



*Рис. 3*  
*Оптико-волоконный павильон*



*Рис. 4*  
*Робот оптико-волоконного павильона*

Оптико-волоконный павильон демонстрирует, как сочетание передовых вычислительных технологий, позволяет разработать действительно новую и по-настоящему цифровую строительную систему (рис. 3). Всего несколько лет назад такой павильон было бы невозможно спроектировать. Несущая мембранная конструкция переносит биологический принцип волокон в архитектуру и изготавливается роботами лишь из современных волокнистых композитов, таких как стекло или углепластик (около 150 000 метров волокна), что делает конструкцию высокоэффективной, лёгкой и пространственной (рис. 4) [2, 3].

Таким образом, можно сделать вывод, что компьютеры и роботы, способные рассчитать и изготовить детали какого-либо архитектурного объекта, уже начали изменять не только профессию, но и само понятие «архитектор». Человеку остаётся лишь создать алгоритмы для компьютера и затем собрать детали готового объекта. Возможно, в скором будущем компьютерные гении заменят архитекторов, и мы будем жить в эпоху параметрических небоскрёбов, рассчитанных и собранных за считанные дни.

## Литература

1. Параметрическое моделирование // Википедия: Свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Параметрическое\\_моделирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/Параметрическое_моделирование) (дата обращения: 20.09.19)
2. Архитектура и робототехника: биомиметические павильоны BUGA 2019 // Интерьер + дизайн: URL: <https://www.interior.ru/architecture/event/5423-arkhitektory-i-izmenenie-klimata-aia-opublikoval-plan-dejstvija.html> (дата обращения: 20.09.19)
3. Павильоны «биологического происхождения» // [www.archi.ru](http://www.archi.ru) URL: <https://archi.ru/world/83344/pavilony-biologicheskogo-proiskhozhdeniya> (дата обращения: 20.09.19)

# ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

М.М. Шулёва

ООО «Стройэкспрокт», Екатеринбург, Россия  
shuleva\_marry@mail.ru

В настоящее время процессы проектирования, строительства и эксплуатации объектов капитального строительства изменяются в соответствии с процессами внедрения BIM - Building Information Modeling, в переводе с английского языка означает «информационное моделирование зданий» [3]. Это процесс проектирования, включающий в себя создание информационной модели здания, которая содержит в себе информацию по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла. То есть информационная модель здания содержит в себе информацию об архитектурных, инженерных, конструктивных особенностях здания.

По приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 29 декабря 2014 года № 926/пр [1] утвержден план поэтапного внедрения BIM-технологий на территории Российской Федерации. По этому плану строительная сфера должна перейти на новый уровень проектирования к 2020 году.

К середине 2019 года можно сказать, что строительная отрасль еще находится в процессе перехода к применению информационных технологий в проектировании. Сегодня только крупные строительные организации позволяют себе использовать BIM-технологии в проектировании в полной мере, так как внедрение данных технологий влечет за собой определенные финансовые затраты – покупка программного обеспечения, а также необходимость в профессиональных кадрах, которые могут координировать работу проектировщиков. Однако на сегодняшний день сделан большой шаг в сторону перехода к информационному моделированию, который позволяет оценить эффективность выполнения проектов с использованием данных технологий. Уже построены и введены в эксплуатацию первые проекты, выполненные с применением BIM, по которым можно судить о преимуществах создания информационных моделей перед классическими вариантами, когда все чертежи выполнялись в двухмерном пространстве.

Проектирование с применением BIM-технологии позволяет избежать многих ошибок при работе со зданием. Благодаря работе всех проектировщиков (архитекторов, конструкторов, инженеров ОВ, ВК, ЭЛ и СС и т.д.) в трехмерном пространстве (рис.1), происходит процесс выявления коллизий на этапе проектирования. Коллизии [2] – это ошибки, связанные с пересечением элементов модели, нарушением расстояний между элементами здания. Например, пересечение инженерных систем вентиляции и потолка здания.

Информационная модель эффективна не только на уровне создания проекта здания, но и на момент вариантного моделирования. С помощью создания нескольких вариантов информационных моделей объектов (рис.2) возможен просчет экономической эффективности проекта, выбор наиболее удачного варианта для дальнейшего проектирования.

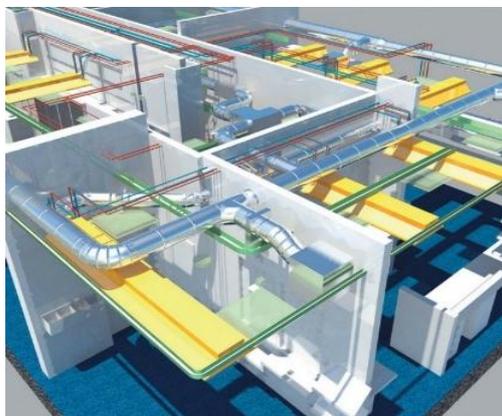


Рис. 1 Проектирование инженерных сетей

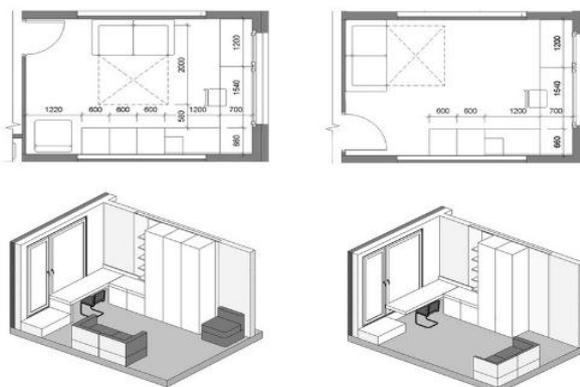


Рис. 2 Вариантное проектирование в Revit

Информационное моделирование в России находится на этапе внедрения. Уже хорошо освоено этап создания информационной модели здания, создание проектов с применением BIM-технологий. Однако есть еще большой потенциал для развития данных технологий, в частности – применение информационной модели для создания графика производства работ – календарно-сетевым графиком.

## Литература

1. Приказ Минстроя России от 29 декабря 2014 года №926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» URL: <http://www.minstroyrf.ru/docs/2663/> (дата обращения 10.09.2019)
2. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла
3. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.

Инженерный центр «СтройЭксперт» — экспертная компания, объединившая специалистов более чем с десятилетним успешным опытом работы в области проектирования объектов промышленного и гражданского назначения, обследования и экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений. Компания имеет в наличии все необходимые разрешающие документы для проведения данных видов работ и работает в строгом соответствии с принятыми нормативно-правовыми документами.

- Проекты любого масштаба и уровня сложности
  - Гибкий подход к решению сложных задач
  - Комплексный подход к любому проекту
  - Уникальные нестандартные решения
  - Собственный штат высококвалифицированных специалистов
  - Максимальное удовлетворение потребностей заказчиков
  - Строгое соблюдение сроков выполнения работ
  - Собственная аттестованная испытательная лаборатория
- 
- Порядка 1000 обследованных строительных конструкций зданий и сооружений
  - 4000 проведенных исследований
  - 5 филиалов по России, 200 постоянных клиентов
  - 30 выявленных аварийных объектов
  - 100 проектов выполнены на нефте-газовых месторождениях северных районов РФ
  - 60% объектов расположены в труднодоступных районах Крайнего Севера



Компания «Стройтэкпроект» выполняет функции генерального проектировщика объектов различного назначения: жилые комплексы, школы, образовательные и научные центры, спортивные объекты, торгово-развлекательные и складские здания.

Компания представлена на рынке с 2011 года и зарекомендовала себя как быстроразвивающаяся организация с дружным коллективом. Штат компании составляет 100 человек.

В 2016 году компанией было принято решение перейти на проектирование с применением BIM технологий. Результатом работы является информационная модель, включающая в себя все разделы (архитектурная часть, конструктивные решения, внутренние инженерные сети, наружные инженерные сети). Проектная документация формируется из модели.

Основываясь на богатом опыте, мы осуществляем внедрение BIM технологий в компаниях различного назначения (строительные и проектные организации, девелопмент, управляющие компании).

Компания «Кочубей Медиа» (г. Екатеринбург) работает на рынке мультимедийных технологий РФ и ближнего зарубежья более 10 лет. Основные направления деятельности:

- Разработка концепций в сфере экспозиционных и мультимедийных решений для музеев и выставочных организаций (выставочные стенды; сложные проекционные инсталляции, виртуальные музеи, справочные системы, информационные киоски и сенсорные столы, аудиогиды, мобильные приложения, анимация любой сложности, AR/VR, интерактивные игровые решения, электронный этикетаж, системы управления экспозицией, световые решения, прочие уникальные аппаратно-программные комплексы).
- Аналитическая работа в сфере экспозиционных и аппаратно-программных решений для музеев.
- Проектная разработка экспозиционных и мультимедийных решений.
- Изготовление экспозиционного оборудования; монтаж, тестирование и отладка мультимедийного оборудования и программного обеспечения; техническая поддержка.

GRAPHISOFT

## ARCHICAD ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО GRAPHISOFT В СНГ

**ARCHICAD®** – это передовое решение в области архитектурного проектирования, основанное на технологии Информационного Моделирования Зданий (BIM). Это решение, которое дает архитекторам возможность раскрыть весь свой творческий потенциал.

**EcoDesigner STAR** – это расширение для ARCHICAD, позволяющее использовать все преимущества Информационного Моделирования Зданий (BIM) в процессе Энергетического Моделирования Зданий (BEM).

**MEP Modeler** – это расширение, с помощью которого пользователи ARCHICAD могут создавать и редактировать трехмерные модели инженерных сетей (воздуховоды, трубопроводы и трассы кабелепроводки), а также координировать их расположение в Виртуальном Здании ARCHICAD.

**BIMcloud** – это решение для командной работы, которое позволяет организовать безопасное совместное архитектурное проектирование, не зависящее от размеров рабочих групп или проектов, расположения офисов и скорости интернет-соединения.

**BIMx** – это приложение для мобильных устройств для демонстрации архитектурных проектов и доступа к BIM-данным. Гипермодели BIMx основаны на технологии, обеспечивающей одновременную навигацию по 2D-документации и 3D-моделям зданий.

## ENVIRO КОМПАНИЯ «ЭНВАЙРО»

Компания предлагает клиентам узкоспециализированные высокотехнологичные современные IT-решения в сфере строительства, энергетики и ЖКХ.

### Что мы умеем?

Учет энергоресурсов  
Технологии «умного» дома  
Пожарная сигнализация  
Охранная сигнализация  
IP-телефония  
Системы контроля доступа

### Наши проекты

КА "Огни Екатеринбурга",  
КА "АРТЕК", ЖК "Ударник"  
ЖК "Чемпион Парк"

### Что мы обеспечим вашему бизнесу?

Комплексность  
Энергетический баланс объекта в режиме реального времени  
Продвинутую аналитику потребления энергоресурсов  
Рост ликвидности квадратного метра жилья  
Возможность управления системами «умного» дома  
Дополнительные сервисы  
Готовность к новым государственным программам по энергосбережению



**САПФИР**  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

ГРУППА КОМПАНИЙ НПО «САПФИР»

Группа компаний НПО «Сапфир» (г. Екатеринбург) с 2002 года является ведущим разработчиком программного обеспечения для органов государственной власти, разрабатывая и используя собственную CASE-технология создания информационных систем.

Развитие концепции проекта целиком вписывается в общероссийский тренд на импортозамещение и на использование продуктов группы «Open-Source» для разработки программных продуктов.

НПО "САПФИР" обладает необходимыми лицензиями ФСБ и ФСТЭК в сфере защиты информации и располагает собственным Удостоверяющим центром, аттестованным на соответствие требованиям безопасности информации.

Компания успешно реализовала комплексный проект по проектированию, монтажу и внедрению автоматизированной системы по выявлению диверсионно-террористических средств (СВДТС) на объекте культурного наследия «Стадион «Центральный» вместимостью 35000 зрительских мест (Екатеринбург-Арена), предназначенным для проведения Чемпионата мира по футболу FIFA 2018 года.

Компания реализовала комплексный проект обеспечения безопасности в Конгресс-центре при Международном выставочном центре «Екатеринбург-Экспо», в том числе для обеспечения безопасности Президента РФ и глав государств участников Глобального саммита по производству и индустриализации (GMIS — 2019).



## КОМПАНИЯ АСКОН

АСКОН – российский разработчик и интегратор инженерного программного обеспечения.

Мы создаем САПР: в продуктах линейки КОМПАС работают 75 000 инженеров. Для строительства АСКОН разрабатывает системы проектирования и управления проектными работами. В основе наших решений лежат технологическая экспертиза и достижения отечественной математической школы: одно из нескольких ядер геометрического моделирования в мире (и единственное коммерческое в России) создано АСКОН.

Компания работает на ИТ-рынке с 1989 года и неизменно входит в тройку лидеров среди поставщиков инженерного ПО в России и в сотню крупнейших ИТ-компаний страны. На базе собственных решений команда АСКОН реализует комплексные ИТ-проекты в машиностроении, приборостроении и радиоэлектронике, оборонно-промышленном комплексе, атомной, нефтегазовой, химической промышленности и металлургии, промышленно-гражданском строительстве и других отраслях.

Продукты АСКОН используют более 11 000 промышленных предприятий и проектных организаций в России и за рубежом. Мы создаем ИТ-инструменты для инженеров, творцов — людей, способных воплотить в жизнь любую идею, и предлагаем методологию использования этих инструментов, основанную на отечественных стандартах и лучших практиках применения.



## Renga Software

Renga Software, совместное предприятие компании АСКОН и фирмы «1С», занимается разработкой программных продуктов для проектирования зданий и сооружений в соответствии с технологией информационного моделирования (ТИМ / BIM — Building Information Modeling).

Являясь первым отечественным разработчиком BIM-решений, Renga Software создает продукты для трехмерного проектирования с удобным функционалом, интуитивно-понятным интерфейсом и доступной стоимостью. Вся документация, создаваемая в программе, соответствует используемой в России нормативной базе.



## УРАЛСИБ | БАНК

Банк УРАЛСИБ – входит в число ведущих российских банков, предоставляя розничным и корпоративным клиентам широкий спектр банковских продуктов и услуг.

Банк представлен в 46 регионах России, при этом головная организация располагается в Москве. Банк сотрудничает с УрГАХУ 15 лет, в первую очередь, по зарплатному проекту, предлагая одни из самых выгодных условий обслуживания:

- бесплатный выпуск и обслуживание карты МИР Бюджет;
- бонусную программу «Время в подарок» - процент от суммы всех покупок по карте поступает в оплату сотовой связи по номеру мобильного телефона, указанного клиентом,
- возможность снятия наличных в банкоматах любых банков на территории всей РФ без комиссии для карт МИР Бюджет (для других расчетных карт Банка УРАЛСИБ - при сумме снятия выше 3000 руб.);
- начисление выгодных процентов на любой минимальный остаток денежных средств на накопительном счете;
- бесплатное смс-информирование и обслуживание интернет/мобильного банка.

Кроме того, по Вашему обращению Банк выпустит бесплатно карту международной платежной системы с бесплатным обслуживанием на весь срок действия карты и кэшбэком от покупок в рамках программы лояльности «УРАЛСИБ Бонус».

Также Банк УРАЛСИБ активно работает на рынке потребительского и ипотечного кредитования. Банк рефинансирует кредиты других банков, что позволяет снизить кредитную нагрузку на семейный бюджет и сделать более удобным погашение нескольких кредитов при объединении в один, а еще дополнительно получить наличные денежные средства.



Акционерный коммерческий банк содействия коммерции и бизнесу (СКБ-банк) — крупнейший частный региональный банк на территории Свердловской области — крупный сетевой универсальный банк федерального масштаба. Входит в ТОП-40 банков России, а также в ТОП-5 самых ярких банковских брендов России по оценке РБК.

Головной офис находится в Екатеринбурге Свердловской области. Подразделения банка расположены более чем в 150 городах России. Банк тесно связан с руководством Свердловской области (уполномоченный банк Правительства Свердловской области) и финансово-промышленными группами региона. Является партнером Свердловского областного фонда поддержки малого предпринимательства.

*Научное издание*

## **НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием  
5–7 ноября 2019 г.

Составитель-редактор к.т.н. Г.Б. Захарова  
Литературный редактор к.филол.н. Ю.В. Кондакова,  
Компьютерная верстка А.А. Мухаркина  
Дизайн обложки А.А. Мухаркина

Подписано к печати 26.10.2018 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Бумага для офисной техники. Гарнитура Times New Roman.  
Усл. печ. л. 13,0.  
Тираж 100 экз. Заказ № 1794.

**Издательство ООО "ДжиЛайм"**  
Екатеринбург, ул. Мира 23 оф. 705  
e-mail: g\_lime@mail.ru  
glime.ru