ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ СОФИЯ

Том Volume 55 2022 Брой Issue 4

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY SOFIA

Получена: 27.09.2022 г.
Приета: 29.09.2022 г.

АРХИТЕКТУРНО МОДЕЛИРАНЕ ЧРЕЗ ДИГИТАЛНИ ИНСТРУМЕНТИ – ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ВКЛЮЧВАНЕ В НАЙ-РАННИТЕ ФАЗИ НА ПРОЕКТИРАНЕ

М. Георгиев[1]

Ключови думи: *архитектурно проектиране, параметрично моделиране, процесни модели*

РЕЗЮМЕ

В контекста на разнообразни изисквания към архитектурното проектиране се разглеждат някои най-използвани дигитални инструменти в началните етапи от него. Анализират се линейни и циклични процеси в параметричното и алгоритмичното проектиране и се подкрепя тезата за намаляване на екологичния отпечатък от строителството върху околната среда, оптимизация на процесите на проектиране и подобряване на икономическата ефективност.

1. Въведение

Архитектурното проектиране е комплексен процес, съставен от много на брой сложни под-процеси и в практиката не винаги се развива толкова линейно и предсказуемо, колкото би се искало на архитектите проектанти. Технологиите в сегашния си етап на развитие не могат да дадат универсален инструмент за решаване на заплетените отношения между геометрия, физика, икономика, психология и безброй други плоскости, които определят границите на една завършена архитектурна форма.

Наистина има полезни нововъведения при дигиталните инструменти за моделиране, но по-голямата част от тях се фокусират върху улесняване на техническата работа по изчертаване на проекти с голяма подробност в напреднала фаза на проектиране, когато

[1] Мартин Георгиев, арх., кат. „Жилищни сгради“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: m.georgiev@geoarchitects.eu

архитектурното решение е вече установено. Малко се обръща внимание на инструменти за концептуално моделиране в началните фази на проектиране и особено на тяхната връзка с процесите в следващите фази [1].

Чрез използване на процесно моделиране на проектантската дейност в контекста на съвременните софтуерни чертожни инструменти тази статия има за цел да обобщи добри практики при дигиталното изграждане на архитектурни решения, както и да даде насоки за бъдещо развитие на тези технологии максимално близо до естествените проектантски процеси. Ще бъде направен сравнителен анализ на някои съществуващи архитектурни инструменти и примери от други индустрии.

Как всъщност архитектите вършат работата си? И какво точно включват техните професионални ангажименти? Тези широкообхватни въпроси се дописват и усложняват непрекъснато. Докато някой успее да им отговори в пълнота, условията, обстоятелствата, изискванията, а следователно и отговорите, вече са се променили. В съвременния свят постоянно се увеличават претенциите към архитектурата и към професионалистите, които я създават. Без да са отпаднали най-изконните потребности от древността, променящото се съвремие налага преодоляване на редица нови предизвикателства – високи цени на материали и енергия, лавинообразно замърсяване на природната среда. В същото време инструментите, които един архитект използва, не са се променили много през хилядолетията – молив, пергел, канап... А напоследък и компютър. Никое от тези пособия на труда не може да „създава“ архитектура, без да е управлявано от съзнателен творец. Може би най-верният инструмент на проектантите остава редът. Призвание на архитекта е да въвежда порядък както в материята, така и в самите процеси на работа. Не случайно след средата на 20-и век се наблюдава стремеж самият проектантски процес да бъде моделиран и анализиран от научна гледна точка [2].

В архитектурните и инженерните среди глаголът „чертая“ почти се е превърнал в синоним на „работя“. Разбира се трудовите навици и постоянното развиване на психомоториката са много силен помощник, както например при всеки музикант инструменталист. Все пак фундаменталната отговорност на архитекта лежи във вземането на решения, преценка и приоритизиране. Независимо от това самото „чертане“ запълва огромна част от времето в един проект, дори и въоръжен с най-съвременни технологии. Очевидно е, че ако се намали времето за техническо генериране на проектната документация, проектантите ще разполагат с повече време и сили, които да вложат в творческия процес. В миналото трудоемкостта по изработката на един чертеж е била многократно по-голяма отколкото сега и въпреки това големите майстори на професията са отдавали първостепенно значение на естетиката и правилното концептуално развитие още в основата на проекта. Днес при целия арсенал от технически възможности естетиката често става жертва на оправданието за „прекалено много техническа работа“. Даден е приоритет на механичните действия пред творчеството. Това много ясно може да се види в начина, по който са организирани почти всички съвременни чертожни софтуери. Дори в специализираните програми рядко има инструменти за концептуално моделиране. Ако има, те са слабо развити и не са добре интегрирани в цялостния процес на използване на софтуера. Друг проблем е, че практикуващите архитекти рядко ги ползват. Един от моментите, в които това се усеща най-пагубно, е преминаването от дадена фаза на проектиране към следващата, когато се налагат модификации на елементите. В практиката много често се налага преначертаване или премоделиране на големи части от проекта, само защото първоначалният начин на организация на информацията в него не е бил подходящ. Това е съпътствано от огромни излишни разходи на всякакви ресурси, включително творческите сили на проектанта. Доброто организиране на самия проектантски процес помага за избягването на подобни смущения в потока от информация, а оттам и за по-бързото и ефективно довеждане на проекта до качествено решение.

2. Дигитални инструменти за концептуално архитектурно моделиране при някои популярни работни среди

В последните десетилетия компютърното моделиране на архитектурни обекти зае централно място в цялостния строително-инвестиционен процес. Дигиталните технологии изведоха комуникацията в големи интердисциплинарни екипи на съвсем ново ниво. Геометричните и информационните модели на сгради дават предсказуемост в развитието на проектите във всички фази. Могат да се проиграват голям брой алтернативни варианти на решения по различните специалности и да се изследва как те взаимодействат. Разработчиците на специализиран софтуер се опитват да предлагат по-ефективни начини на работа за архитектите и инженерите. Дали те са уместни, обаче, зависи много от спецификата на конкретната сграда – нейната геометрия, избраните строителни технологии, архитектурно-художествения стил и други. Може да се каже, че дадени функции в софтуера са подходящи за определен стил, а за друг – не са. Тъй като не може да се определи универсален метод на проектиране, е редно участниците в процеса да обърнат задълбочено внимание на избора на платформа и инструментариум за работа още при самото започване на проекта, тъй като това може да предопредели в значителна степен посоката на неговото развитие. Необходимо е да се разгледат инструментите за концептуално моделиране, предлагани в някои от най-популярните съвременни чертожни програми, като се анализира тяхното място в проектантския процес.

2.1. Линейни еднопосочни процеси

Една от най-разпространените и дълговечни работни среди за изграждане на дигитални архитектурни модели е AutoCAD [3]. Създадена през 1982 г., тя сама по себе си не притежава специални инструменти за моделиране на форми с конкретни архитектурни характеристики. Линиите, начертани вътре, може да са чертеж на сграда или нещо съвсем друго. Геометрията е абстрактна и без конкретен мащаб. Безспорно тази универсалност има своите силни страни при геометричното моделиране, но за да се превърне суровата геометрия в архитектурна форма, е необходим мисловен процес и редица действия, които са оставени изцяло на проектанта. Казано по-просто – всичко може да бъде начертано, ако първо е измислено. Няма специални функции в програмата, които да водят проектанта в процеса на формообразуване или да му дават обратна връзка по отношение на архитектурните показатели.

Тази липса кара авторите от Autodesk да издадат през 1997 г. надстройката Architectural Desktop, по-късно преименуван на AutoCAD Architecture [4]. Наред с параметричните обекти за стени, врати, прозорци, стълби и други архитектурни елементи са въведени обекти от тип „Масов елемент“ (Mass Element). Това са абстрактни параметрични обемни форми, които могат да бъдат използвани като обвивка или обобщен обемен модел на бъдещата сграда. Създават се на основата на примитиви (паралелепипед, сфера, цилиндър и др.), чрез екструзия или чрез булеви операции между няколко обема. Тези групи от маси (обеми) позволяват в следващ етап от проектирането, например, да бъдат разпаднати на пространства, като се конвертират към обекти от тип „Space“. Този тип обекти от своя страна притежават (освен геометричните си характеристики) и набор от параметри, които определят дебелината на плочата под и над пространството, а също и височина на брюстунга над тавана и кухината под пода. Възможно е автоматично да се генерират стени по периметъра и т.н.

И без да се изпада в повече подробности, е очевиден стремежът от страна на разработчиците на чертожен софтуер да доближат процеса на дигитално моделиране до ес-

тествения процес на работа на проектантите. Въведените параметрични обекти предоставят специфична архитектурно-строителна информация и набор взаимовръзки, които са предварително установени в съответствие със строителната и проектантската логика.

Друга много популярна среда за дигитално архитектурно моделиране е Archicad [5]. От самото си създаване тя е замислена около концепцията за Building Information Modeling (BIM) [6], т. е. моделът се изгражда от обекти, които имат параметри с архитектурен смисъл. Дефинирани са обекти от тип „Зона“ (Zone), чрез които могат да бъдат описани пространствено-функционалните елементи на сградата. Това може да са отделни помещения, блокове от помещения или цели функционални групи. На базата на тези тримерни обекти може да се генерират ограждащите елементи на сградата – стени, покриви, окачени фасади. Самите обекти от тип „Зона“ могат да бъдат използвани в модула на Archicad за симулация на енергийното поведение на сградата, което позволява съответната информация да бъде достъпна в ранните етапи от архитектурното проектиране.

В Revit за концептуално моделиране са предоставени обекти от тип „Mass“ (от Revit Architecture 2010), които са много подобни като замисъл с „Mass Element“ при AutoCAD. Получените абстрактни форми могат да бъдат например нарязани на етажи, да се генерират стени, плочи и т.н. Важно е да се отбележи, че след генериране на тези елементи, те запазват връзка с обема, от който произлизат. Ако на следващ етап се наложи промяна на решението, е достатъчно да се коригира само първоначалният обем от тип „Mass“, а сградните елементи автоматично се генерират наново. При това обаче се губи част от характеристиките на тези елементи.

От гледна точка на архитектурната методология този тип процеси могат да бъдат класифицирани като линейни. Всички изброени примери предлагат известни улеснения и автоматизация на архитектурния проектантски процес, ако се спазва строга последователност на отделите действия. Архитектурната форма се развива постъпателно. Отначало се моделират обобщени обеми, които могат да бъдат конвертирани след поредица от стъпки до сградни елементи – стени, окачени фасади, плочи, покриви и др.

За съжаление процесът на конвертиране е еднопосочен и с много условности и ограничения. Освен това само при Revit се запазва параметрична връзка между концептуалния обем и произлезлите от него сградни елементи, която позволява те да бъдат актуализирани след евентуална промяна на обема. В другите случаи се налага цялата последователност от операции по генериране на елементите да се повтори върху новата геометрия. Още по-затормозяващо е, че повечето команди към чертожния софтуер се подават ръчно.

От казаното дотук следва, че този тип инструменти са подходящи за ползване в проекти, които са сравнително предсказуеми и не се налага изследване на много варианти с голяма подробност в началните фази на проектиране. Едва след пълно установяване на формата и структурата на сградата е препоръчително да се премине към дефиниране на сградните елементи – стени, врати, прозорци, покриви и т.н. В противен случай може да се стигне до лавинообразно нарастване на количеството работа и увеличаване на вероятността за грешки.

2.2. Нелинейни процеси и цикли

В предишната подточка ясно проличаха слабите места на работните процеси от линеен тип при изследване на концептуалния обем на дадена бъдеща сграда. Когато е необходимо да се проверяват значителен брой варианти още от най-началната фаза на проектиране и когато подпроцесите са съставени от многото операции, трябва да се търсят други методи за генериране и дефиниране на сградната геометрия.

Идеята да се облекчи процесът на дигитално архитектурно моделиране чрез записване на последователности от команди под формата на скриптове е заложена в повечето специализирани програмни продукти. Например AutoCAD разполага с Autolisp, 3dsmax – MaxScript, Rhino – RhinoScript и т.н. Чрез тях потребителите могат да дефинират дълги комбинации от команди, които след това да се изпълняват многократно. Почти всички софтуери предлагат също API (Application Programming Interface – интерфейс за програмиране на приложения) или SDK (Software Development Kit – набор за разработка на софтуер) в услуга на програмистите, които искат да развият въпросния софтуер, като напишат собствени добавки към него (плъгини). Така те могат да се възползват от въвеждането на сложни логически структури, проверки на условия, оптимизация чрез цикли и др. За целта обаче са необходими задълбочени познания по програмиране според правилата на някой от поддържаните езици. За съжаление, това често е извън възможностите на практикуващите архитекти, което е и причината тези инструменти да не се използват широко.

Платформите за визуален скрипт до някаква степен могат да елиминират необходимостта архитектите да пишат програмен код, за да изградят собствени софтуерни инструменти. Този тип работни среди предоставят готови логически компоненти и проектантите могат да се концентрират върху изследване на самите взаимовръзки между тях. Най-популярните среди за визуален скрипт в момента са Grasshopper 3D, която работи в Rhino 3D и Dynamo, която е разработена от Autodesk за работа в Revit. Голямо преимущество на визуалното скриптиране е неговата нагледност. Взаимовръзките между променливите се изобразяват като линии и за оператора е сравнително по-лесно да се ориентира в цялостната логика на скрипта.

Наред с другите компоненти в Grasshopper 3D има интегрирани модули за прилагане на еволюционни и генетични алгоритми. Това са видове метаевристични алгоритми, които имат голямо приложение в компютърните науки. Чрез тях могат да се извършват еднокритериални и многокритериални оптимизации [7]. Тези алгоритми не са специфични за строителната индустрия и могат да бъдат прилагани при разнообразни задачи за оптимизация. Особено са полезни, когато трябва да бъдат решавани проблеми, които зависят от голям брой променливи.

Изпълнението на еволюционните алгоритми започва с генериране на решение (Нулево поколение) с произволен набор от променливи, които се наричат гени. След това се въвеждат промени в стойностите на гените и се генерира ново поколение, като се наблюдават промените в решението. Всяко поколение се оценява според неговата фитнес функция. Фитнес функцията дава числен израз на това, доколко дадена система е оптимална. За следващите поколения се избират стойности на гените, които дават най-добър резултат, следователно те вече не са случайни.

Като недостатък на генетичните алгоритми може да се посочи, че изискват голям брой итерации и следователно много време за изпълнение. Това може да се окаже критично, ако отделните итерации са бавни за изчисляване сами по себе си – например при симулиране на енергийното поведение на сгради, осветеност, акустика и др. За справяне с този проблем не винаги е достатъчно да се увеличи изчислителната мощ на използваните компютри, а по-скоро трябва да се търси по-рационално описание на самата оптимизационна задача.

Друга характеристика на този вид алгоритми е, че постигнатото оптимално решение е най-добро от набор решения, но не е задължително да е най-добро изобщо от всички възможни решение за системата. Ако бъде оставен да работи по-дълго, алгоритъмът ще продължи да предоставя нови и нови решения с тенденция към подобрение, но няма критерий, по който да знае кога да спре. Въпреки тези вродени недостатъци генетичните

и еволюционните алгоритми са мощен инструмент, който не е зависим от спецификата на проблемите и позволява гъвкаво приложение в различни области.

3. Заключение

Инструментите за параметрично и алгоритмично моделиране могат да генерират голям брой алтернативни архитектурни конфигурации и да ги оценяват според различни критерии. Съществуват голям брой добре разработени алгоритми, които успешно се използват в различни индустрии – например машиностроене, икономика и екология. Така на проектантите се позволява да се концентрират върху творческата страна на проблемите, докато правят информиран избор относно ефективността на всеки конкретен вариант.

Чрез използване на процесно моделиране и различни видове оптимизация може реално да се намалят количествата на използваните строителни материали, да се подобри организацията на отделните процеси във времето и да се намали екологичният отпечатък от строителството. По този начин се подобрява значително крайната икономическа целесъобразност на инвестиционните проекти и се намалява вредното влияние върху околната среда.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Mironski, N.* Razvitie na sgradnata energiyna, kompyutarna simulatsia kam integratsia s arhitekturnoto proektirane. // Godishnik na UASG, svitak I Arhitektura, str. 153 – 161, Sofia, 2010 g.

2. *Mironski, N.* Metodologia na arhitekturnoto proektirane. Studio 17,5-M, Sofia, 2018 g. ISBN: 978-619-91051-2-2.

3. Autodesk AutoCAD – https://www.autodesk.com/products/autocad/overview.

4. Autodesk AutoCAD Architecture – https://www.autodesk.com/products/autocad/included-toolsets/autocad-architecture.

5. Graphisoft Archicad – https://graphisoft.com/solutions/archicad.

6. BIM – Building Information Modeling – https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/building-information-modeling.

7. https://en.wikipedia.org/wiki/Metaheuristic.

ARCHITECTURAL MODELLING THROUGH DIGITAL TOOLS – OPPORTUNITIES FOR INTEGRATION IN THE EARLIEST DESIGN PHASES

M. Georgiev[1]

Keywords: *architectural design, parametric modelling, process models*

ABSTRACT

The paper discusses some of the most popular digital tools used in the initial stages of architectural design in the context of its diverse requirements. It analyses linear and cyclic processes in parametric and algorithmic design and supports the thesis of reducing the ecological footprint of construction on the environment, optimizing design processes and improving economic efficiency.

[1] Martin Georgiev, Arch., Dept. "Residential buildings", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: m.georgiev@geoarchitects.eu