

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ URBAN PLANNING, RURAL SETTLEMENTS PLANNING



УДК 004.94;72;69

Научная статья

<https://doi.org/10.23947/2949-1835-2024-3-1-94-103>



EDN: AVIAMV

Формообразование в архитектуре и строительстве. Анализ макетирования и 3-D моделирования: грани дискурса

М.Е. Дымченко ✉, А.А. Наумов

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

✉ kapitel1073@yandex.ru

Аннотация

Введение. Настоящая статья поднимает важный вопрос макетирования — будущее данной сферы деятельности. Макетирование — развивающаяся технология, в области которой работает множество людей, чей результат высоко оценивается в областях науки и строительства. 3-D моделирование также становится популярным в аналогичных областях, имея свои цифровые (инновационные) преимущества. Сделав подробный анализ, можно найти плюсы и минусы в обеих технологиях.

Материалы и методы. Методологическая база исследования включает в себя традиционные научные методы, а также анализ современных междисциплинарных подходов в архитектуре и строительстве. Материалом исследования является эволюция технологических концепций архитектурного моделирования объектов капитального строительства, реконструкции на примере 3-D моделирования и макетирования.

Результаты исследования. Установлено, что формообразование средствами макетирования и 3-D моделирования широко применяется на разных этапах передового строительства, инновационной реконструкции, актуальной реставрации.

Обсуждение и заключение. Исследование макетирования и 3-D моделирования демонстрирует важность и востребованность этих технологических концепций в сферах строительства и архитектуры, а также при реконструкции и реставрации.

Ключевые слова: архитектурное формообразование, технологии, макетирование, 3-D моделирование, визуализация, макеты, архитектура, строительство, реконструкция и реставрация

Для цитирования: Дымченко М.Е., Наумов А.А. Формообразование в архитектуре и строительстве. Анализ макетирования и 3-D моделирования: грани дискурса. *Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий*. 2024;3(1):94–103. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2024-3-1-94-103>

Research article

Form Making in Architecture and Construction. Analysis of Breadboarding and 3D Modeling: Facets of Discourse

Marina E. Dymchenko ✉, Aleksey A. Naumov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ kapitel1073@yandex.ru

Abstract

Introduction. The present article raises an issue important for breadboarding — the future of this field of activity. Breadboarding is a developing technology, which has become a sphere of occupation for many people, whose work results are highly appreciated in the fields of science and construction. 3D modeling is also becoming popular in the

similar fields, having its own digital (innovative) advantages. The detailed analysis, allows us to find the pros and cons of both technologies.

Materials and Methods. The methodological framework of the research includes the conventional scientific methods, as well as the emerging interdisciplinary approaches characteristic for the architecture and construction. The material studied in the present article refers to the evolution of the technological concepts of architectural prototyping the facilities of capital construction and reconstruction by the example of 3D modeling and breadboarding.

Results. It has been found that form making by means of breadboarding and 3D modeling is widely used at different stages of the advanced construction, innovative reconstruction and up to date restoration.

Discussion and Conclusion. The study of breadboarding and 3D modeling reveals that these technological concepts are getting popular in the fields of construction and architecture.

Keywords: architectural form making, technologies, breadboarding, 3D modeling, visualization, breadboards, architecture, construction

For citation. Dymchenko ME, Naumov AA. Form Making in Architecture and Construction. Analysis of Breadboarding and 3D Modeling: Facets of Discourse. *Modern Trends in Construction, Urban and Territorial Planning*. 2024;3(1):94–103. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2024-3-1-94-103>

Введение. В современном мире становится все больше доступным пользование 3-D технологиями. Благодаря компьютерной графике можно создать модель любого объекта в объеме. Сторонники данного моделирования считают, что 3-D в скором заменит макетирование — процесс создания уменьшенной копии заданного объекта в масштабе, используя различные материалы. Сможет ли современная виртуальность вытеснить многовековое направление? Или же есть области, в которых невозможно обойтись без физической модели объекта?

В исследовании авторы обращаются к научным методам: индукции, дедукции и сравнительному анализу.

Цель исследования — провести необходимый сравнительный анализ данных технологий, выявить, какая из них больше подходит современным сферам архитектуры, строительства и дизайна, изучить возможность совмещения двух методов моделирования.

Материалы и методы. Рассмотрим некоторые примеры 3-D моделирования и опыт применения.

3-D моделирование — это создание виртуальных моделей какого-либо предмета с точной передачей его внешнего вида — формы, материала, размера, цвета. Для визуализации используются сложные программные продукты, популярные из них — SketchUp, 3DS Max, Blender¹(рис. 1) [1–3].

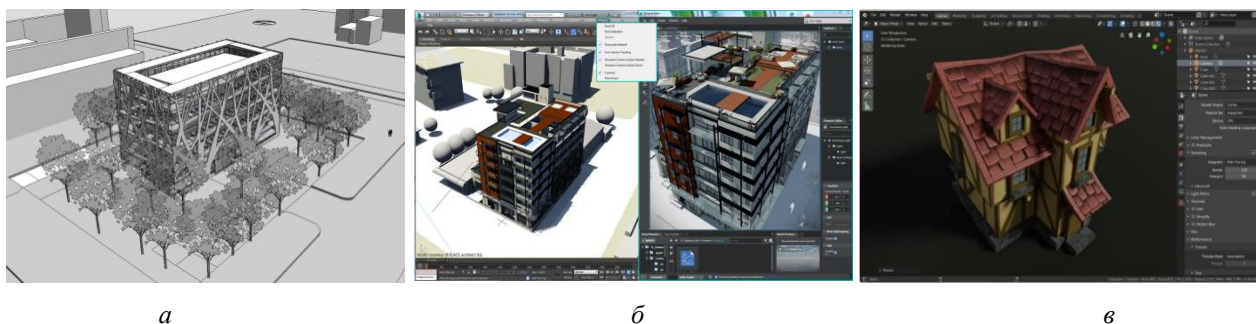


Рис. 1. Моделирование в программных комплексах:
а — Sketchup 3D Models-Architecture Concept Sketchup Models²; б — 3DS Max³; в — Blender⁴

С помощью множества функций программ можно полностью воссоздать реальный объект в 3-D модели, максимально точно проработав даже самые мелкие и сложные детали (рис. 2, 3).

¹Аббасов И.Б. *Основы трехмерного моделирования в 3dsMAX2018*: учеб. пособие. 3-е изд. М.: ДМК Пресс; 2017. 186 с.

²Sketchup 3D Models--Architecture Concept Sketchup Models See more about Sketchup 3D Models,AutoCAD. URL: <https://ru.pinterest.com/pin/677017756459883830> (дата обращения 14.02.2024).

³Autodesk 3ds Max. URL: <https://fatma.ru/products/2578763/autodesk-3ds-max-2019-licenziya> (дата обращения 14.02.2024).

⁴Rendered textures different to 3D ViewTexturing problemCycles. URL: <https://vjylku.blogspot.com/2019/03/rendered-textures-different-to-3d.html> (дата обращения 14.02.2024).

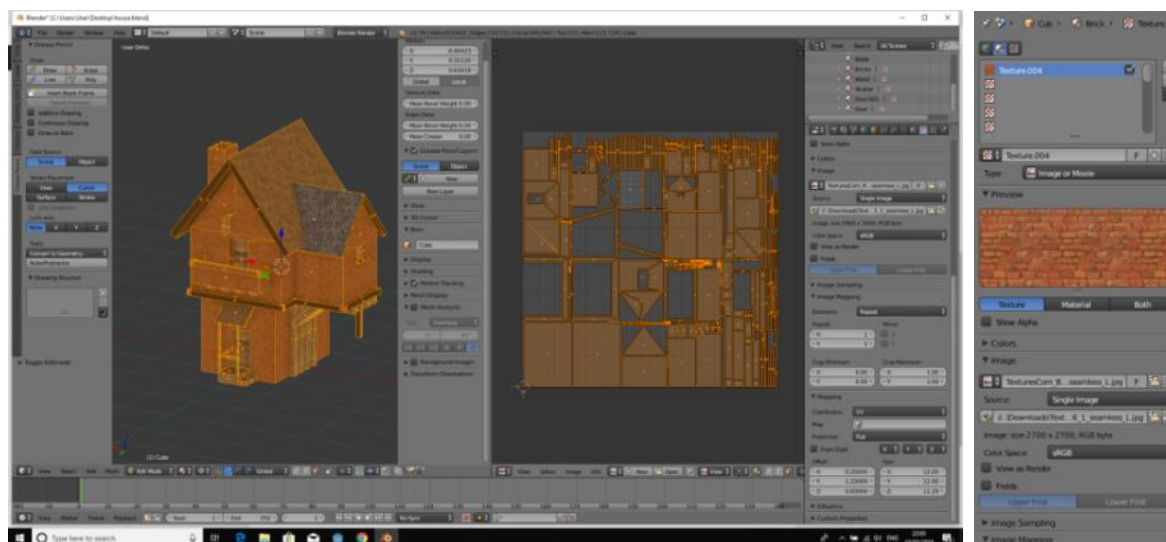


Рис. 2. Процесс применения материала/текстуры в программе Blender (добавляется текстура кирпича к материалу)⁵

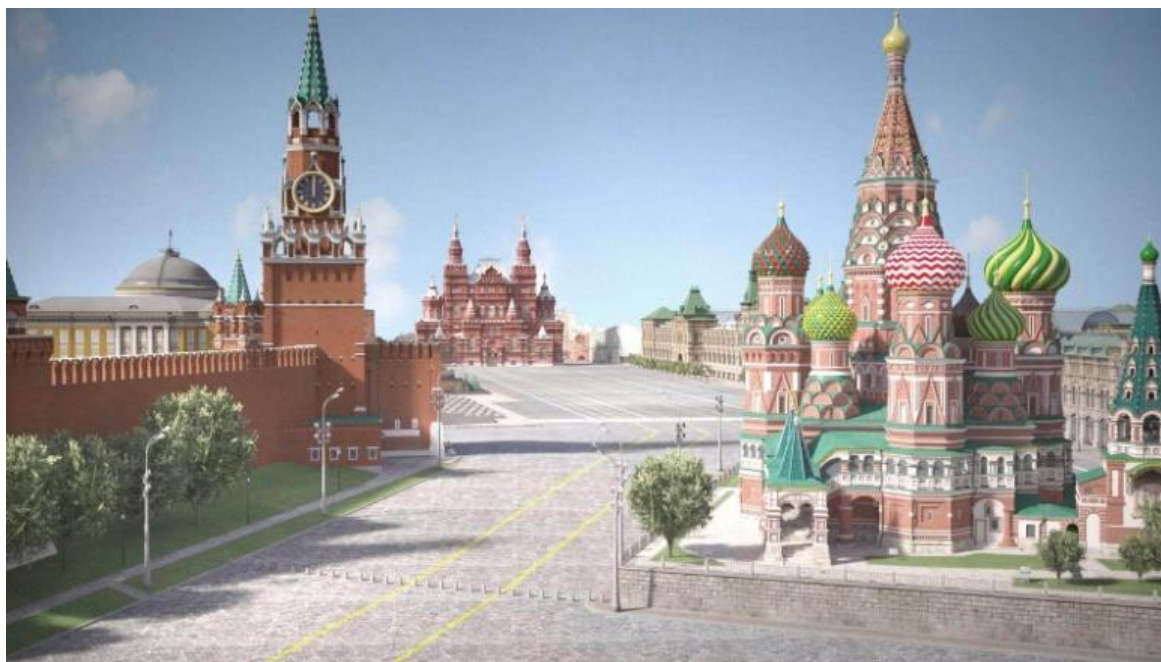


Рис. 3. Текстурированная 3-D модель Красной Площади⁶

Изучение трехмерной графики становится обязательным для специалистов архитектуры, строительства и дизайна. Способности 3-D графики обширны, но для высокого результата в моделировании обязательным становится прохождение сложного пути обучения и получения навыков работы в программах и практического опыта прорисовки деталей.

При моделировании зданий и сооружений для визуализации необходимы чертежи фасадов и планы этажей, чтобы после перевести их в 3-D визуализатор, который сам создаст 3-D вид объекта, а архитектору и инженеру-проектировщику останется подобрать соответствующие материалы и освещение модели здания. Таким образом, внешний вид здания можно увидеть еще на этапе создания чертежей для возможной правки (рис. 4).

⁵Rendered textures different to 3D ViewTexturing problemCycles. URL: <https://vjylku.blogspot.com/2019/03/rendered-textures-different-to-3d.html> (дата обращения 14.02.2024).

⁶Moscow Red Square Russia 3D Model. URL: <https://www.renderhub.com/squir/moscow-red-square-russia> (дата обращения 14.02.2024)

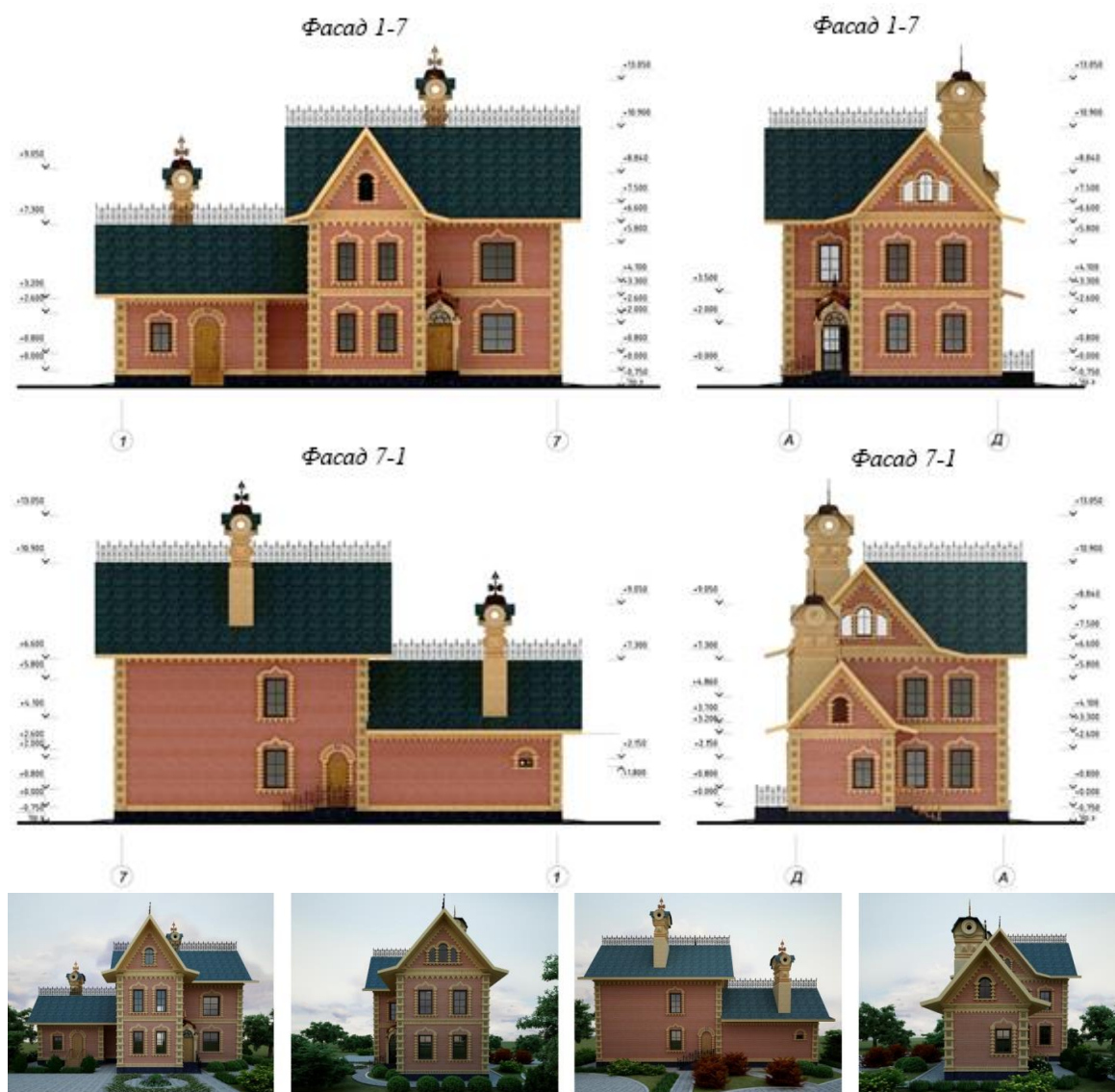


Рис. 4. Индивидуальный жилой дом: фасады, модель

Макет — это объемно-пространственная модель в уменьшенном или укрупненном масштабе объекта, существующего, находящегося на стадии проектирования или создания. Углубившись в историю, можно узнать, что технология макетирования существовала с древних времен (рис. 5) [4].

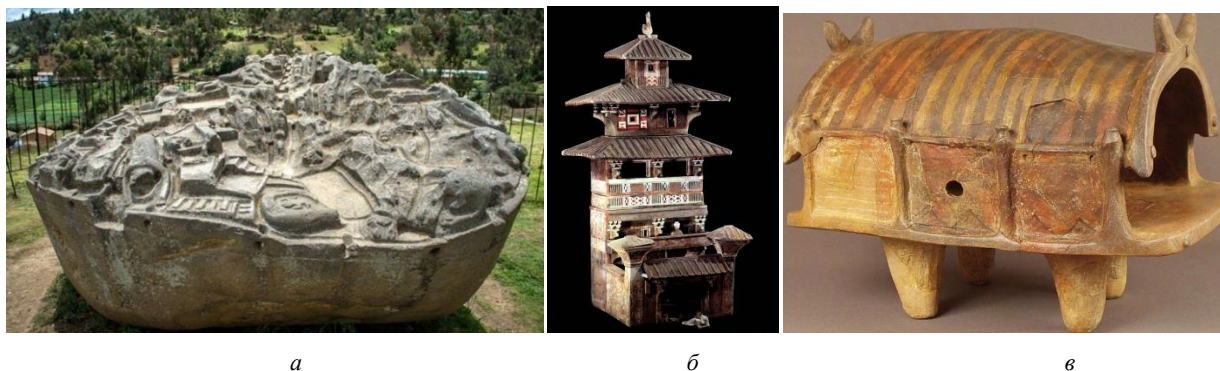


Рис. 5. Макеты древних времен: а — макет города с действующей ирригационной системой (Перу, доколумбовая Америка⁷); б — макет многоэтажного дома из китайского погребального комплекса⁸; в — макет здания из раскопок Триполья

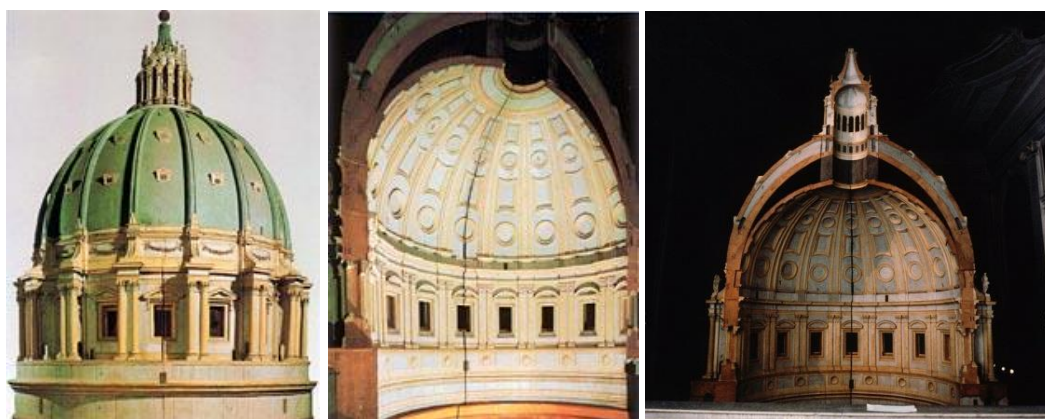
⁷Загадка перуанского камня с макетом города. URL: <https://sozero.livejournal.com/2376075.html> (дата обращения 14.02.2024).

⁸Древний Китай. Погребальные комплексы, Терракотовая армия Цинь Ши-хуанди и Великая стена. URL: <https://dzen.ru/a/XztmPXDZhWhrOmB3> (дата обращения 14.02.2024).

Раньше макеты служили не только для визуального представления объекта, но и для расчета нагрузок или проверки рабочего состояния того или иного предмета (рис. 6 а, б).



а



б

Рис. 6. Исторические макеты, служившие для расчета нагрузок: а — стереоскопическая модель крипты колонии Гуэль, арх. А. Гауди⁹; б — макет барабана и купола собора Святого Петра в Риме, арх-ры Микеланджело, Джакомо делла Порта, Луиджи Ванвителли¹⁰

В настоящее время эта функция менее актуальна ввиду новейших методов расчета конструкций при BIM-проектировании с помощью компьютерных программ, таких как ЛИРА-САПР, САПФИР-3D (рис. 7).

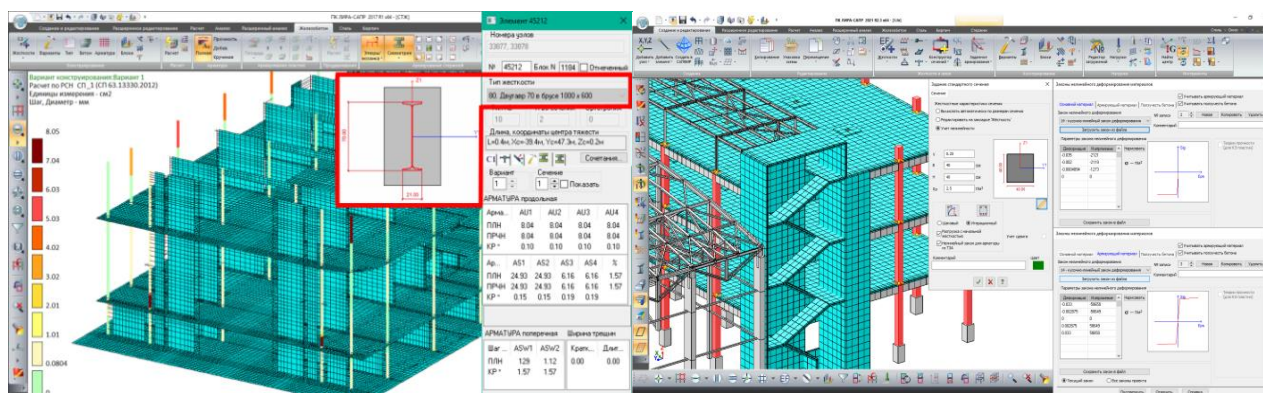


Рис. 7. Примеры расчета армирования стен в ПК «ЛИРА САПР»¹¹

⁹Архитектура Гауди, который не умел чертить? URL: <https://dzen.ru/a/WxT6y7zxvPyj-EKb> (дата обращения 14.02.2024)

¹⁰ Царство виртуальной архитектуры. URL: <https://www.maket.ru/article/> (дата обращения 14.02.2024)

Собор святого петра в Риме. URL: <https://bangkokbook.ru/poezdki/sobor-svyatogo-petra-v-rime-mikelandzhelo.html> (дата обращения 14.02.2024)

¹¹Армирование стен ЛИРА САПР. 86 фото. URL: <https://stroiteh-msk.ru/materialy/armirovanie-sten-lira-sapr-86-foto.html> (дата обращения 14.02.2024)

Цели современного макетирования:

- максимально точно повторить заданный объект в макете, архитектурный облик здания или сооружения;
- средствами макетирования передать временную эпоху и её особенности;
- выявить историческую связь поколений;
- проверить рабочее состояние строящегося объекта;
- выставочно-демонстрационная презентация коммерческих объектов строительства на рынке недвижимости.

По назначению макеты подразделяются на рабочие и демонстрационные (рис. 8 а, б). Первый вид моделей создается для наиболее наглядного представления будущего объекта и дальнейшего его изменения. Второй выполняет задачу визуального изображения при утверждении проекта или его демонстрации клиентам. В современных сферах архитектуры, строительства и дизайна этот вид макета считается наиболее распространенным.



Рис. 8. Макеты: а — рабочий; б — макет студенческого городка ДГТУ

Макет — это результат долгой и кропотливой работы. При создании макетов используются различные виды материалов — дерево, картон, пластик. Из них изготавливают детали, которые после склеивают друг с другом, создавая объем макета. Макет считается законченным после его художественной отделки — покраски, декорирования элементами. Для выставочно-демонстрационных макетов зданий не обойтись без передачи окружающей среды и освещения (в этом случае используют специальные световые элементы).

Макеты могут изготавливать полностью вручную или частично механизировано: в случае работы с картоном или деревом детали вырезаются на лазерном станке или же из специального пластика детали создаются на 3-D принтере.

Результаты исследования. Строительство любого здания или сооружения можно разделить на 3 этапа — проектирование, возведение объекта и сдача его в эксплуатацию, включающие следующие стадии архитектурного моделирования:

1. 3-D модель создается на основе расчетов нагрузок в компьютерных программах, на этапе проектирования, включающего разработку общей концепции объекта, его архитектурно-планировочной, конструктивной и расчетной части. По желанию заказчика, для большей наглядности, на этапе проектирования может быть выполнен и макет будущего здания или сооружения.

Но почему заказчику может быть недостаточно 3-D модели для общей наглядности? Ответ заключается в том, что саму модель, то есть сам файл с трехмерной графикой, заказчик не получает, а получает лишь картинку (рендер) с определенной точки или точек, с которой можно посмотреть на объект или его деталь, но в целом посмотреть со всех сторон на него заказчик не может. Поэтому на помощь приходят рабочие макеты — благодаря этому можно внести изменения в архитектурный проект на стадии его разработки.

2. Стадия возведения объекта — строительство здания или сооружения. На данном этапе могут вноситься незначительные изменения в проект, поэтому применяются только технологии перерасчета конструкций на нагрузки в соответствии с тем, что происходит на строительной площадке.

3. Как выполнение корректировок трехмерной модели здания, так и изготовление демонстрационного макета, с учетом внесенных изменений в проект, осуществляется на завершающем этапе - при подготовке к сдаче здания в эксплуатацию.

Также надо отметить, что 3-D модели чаще используют на сайтах для рекламы или продажи будущего объекта.

Обсуждение и заключение. Сравнительный анализ техник архитектурного моделирования (макетирования и 3-D графики) показывает, что и та, и другая востребованы. Но можем ли мы говорить о наибольшей степени востребованности какой-либо из этих техник? В настоящее время обе технологии — макетирование и компьютерное моделирование — являются актуальными в сферах строительства и архитектуры, в каждой свои плюсы (рис. 9–12).



Рис. 9. Примеры 3-D моделей бревенчатого дома¹²



Рис. 10. Макет почтового отделения в г. Бад-Либенштайн, Германия, фахверковая конструкция XVIII в.



Рис. 11. Макеты из цикла «Традиционное народное жилище»



Рис. 12. Макеты церквей

¹²3D-модель бревенчатого дома. URL: <https://stroiteh-msk.ru/materialy/3d-model-brevenchatogo-doma-84-foto.html> (дата обращения 14.02.2024)

Надо подчеркнуть, что:

- накоплен опыт применения 3-D технологий при проектировании вновь возводимых и реконструкции исторических зданий;
- для презентации на архитектурных выставках и приобретения в частные коллекции большая распространенность остается за макетами исторических и уникальных зданий и сооружений.

Актуальным остается вопрос продвижения на рынке недвижимости жилых и общественных помещений. Для наилучшего результата в офисах продаж размещается выставочно-демонстрационный макет (рис. 13–14).

Хотя зачастую рендер модели в рекламных целях здания на интернет-площадке, билборде или баннере, выглядит более детально, чем фотография самого объекта модели¹³ [5].



Рис. 13. Выставочно-демонстрационный макет ЖК «Суворовский», Ростов-на-Дону¹⁴



Рис. 14. Выставочно-демонстрационный макет жилого комплекса в респ. Крым¹⁵

¹³ Зеньковский В.А. 3D моделирование на базе VuxStream: учебное пособие. М.: ИД Форум, НИЦ Инфра-М; 2013. 384 с.

¹⁴ Проект ЖК Суворовский. URL: <https://triptonkosti.ru/2-foto/proekt-zhk-suvorovskij-80-foto.html> (дата обращения 14.02.2024)

¹⁵ Архитектурный макет жилого комплекса в Крыму. URL: <http://www.prosto-maket.ru> (дата обращения 14.02.2024)

На основании вышеизложенного приходим к заключению: в современной архитектурно-строительной отрасли невозможно обойтись как без макетов, так и без новых технологий (трехмерной графики). Каждая из техник архитектурного моделирования востребована, рациональна и применяется на разных этапах строительства, реконструкции, реставрации. Действительно значительный трендовый характер носят и 3-D модели, и макеты в воссоздании и экспонировании объема и фактуры объектов капитального строительства, памятников архитектуры. Эти технологические подходы популярны как в России, так и за рубежом, соответствуют моменту и перспективны в будущем.

Список литературы

1. Аббасов И.Б. *Двухмерное и трехмерное моделирование в 3dsMAX*. М.: ДМК; 2012. 176 с.
2. Трубочкина Н.К. *Моделирование 3D-наносхемотехники*. М.: Бином. Лаборатория знаний; 2020. 526 с. URL: <https://znanium.ru/read?id=365954> (дата обращения 14.02.2024).
3. Шукурова А.Н. *Архитектурные модели. Очерки истории и мастерства*. Москва: Индрик; 2016. 394 с. URL: <https://www.litres.ru/book/anna-shukurova/arhitekturnye-modeli-ocherki-istorii-i-masterstva-11084010/chitat-onlayn/> (дата обращения 14.02.2024).
4. Евтюхова Л.А., Левашева В.П. Раскопки китайского дома близ Абакана (Хакасская А.О.). КСИИМК. 1946;12:72–84. URL: <http://kronk.spb.ru/library/evtyukhova-levashova-1946.htm> (дата обращения 14.02.2024)
5. Швембергер С.И., Горончаровский В.А., Щербakov П.П. *3DSMAX. Художественное моделирование и специальные эффекты*. СПб.: BHV; 2006. 320 с.

References

1. Abbasov IB. *Two-dimensional and Three-dimensional Modeling in 3DS MAX*. Moscow: DMK Publ.; 2012. 176 p. (In Russ.).
2. Trubochkina NK. *Modeling of 3D Nanocircuits*. Moscow: Binom. Laboratoriya znaniy Publ.; 2020. 526 p. URL: <https://znanium.ru/read?id=365954> (accessed 14. 02.2024). (In Russ.).
3. Shukurova AN. *Architectural Models. Essays on History and Craftsmanship*. Moscow: Indrik Publ.; 2016. 394 p. URL: <https://www.litres.ru/book/anna-shukurova/arhitekturnye-modeli-ocherki-istorii-i-masterstva-11084010/chitat-onlayn/> (accessed 14.02.2024). (In Russ.).
4. Evtyukhova LA, Levashova VP. Excavations of a Chinese House Near Abakan (Khakass Autonomous Region). *Short communications of the Institute of the History of Material Culture*. 1946;12:72–84. URL: <http://kronk.spb.ru/library/evtyukhova-levashova-1946.htm> (accessed 14. 02.2024) (In Russ.).
5. Shvemberger SI, Goroncharovskii VA, Shcherbakov PP. *3DS MAX. Artistic Modeling and Special Effects*. St. Petersburg: BHV Publ.; 2006. 320 p. (In Russ.).

Об авторах:

Марина Евгеньевна Дымченко, доцент кафедры строительных материалов Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162), кандидат философских наук, kapitel1073@yandex.ru

Алексей Александрович Наумов, доцент кафедры «Вычислительные системы и информационная безопасность» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162), кандидат технических наук, доцент, [ORCID](https://orcid.org/alexej_naumov@list.ru), alexej_naumov@list.ru

Заявленный вклад авторов:

М.Е. Дымченко — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, сбор данных, анализ результатов исследований, подготовка текста, формулирование выводов.

А.А. Наумов — планирование, организация и реализация исследований, анализ результатов исследований, корректировка текста.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Поступила в редакцию 26.02.2024

Поступила после рецензирования 10.03.2024

Принята к публикации 14.03.2024

About the Authors:

Marina E. Dymchenko, Cand.Sci. (Philosophy), Associate Professor of the Building Materials Department, Don State Technical University (162, Sotsialisticheskaya St., Rostov-on-Don, 344003, RF), kapitel1073@yandex.ru

Aleksey A. Naumov, Cand.Sci. (Engineering), Associate Professor of the Computing Systems and Information Security Department, Don State Technical University (162, Sotsialisticheskaya St., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID, alexej_naumov@list.ru](https://orcid.org/alexej_naumov@list.ru)

Claimed contributorship:

ME Dymchenko — formulating the main concept, aim and objectives of the research, data collection, analysis of the research results, preparing the text, formulating the conclusions.

AA Naumov — planning, organising and carrying out the research, analysis of the research results, refining the text.

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Received 26.02.2024

Revised 10.03.2024

Accepted 14.03.2024