

Поредица

„Дигитални технологии в архитектурата,
дизайна и визуалните изкуства“

книга **Втора**



3D принтиране
и виртуална
реалност



НОВ БЪЛГАРСКИ УНИВЕРСИТЕТ

3D принтиране и виртуална реалност



ДИГИТАЛНИ ТЕХНОЛОГИИ

**В архитектурата,
дизайна и
визуалните изкуства**

Книга 2

Водещи на поредицата:

доц. д-р Софрони Върбев

гл. ас. д-р Виолета Шатова

гл. ас. д-р Явор Жаблянов

3D принтиране и виртуална реалност

Съставители:

Виолета Шатова

Явор Жаблянов

Поредица „Дигитални технологии в архитектурата, дизайна и визуалните изкуства“, книга втора

ISSN: 2815-5211 (Print), ISSN: 3033-1978 (Online)

3D принтиране и виртуална реалност

Сборник доклади от Национална научно-практическа конференция
„Дигитални технологии в архитектурата, дизайна и визуалните изкуства“,
30–31 май, 2024 г.

Виолета Шатова, Явор Жаблянов – съставители

проф. г-р инж. арх. Пеньо Столаров, проф. г-р Момчил Мирчев, доц. Банко Банков – научна редакция

доц. г-р Светослав Анев, проф. г-р арх. Георги Георгиев – рецензенти

© Виолета Шатова, Гергана Стефанова, Даниел Иванов, Ангел Драгиев, Добрин Михайлов,
Добромир Филипов, Силвия Кацарска-Филипова, Елена Капелова, Калина Колчевска,
Захарина Петрова-Проданова, Ивайло Саралийски, Ина Ламбева, Ирена Спиридонова, Ина Станишева, Мария
Дянкова, Мария Миличин, Надя Стаматова, Петър Пенчев, Петър Петров, Полина Кьосева,
Радул Шишков, Румен Кожухаров, Теофана Харалампиева, Цветан Стойков, – автори

© Софрони Върбев – корица

© Софрони Върбев, Явор Жаблянов – графичен дизайн

Предпечатна подготовка: Софрони Върбев

© Нов български университет, 2025

ул. „Монтевидео“ 21, 1618 София

www.nbu.bg

www.bookshop.nbu.bg

Всички права са запазени. Не е разрешено публикуването на части от книгата
под каквато и да е форма – електронна, механична, фотокопирна, презапис
или по друг начин – без писменото разрешение на носителя на авторските права.

Българска. Издание I. Формат 8/60/90. Печ. коли 41,5.

Печат: „Симолони-94“ ООД

ISBN 978-619-233-395-9 (печатно издание)

ISBN 978-619-233-396-6 (електронно издание)

Съдържание

- 9 **Виолета Шатова**
„MAKERSPACE“ – възлнуваща част от съдържанието на съвременните библиотеки и музеи
- 21 **Гергана Стефанова**
Архитектурни проекти, реализирани благодарение на CAD технологиите
- 31 **Даниел Иванов, Ангел Драгиев**
Регионален исторически музей – София и модерните технологии в помощ на културното наследство
- 43 **Добрин Михайлов**
Параметрична архитектура и дизайн
- 55 **Добромир Филипов, Силвия Кацарска-Филипова**
Близкообхватната фотограметрична технология при създаване на дигитални двойници на обекти в обществени пространства
- 67 **Елена Капелова, Калина Колчевска**
Красиви пиксели – цветовете в „инди“ компютърните игри
- 83 **Захарина Петрова-Проданова**
Динамика и кинетичност в съвременния пиктографичен дизайн
- 93 **Ивайло Саралийски**
От картите до кода. Как изкуственият интелект променя ТАРО изкуството
- 103 **Ина Ламбева, Ирена Спиридонова**
3D принтирани къщи – история, развитие, бъдеще
- 111 **Ина Станишева**
Еволюция и иновации в областта на анимацията
- 119 **Мария Дянкова**
Триизмерното проектиране (3D мапинг) в картините на доайена на българската илюстрация – Любен Зидаров
- 123 **Мария Миличин**
Основни видове дизайнерски концепции за проектиране на уеб дизайн
- 143 **Надя Стаматова**
AR vs. VR или защо да предпочетем добавената пред виртуалната реалност
- 155 **Петър Пенчев**
Имплементиране на строително-информационното моделиране (BIM) за архитекти и инженери в инвестиционното проектиране. Практически насоки
- 171 **Петър Петров**
Изготвяне на 3D MESH модели от изображения. Предизвикателства на липсваща информация по обучени модели в архитектурата
- 181 **Полина Къосева**
EYE TRACKING технологията – приложение в архитектурните изследвания

- 193 **Радул Шишков**
Параметричен дизайн, алгоритмично моделиране и дигитално производство на двойно огънати повърхнини в елемент от интериора - вътрешна стълба
- 207 **Румен Кожухаров**
Проблеми и предизвикателства пред реализирането на тематичен дизайн генериран с изкуствен интелект
- 223 **Теофана Харалампиева**
Приложение на строително информационни технологии в практиката
- 235 **Цветан Стойков**
Микрообучението – ефективен подход в контекста на увеличаващия се информационен поток

През последните години повишеният интерес към въздействието, което дигиталните технологии имат и ще имат в нашето ежедневие бързо разшири тяхното развитие и приложимост в области като архитектура, дизайн и визуални изкуства. Дигиталните технологии преобразяват начина, по който съхраняваме, изучаваме и представяме културното наследство, както и начините на създаване и възприемане на архитектурни и дизайнерски проекти. Въпреки многобройните възможности, които технологиите предлагат, те водят и до редица предизвикателства. Важно е да търсим баланса между технологичния напредък и запазването на културната ни идентичност, като намираме ефективни решения за устойчиво и отговорно дигитално бъдеще.

В настоящата книга са събрани изследвания и статии, които разглеждат въздействието на дигитализацията върху културата, архитектурата и дизайна. В първата част на книгата се разглежда ролята на дигиталните технологии в опазването и популяризирането на културното наследство. Дигиталните архиви, 3D сканирането и виртуалната реалност предлагат нови възможности за достъп до исторически и художествени ценности.

Втората част е посветена на архитектурата и дизайна в дигиталната епоха. Технологии като параметричен дизайн, 3D принтиране и изкуствен интелект дават нови инструменти за проектиране, оптимизация и изграждане на пространствата около нас. Изследват се дигиталните технологии във визуалните изкуства. От компютърно генерираните изображения до интерактивните инсталации технологиите разширяват границите на творческия израз и взаимодействието с публиката.

Сборникът има за цел да представи актуални изследвания и добри практики, които показват как дигитализацията не само съхранява миналото, но и създава бъдещето на културата, архитектурата и изкуствата. Разглежданите теми са изключително актуални и интересни. Те обединяват по естествен начин учени, изследователи, практики, студенти, преподаватели и докторанти. Включени са и реални практически предизвикателства, както и възможни подходи за тяхното преодоляване.

Надяваме се, че този сборник ще бъде полезен и вдъхновяващ, като предложи ценни идеи, анализи и перспективи по темите на дигитализацията, културното наследство, архитектурата, дизайна и визуалните изкуства. Благодарим на всички автори и участници за техния принос и ангажираност. Пожелаваме приятно и ползотворно четене!

Съставителите

„MAKERSPACE“ – ВЪЛНУВАЩА ЧАСТ ОТ СЪДЪРЖАНИЕТО НА СЪВРЕМЕННИТЕ БИБЛИОТЕКИ И МУЗЕИ

ВИОЛЕТА ШАТОВА

MAKERSPACE – AN EXCITING PART OF THE CONTENT OF MODERN LIBRARIES AND MUSEUMS

VIOLETA SHATOVA

РЕЗЮМЕ

Не е изненадващо, че в световен мащаб, когато стане въпрос за съвременните музеи и библиотеки, все по-често се споменават „Makerspace“ или „Пространства за създаване / уъркшоп / хоби“ като вълнуваща част от съдържанието на тези сгради.

Това, от своя страна, са специфични пространства, където и големите и малките посетители, заедно или по отделно, могат да създават и измислят, с помощта на някои съвременни инструменти. В тях те се научават как да направят нещо ново практически и така отново се набляга на знанието. Потребителите се насърчават да изследват своите умения и опит, като по този начин достигат до нова практическа информация.

Този тип концепция дава възможност да се създава и поддържа интелектуалното и физическо знание, базирано на продуктите. Използването на технологията е един от главните фокуси, като обучението се култивира чрез използване на 3D печат, електроника, роботика, лазерни ножове, машини с компютърно цифрово управление и др.

Разбира се, от архитектурна гледна точка за тях трябва да се отреди специално място в тези сгради и да се предвиди достатъчно голяма площ, а от концептуална – да се заложат още в началото при съставяне на програмата им.

Настоящата публикация дава повече яснота защо са се превърнали в неотменна част от съвременни музеи и библиотеки, като подчертава тяхната свързаност със знанието в практическата му форма. Също така, дава някои препоръки относно архитектурното планиране на тези сравнително нови пространства.

Ключови думи: музей, библиотека, Makerspace, пространство, уъркшоп, хоби, творчество, 3D печат, STEAM лаборатория, STEM лаборатория, FAB Lab, Модерен музей на Истанбул, Националната библиотека на Камар, Innovation Station

SUMMARY

It is not surprising that on a global scale, when it comes to contemporary museums and libraries, "Makerspaces" are increasingly mentioned as an exciting part of the content of these buildings. They are specific spaces where both large and small visitors, together or individually, can create and innovate with the help of some modern tools. They learn how to practically make something new, emphasizing knowledge once again. Users are encouraged to explore their skills and experiences, thus gaining new practical information.

This type of concept enables the creation and maintenance of intellectual and physical knowledge based on products. Technology usage is a major focus, with education cultivated through

the use of 3D printing, electronics, robotics, laser cutters, computer numerical control machines, and more.

From an architectural point of view, they require a designated space within these buildings and sufficient area must be allocated. Conceptually, their inclusion should be considered from the outset when designing their programs.

This publication provides more clarity on why they have become an integral part of contemporary museums and libraries, emphasizing their connection to knowledge in its practical form. It also offers some recommendations regarding the architectural planning of these relatively new spaces

Keywords: museum, library, Makerspace, space, workshop, hobby, creativity, 3D printing, STEAM lab, STEM lab, FAB Lab, Istanbul Modern Museum, Qatar National Library, Innovation Station

Съвременна тенденция, касаеща библиотеките и музеите днес е тяхното възприемане все повече като активен център на знание, който застава в служба на общността. В днешния технологично напреднал свят тези сгради, свързани с нашата култура и идентичност, не се възприемат само като дом на експонати или книги и други печатни и електронни материали.

Те са място, където се извършват множество дейности, място за получаване на най-нови знания в един по-широк диапазон. Като такива, в тяхното съдържание, концепция и архитектурна планировка се наблюдават редица нови физически пространства. „Функциите на сградите за култура също се развиват и променят, както се случва и с тяхната физическа и архитектурна форма“ (Шатова, В., 2021).

Едно от тях е „Makerspace“ („пространства за създаване / уъркшоп / хоби“) – място, където посетителите могат сами (или с помощта на инструкции) да създават продукти, базирани на интелектуалното и физическо знание.

„Do It Yourself“ (DIY) / „Направи си сам“ мисленето сега в основата на тези пространства. Като такива те са оборудвани с 3D принтер, цифрови медуи, STEAM или STEM лаборатория (наука, технологии, инженерство и математика – базирани изследвания и дейности), софтуер за производство (Fab Lab), инструменти за заваряване, инструменти за различни видове дървообработване, запояване, консумативи за изкуства и занаяти, електронни материали, софтуер и инструменти за програмиране и т.н.

Упражняваните дейности в „makerspace“ понякога се възприемат като хоби подход в сравнение със сериозния професионален подход, но тези практики са част от един по-широк спектър на съвременното образование и култура. И тъй като музеите и библиотеките играят ролята на център на информация и знание, те са идеалното място за развиване на такъв тип дейности и пространства. „Идеята на „Maker културата“ е, че ученето се постига най-добре чрез правене. Това е философия, в която човек трябва да създава неща, използвайки ръцете си или използвайки технологията по уникален начин“ (Lau, C., 2014).

Библиотеките и музеите са център за обучение и „makerspace“ предоставя възможност за такова чрез съвместно създаване, експериментиране и придобиване на нови умения. Инструментите, технологиите и дейностите в „Makerspace“ могат да бъдат от различни видове и от различни типове. Те предоставят инструментите за създаване, експериментиране и иновации, така че у потребителите да могат да се развиват нови знания.

Възможно техническо оборудване:

- 3D принтери и скенери
- Материали за роботика – WeDo / Лего
- Двигатели
- LED светлини
- Захващащи вериги
- Поялници
- Лазерни машини
- Шевните машини
- Роботи
- Платки
- Техника/софтуер за създаване на анимация
- Техника/софтуер за създаване на игри
- Техника/софтуер за създаване на уебсайт
- Техника/софтуер за създаване на цифров музикален запис
- Други.

Лаборатории, които могат да бъдат включени към Makerspace STEAM / STEM Lab

Те са един от ключовите елементи на тези пространства, тъй като действат като центрове за вдъхновяващо, практическо обучение. Изключително популярни днес при обучението на деца и студенти в най-различни области. STEM образованието днес помага на децата да се подготвят за живот в зряла възраст и успех във всяка кариера. То има за цел да предостави на обучаемите практически умения в науката, технологиите, инженерството и математиката.

STEAM, от своя страна, може също така да предостави на обучаемите тези умения, но освен това насърчава любовта към креативността и въображението, като включва изкуства в уравнението. STEAM често се смята за по-приобщаващ от STEM, защото позволява на децата, които по природа са по-надарени в творческите дисциплини, да развиват талантите си.

STEAM Lab Makerspaces често започват с традиционни ръчни инструменти и устойчиви STEAM материали, готови за повторно използване, и предлагат разширения като производство от типа на лазерни ножове, 3D принтери и дори музика и видео (запис и цифрово производство).

Като цяло STEAM използва инструменти като визуализация на данни или изобразения от изобразителното изкуство, за да задълбочи разбирането на човек за наука, математика и технологии. „В дигиталния контекст, уебсайтът е интерактивно пространство в дигиталната среда, в което може да се намери информация или да се получат онлайн услуги“ (Миличин, М., 2021. 141-153). Този вид нестандартно мислене е това, което кара професионалистите в STEAM да създават нови продукти с помощта на 3D принтери и други съвременни технологии.

Това, също така, са места където и младежи и възрастни хора с общо мислене и общи интереси се срещат, за да подхранват своето обучение и да разработват продукти, базирани на знания.

FAB Lab/Fabrication Laboratory

Тази лаборатория е тясно свързана с движението „Направи си сам“, хардуер с отворен код, културата на производителите и движението с отворен код. Свързват се с концепцията за превръщане на идеи в истински нови продукти. Споделено пространство с машини, технологии и най-вече хора, посветени на майсторенето във всичките му аспекти – от 3D принтирането и лазерното рязане, до шевните машини и дърводелските инструменти.

Дават достъпност на технологиите. Това означава чрез обучения и регулиран достъп да се предоставя възможност на всеки, който има какво да майстори, да ги използва разумно.

Приложения:

- Образователна площадка - практически опит и възможности за обучение, базирано на проекти;
- Хакатони (технологично събитие за разработване на софтуерни проекти, свързани с технологиите) и площадка за публични събития за стимулиране на иновациите и използването на устойчиви технологии;
- Създаване и тестване на нов дизайн на различни продукти и устройства;
- Прецизиране на дизайна на продукта преди производство;
- Ремонт и обновяване – производство на компоненти и части по поръчка, дава се възможност за експериментиране с нови материали – пластмаси, метали, композити и др.
- Изграждане на прототипи за изследване и развитие, за да се създаде работещ модел – художествени и творчески проекти, като се използват инструменти за цифрово производство
- Създаване на иновативни произведения на изкуството / дизайна и инсталации
- Други.

Този тип споделена работилница е полезна на:

- Изследователи;
- Професионалисти и любители в сферата на дизайна, архитектурата и други изкуства;
- Занаятчии;
- Студенти от целия творчески спектър;
- IoT (Internet of Things) манияци;
- DiY („Do It Yourself“) ентузиастаи;
- Предприемачи;
- По-широка публика със съответните интереси.

В „Makerspace“ / пространството за уъркшоп са възможни различни занимания за малки и големи като например:

- Създаване на собствена картина, вдъхновена от колекцията в сградата под ръководството на художници и дизайнери;
- Рисуване – ръчно или дигитално;
- Изработка на пластика;
- Изработка на бижута;
- Изработка на различни предмети;
- Отпечатване на даден обект с помощта на 3D принтер в реален или намален размер;
- Лазерно сканиране;
- Изработка/обработка на предмет от метал с помощта на лазерна машина;
- Изработка обработка на предмет от дърво с помощта на лазерна машина;
- Гравирание на надпис или картина;
- Ушиване на собствен дизайнерски модел;
- Бродирание на народни мотиви – шевици;
- Сглобяване на пъзел;
- Сглобяване на леги;
- Създаване на собствен робот;
- Работа с нови компютърни технологии;
- Създаване на игра;
- Създаване на уебсайт;
- Създаване на цифров аудио/видео запис;
- Създаване на анимация;
- Други.

Инструментите, технологиите и дейностите в „Makerspace“ могат да бъдат от различни видове и от различни типове.

Що се отнася до музеите – те са сред първите институции, прегърнали идеята за развитието на тези пространства, особено тези, фокусирани върху науката. Днес „Makerspaces“ се появяват в голямо разнообразие от музеи, включително тези с фокус върху изкуствата и хуманитарните науки. Също така, стават стандартен компонент към детските музейни части, а много музеи на изкуството имат места не само за деца, но и за цели семейства, за да създадат изкуство по време на посещението си.

Те дават възможност на посетителите да участват в дейности, свързани с колекция, подобрявайки тяхното взаимодействие с експонатите и потенциално привличайки нови посетители.

Един съвременен пример е Модерен музей на Истанбул на Arup и Renzo Piano Building Workshop. Разположен е в сърцето на турския метрополис и заменя съществуващия на това място музей на западния бряг на Босфора. За да се направи място за новата структура, старият склад, в който се е помещавал първият музей за съвременно изкуство в Турция „Истанбул Модерн“ (2004) е бил разрушен.

Новата структура е организирана на 5 нива и разполага с площ от 14 хил. кв.м, три от нивата са над земята. Подредени са върху правоъгълен план и минават успоредно на бреговата линия.

Отвореният атриум предоставя на публиката достъп до кафене, книжарница, библиотека, музейни информационни пространства, пространства за уъркшоп по проекта „Пространство за открития“, разработен в сътрудничество с Центъра Помпиду в Париж. Тук е поместена зала, предназначена за образователни работилници специално за деца.



Ил. 1. Модерен музей на Истанбул

На първият етаж са предвидени фотографската галерия, рор-уп галерия, т.нар. Studio STEAM и зали за събития, също така и ресторант.

Studio STEAM е пространство, в което чрез интердисциплинарен подход се обединяват изкуство, наука, технологии, инженерство и математика. Спонсорирано е от Ogal-V Ю. В него се предлагат програми за обучение, разработени в сътрудничество с художници, а изследователските методи се съчетават с производствените техники на изкуството, ориентирани към процеса.

Председателят на борда на Модерен музей на Истанбул казва: „Ние също така представяме уникални и пионерски интердисциплинарни художествени образователни модели за нашата страна в нашата нова музейна сграда, за да се повишат способностите на децата и младите хора в областта на творчеството и иновациите. Продължаваме. Вярвам, че уъркшопът, който създадохме в Studio STEAM, ще бъде сред иновативните примери в света.“



Ил. 2. Studio STEAM. Модерен музей на Истанбул / Istanbul-Moderne, 2023



Ил. 3. Studio STEAM, Модерен музей на Истанбул, *Istanbul Moderne*, 2023

Що се отнася до библиотеките: първата публична библиотека, която предлага таква пространство е Fayetteville Free Library в щата Ню Йорк. Днес обаче те са изключително много на брой. Един от съвременните примери е Националната библиотека на Катар (QNL) (2021) в Доха на OMA и Рем Кулхас и нейната т.нар. „Станция за иновации“ („Innovation Station“).



Ил. 4. Националната библиотека на Катар (Ваап, I., 2020)

Станцията за иновации („Innovation Station“) е поместена към детската част на библиотеката и съдържа набор от артикули и услуги за стимулиране на творчеството и иновациите. Осигурява достъп до секция за 3D печат и сканиране, звукозаписно студио и зала за видео / фотография с оборудване за дигитален дизайн, музикални инструменти и оборудване за запис, аксесоари за виртуална реалност, електроника „направи си сам“ и други „makerspace“ пространства. Оборудвана е с музикални инструменти, оборудване за видео заснемане, фотография и съоръжения за 3D печат. Станцията действа като център за новатори, художници, музиканти и общи учащи, които работят заедно по творчески проекти. „Параметричният дизайн и неговото пресъздаване са изключително интересни и могат да задоволят въображението и да отговорят на очакванията на всеки артист.“ (Харалампиева, Т., 2025, с.315)



Ил. 5. Националната библиотека на Катар (2018а)



Ил. 6. Националната библиотека на Катар / Qatar National Library (2018b)

Тя е свободна за достъп за всеки в Катар и предлага разнообразие от курсове и целогодишни дейности.

От архитектурна гледна точка, за да се даде възможност на посетителите в съвременните музеи и библиотеки да развиват нови умения, да изработват различни предмети, да творят чрез използване на съвременни технологии, следва да се предвиди площ, оборудвана с различни машини и технологии и да се предвидят седящи места снабдени с различни инструменти или помагала, които служат за направата на различни обекти.

Възможно е тези пространства да бъдат разделени на отделни зони, обзаведени и оборудвани за възрастни и за деца.

Предложение на автора за оразмеряване на „Makerspace“ / пространство за уъркшоп / хоби:

- Препоръчва се да се оразмери за групи до 20 човека;
- За работа с дърво, метал, хартия, глина, естествени материали: около 3,5 кв.м / човек минимална площ;
- За изработка и моделиране на по-големи предмети: 4 кв.м / човек минимална площ;
- Квадратура на зала: 70-80 кв.м минимална площ;
- Допълнителни пространства за нови технологии и машини – според вида и големината на оборудването, броя и обема на технологиите и т.н., но по-големи от 30 кв.м;
- Загължително предвиждане на складово помещение.

Препоръчаните квадратури са съотнесени към изискванията, дадени в ръководство за проектиране „Нойферт“.

Пространство за работа с деца / място за уъркшоп деца

За извънкласни занимания (обогатяват съдържанието на музейната и библиотечната сграда) тези пространства са новост при проектирането на съвременни музейни и библиотечни сгради. Това са места, където се организират практически занимания единствено и само за най-малките посетители на музея – децата, оборудвани и обзаведени така, че да са пригодени за най-малките.

В пространството за работа с деца могат да се организират най-различни занимания, които те да правят с ръцете си:

- Изработка на малки и големи предмети от различен материал;
- Моделиране (ръчно или дигитално) на малки и големи предмети от различен материал;
- Рисуване – ръчно или дигитално;
- Оцветяване – ръчно или дигитално;
- Сглобяване на различни предмети;
- Сглобяване на лего модел / роботи / пъзели и т.н.;
- Работа със съвременни технологии (3D принтери и др.);
- Други.

Към тези пространства може да се предложи и зала за видео прожекции, представления, образователни представления и прожекции и други.

Предложение на автора за оразмеряване на пространство за работа с деца:

- Препоръчва се оразмеряване за групи до 15 деца на възраст до 14 години, тъй като това е броят деца, с който един възпитател е в състояние да работи с нормално темпо;
- При по-голям музей или библиотека залите могат да бъдат 2. Възможно е преграждане между 2 помещения, което да става чрез сгъваеми стени. Това дава възможност за пространственото им обединяване при нужда.

По този начин се дава възможност за побирането на един учебен клас от 30 деца без те да бъдат разделяни. Преди доста години учениците в един клас са били по 35. Към днешна дата обаче, и при съвременната по-ниска раждаемост те са около 25-26. Затова бройката 30 е избрана като усреднена средна;

➤ При възможност за по-голямо пространство, то би могло да се разделя на няколко по-малки части чрез гъвкави разделителни стени и да се адаптира към различни приложения;

➤ Минимално необходимо пространство – 2,5 кв.м / дете;

➤ За изработка и моделиране на по-големи обекти – 4,5 кв.м / дете;

➤ Квадратура на зала – 37,5 – 67,5 кв.м;

➤ При по-големи пространства е добре да се предвиди зала представления / видео проекции, а при по малки – в залата за работа с деца да се подсури място с възможност за видео проекции;

➤ Препоръчително е използването на модулни мебели;

➤ Обзавеждане с малки маси и детски столове;

➤ Към пространството трябва да се подсурият места, снабдени с различни помагала или инструменти за съответна дейност;

➤ Към пространството трябва да се осигурят мивки;

➤ Задължително е предвиждането на складово помещение, в което могат да се прибират съгъваеми столове, маси и други;

➤ Добре е да се предвиди и отделна площ за обслужване – малко фойе с детски санитарен възел, гардероб и детски санитарен възел. Може да се предвиди и малка рецепция (бюро), където да се приемат децата – за 10 деца – 1-2 броя тоалетни / WC + 1-2 бр. мивки;

➤ Пространството трябва да е достатъчно голямо, просторно за изработка, както на малки обекти, като коледни картички и малки пластики, така и на по-големи – хвърчила например, или да дава възможност за сглобяване на голям пъзел.

Препоръчаните квадратури са съотнесени към изискванията дадени в ръководство за проектиране „Нойферт“.

„Създаване на проекти вдъхващи цвят и оптимизъм и търсене на нови ключови идеи за презентирание на изкуство – ние не трябва да се отказваме да опитваме да налагаме творчески визии на мястото на ерозията на времето (Кожухаров, 2025, с. 89)“

От всичко до тук можем да си направим извода, че това не са просто „работилници“. Те предоставят общодостъпно място, в което инструментите за създаване, експериментирание и иновации са абсолютно достъпни, така че у потребителите да могат да се развиват нови знания. Това е и една от причините тези пространства да бъдат все по-неизменна част от съвременната концепция за музея и библиотеката, разширявайки техният кръг от посетители и обхват на дейност.

Разбира се, от архитектурна гледна точка за тях трябва да се отреди специално място в тези сгради, а от концептуална – да се заложи още в началото при съставяне на програмата им.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Миличин, М. (2021). *Типове уебстраници и техните основни роли в дигиталното пространство*, Сборник научни публикации на департамент Дизайн 7/2021 – 2022, 141-153. Нов български университет. София.
2. Харалампиева, Т., (2025. с.315). *Архитектурни визуализации със CINEMA 4D +Vray. Параметрично моделиране*. Сборник доклади от Национална научно-практическа конференция „Дигитални технологии в архитектурата, дизайна и визуалните изкуства“, 27–28 април, 2023. НБУ. ISSN: 2815-5211
3. Кожухаров, Р. (2025, с.89). *„Експонирането на дефектите и превръщането им в ефект – творчески процес в естетизацията на обекти от обществените пространства с цел успешното им превръщане в произведения на изкуството“*. Сборник с научни публикации от първата и втората кръгла маса „Експозиционен дизайн и креативни индустрии“ 2020 и 2023 г., Нов български университет. София. Издателство на Нов български университет (2025), ISBN 978-619-233-360-7 (електронно издание).
4. Chakraborty, S., 2021. *Library Makerspace: A New Dimension to the Future Library Services. Library and Information Science: Past, Present & Future*. 978-81-952892-2-6 Достъпно на <https://statenews.com/article/2014/07/msu-library-hosts-makerday> (Посетено на 15/04/2024)
5. Lay, S., 2014. *Maker Day allows students to showcase creativity*. Достъпно на <https://www.qnl.qa/en/library-services/innovation-station> (Посетено на 10/03/2024)
6. Railynews, 2023. *Istanbul a new education place in modern studio steam*. Достъпно на <https://railynews.com/2023/07/istanbul-a-new-education-place-in-modern-studio-steam/> (Посетено на 08/05/2024)
7. Rasmussen, H., 2016. *The participatory public library: the Nordic experience*. In: *New Library World*, vol. 117, 9/10, pp. 546–556. Достъпно на <https://doi.org/10.1108/NLW-04-2016-0031>
8. RoSlund, S., P. E. Rodgers, 2013. *Makerspaces (21st Century Skills Innovation Library: Makers as Innovators)*. Cherry Lake Pub
9. *Wikiarquitectura* [онлайн]. Достъпно на <https://en.wikiarquitectura.com/building/qatar-national-library/> (Посетен на 8 март 2024 г.)
10. Willingham, T., J. de Boer, 2015. *Makerspaces in Libraries (Volume 4) (Library Technology Essentials, 4)*. Rowman & Littlefield Publishers

ИЛЮСТРАЦИИ

Ил. 1. Istanbul Modern Museum / Renzo Piano Building Workshop + Arup. Фото © Cemal Emden https://www.archdaily.com/1002751/istanbul-modern-museum-renzo-piano-building-workshop-plus-arup/6491db67cb9c462d9410b7ab-istanbul-modern-museum-renzo-piano-building-workshop-plus-arup-photo?next_project=no

Ил. 2. Istanbul-Modernde, 2023a. *A New Education Space 'Studio STEAM' at Istanbul Modern*. Достъпна на: https://ajandaistanbul.com/wp-content/uploads/2023/07/1688623696_St_dyo_STEAM_Foto_raf_Murat_Germen_4_-1024x683.jpg [изображение]

Ил. 3. Istanbul-Modernde, 2023b. *A New Education Space 'Studio STEAM' at Istanbul Modern*. Достъпна на: https://ajandaistanbul.com/wp-content/uploads/2023/07/1688623697_St_dyo_STEAM_Foto_raf_Murat_Germen-1024x683.jpg [изображение]

Ил. 4. Baan, I., 2020. *Qatar National Library, Doha*. Достъпна на: https://arquitecturaviva.com/assets/uploads/obras/39237/av_imagen.webp?h=6518435f [изображение]

Ил. 5. Qatar National Library, 2018a. *The Innovation Station*. Достъпно на <https://pbs.twimg.com/media/DhUx1mBVMAATFn8?format=jpg&name=4096x4096> [изображение]

Ил. 6. Qatar National Library, 2018b. *The Innovation Station*. Достъпно на <https://pbs.twimg.com/media/DhUxyddU8AE-dFd?format=jpg&name=4096x4096> [изображение]

АРХИТЕКТУРНИ ПРОЕКТИ, РЕАЛИЗИРАНИ БЛАГОДАРЕНИЕ НА CAD ТЕХНОЛОГИИТЕ

ГЕРГАНА СТЕФАНОВА

ARCHITECTURAL PROJECTS REALIZED THANKS TO CAD TECHNOLOGIES

GERGANA STEFANOVA

РЕЗЮМЕ

Докладът разглежда как компютърните технологии помагат на архитектите да реализират своите смели и нестандартни идеи. От една страна, процесът на проектиране предразполага да изчезнат границите между архитектура и скулптура, а самото архитектурно „мислене“ пред „двумерното“ преобладава „триизмерното“. Също така реализацията на сложни форми и обеми стана не само възможна, но и по-бърза и донякъде по-лесна.

Изследвани са сгради на различни архитекти, които нямаше да бъдат построени без помощта на компютърните технологии - от операта в Сидни на арх. Йорн Утзон, през музея „Гугенхайм“ в Билбао и Фондацията „Луи Вюитон“ в Париж на Франк Гери, сгради на Заха Хадид, Сантьяго Калатрава, Даниел Либескинд, Жан Нувел и Норман Фостър и още много други до небостъргачът във Ванкувър с автор Кенго Кума. Темата е продължение на доклада „Архитект + компютър + проект хроника и размисли“, изнесен на първото издание на едноименната конференция.

Новите материали и строителни технологии също имат своето влияние, но промяната на архитектурните форми е пряко свързана с CAD технологиите, без които тези сгради не биха били реализирани или проектирането и строителството им би отнело немислимо дълго време

Ключови думи: архитектура, форма, композиция, параметричен дизайн, деконструктивизъм, CAD програми

SUMMARY

The paper discusses how computer technologies help architects to realize their bold and unconventional ideas. On the one hand, the design process predisposes the boundaries between architecture and sculpture to disappear, and the architectural "thinking" itself is dominated by the "three-dimensional" over the "two-dimensional". Also, the realization of complex forms and volumes became not only possible, but also faster and somewhat easier.

Buildings by various architects that would not have been constructed without the aid of computer technology have been explored, from the Sydney Opera House by Arch. Jorn Utzon, to the Guggenheim Museum in Bilbao and the Fondation Louis Vuitton in Paris by Frank Gehry, buildings by Zaha Hadid, Santiago Calatrava, Daniel Libeskind, Jean Nouvel and Norman Foster and many more, to the Vancouver skyscraper by Kengo Kuma. The theme is a continuation of the paper "Architect + Computer + Project Chronicle and Reflections" given at the first edition of the conference of the same name.

New materials and building technologies have also had their impact, but the change of architectural forms is directly related to CAD technologies, without which these buildings would not have been realized or would have taken an unthinkable long time to design and build.

Keywords: architecture, form, composition, parametric design, deconstructivism, CAD programs

ВЪВЕДЕНИЕ

Компютърните технологии от зората на създаването си подпомагат архитектите да реализират своите смели и нестандартни идеи. От една страна, процесът на проектиране предразполага да изчезнат границите между архитектура и скулптура, а в самото архитектурно „мислене“ пред „двумерното“ преобладава „триизмерното“. Също така реализацията на сложни форми и обеми стана не само възможна, но и по-бърза и донякъде по-лесна. Един от първите проекти, който трудно би бил реализиран без компютърни изчисления, е операта в Сидни с архитект Йорн Утзон.

I. ОПЕРАТА В СИДНИ, АРХИТЕКТУРА ЙОРН УТЗОН 1957 – 1973

В началото на 1957 г. датският архитект Йорн Утзон печели конкурса за операта в Сидни благодарение на впечатляваща скица с възлен, показваща сграда с необикновена форма, с покриви, съставен и от криви, сякаш противопоставящи се на гравитацията. Неговият проект няма никакви подкрепящи формата конструктивни изчисления по време на конкурса. Така че когато инж. Уве Аруп разбира, че Йорн Утзон е спечелил конкурса, му изпраща лично писмо, предлагайки му да си сътрудничат. Така през март 1957 г. инженерната фирма Аруп е официално назначена в екипа на проекта. Амбициозната визия на Утзон за формата на покрива поставя огромен брой инженерни предизвикателства. Много тогавашни критици даже смятат, че ще е невъзможно сградата да бъде построена. Търсенето на решение е водено от тясно творческо партньорство между архитекта и инженерния екип. В стремежа си да запазят оригиналната визия на Йорн Утзон, между 1957 и 1963 г. инженерите на Аруп разработват 12 различни версии на бетонния покрив. Той се „развива“, тръгвайки от свободната форма на оригиналната скица на архитекта до сферичната геометрия на окончателния проект.

Изчисляването на проектните схеми за покрива, заедно с обработката на резултатите от тестовете на модела, изискват огромно количество изчислителна и аналитична работа. Талантливите математици във фирмата Аруп, като например инженерът Роналд Дженкинс, ръководят работата до 1961 г., предоставяйки на екипа числени уравнения за конструктивния анализ. Сложността на проекта обаче изисква редовни преизчисления. Промените в проекта в една област на покрива довеждат до промяна на големи количества изчисления. За да се справят с обема и трудността на изчислителната работа, инженерите на Аруп използват мощни за времето компютри и то в мащаб, който не е използван дотогава.



Ил. 1. Операта в Сидни. [фотография] Фото © Bernard Spragg.



Ил. 2. Йорн Утзон и Ове Аруп с инженера на проекта Пovel Ахм обсъждат покривната конструкция в студиото на Утзон [фотография, 1959] Hellebaek, Denmark.

Автор на снимката: © Yuzo Mikami / Courtesy Arup.



Ил.3. Модел на покрива на операта в Сидни, подложен на изпитване за разпределение на напрежението в университета в Саутхемптън, [фотография, 1960 г.] © Henk Snoek / Courtesy Arup.



Ил. 4. Компютърът Ferranti Pegasus Mark 1 от 1957 г. [фотография, 1957 г.]
© Mary Evans Picture Library / Alamy Stock Photo.

Компютърът Ferranti Pegasus Mark 1 от 1957 г. е първият компютър, използван в проекта за Операта в Сидни. Това е един от първите търговски компютри, налични в Обединеното кралство, произведен от разположения в Манчестър производител на електроника Ferranti Ltd. – компания, която е в челните редици на развиващата се компютърна индустрия в Обединеното кралство през 50-те години на XX век. Използването на компютри през 1957 г. все още не е широко разпространено – поразителни данни за продажбите

показват, че през 1956 г. са произведени и продадени едва 26 компютъра Pegasus. Фирмата Аруп тогава не притежава собствен компютър, а наема почасово ползване на компютър Pegasus в лондонската централа на Ferranti на Нюман Стрийт, зад ъгъла на базата на фирмата на Фицрой Стрийт. Те също така имат достъп до компютър Pegasus, собственост на университета в Саутхемптън, чийто изследователски отдел вече е участвал в проекта за Операта в Сидни.

През средата на 60-тите Аруп създават свой собствен компютърен отдел. Мотото му е: „Ако не знаете порядъка на големината на отговора, не използвайте компютъра.“ Отрезвяваща бележка, която може би остава актуална и днес, защото компютрите никога не трябва в крайна сметка да заместват увереността и способността на инженера да тества и оценява проектантските проблеми.

II. ГОЛЕМИЯТ ДВОР В БРИТАНСКИЯ МУЗЕЙ, ЛОНДОН, АРХИТЕКТИ – ФОСТЪР+ПАРТНЬОРИ



Ил. 5. Големият двор в Британския музей, Лондон, архитекти Фостър+партньори. [фотография]
 Фото © David Iiff._

Обновяването на части от първия национален обществен музей в света, отворен за посетители от 1759 г., е много сложен и деликатен проект. Главен проектант е сър Колин Сейнт Джон Уилсън. Проектът предлага превръщането на вътрешния двор на музея в най-големия покрит обществен площад в Европа. Той е с покрив от стъкло и стомана, а в центъра му е разположена известната читалня.

„Вътрешният двор в центъра на Британския музей беше едно от отдавна изгубените пространства на Лондон“, казват архитектите. „Без това пространство музея беше като град без парк.“ Но това представлява и предизвикателство за проектантите. Навесът е изграден от 3312 стъклени елемента, като нито един от тях не е еднакъв. За целта е разработена компютърна програма, която да определи размерите и ъглите на всяко отделно стъкло. Големият двор увеличава публичното пространство в музея с 40 %, което позволява на посетителите да се движат свободно по основния етаж за първи път от 150 години.

III. МУЗЕЙ НА ДИЗАЙНА „ВИКТОРИЯ И АЛБЪРТ“, ДЪНДИ, ШОТЛАНДИЯ V&A



Ил. 6. Музей на дизайна „Виктория и Албърт“, Дънди, Шотландия V&A арх. Кенго Кума
[фотография] Фото © Hutton+Crow.

Японският архитект Кенго Кума, отдавна „надхвърлил“ границите на Япония, е определен днес като метамодернист. Той има свой собствен творчески глас, характеризирани от иновативната употреба на оригинални форми. Кенго Кума набляга на употребата на органични материали като дърво и бамбук.

От гледна точка на Кума, компютризираната архитектура играе жизненоважна роля за превръщането на архитектурните фантазии в реалност: „CAD технологиите и 3D инструментите, които навлязоха в света на архитектурното проектиране, ни насочват към подновяване на вниманието към материалите. С помощта на компютрите можем да

мечтаем за всяко архитектурно пространство, което искаме, и да превърнем идеите в реални чертежи. В същото време все повече разчитаме на реални органични материали, за да си свършим работата. Въпреки това е много трудно да се използват тези материали, тъй като има толкова голяма вариантност и трябва да се справяме с различни ограничения по отношение на формата и размера.“ Програмата, която се използва основно за 3D моделиране е същата, с която работи Франк Гери, създадена от НАСА за проектиране на космически совалки – CATIA. Шефът на компютърния отдел към бюрото на Кенго Кума ККАА Томохиро Макунага казва за избора на основна програма:

„CATIA ни позволи да оптимизираме 3D модела в параметрично отношение, което ни позволи да намалим значително броя на неправилните части.“

IV. МУЗЕЯТ ГУГЕНХАЙМ В БИЛБАО (1993-97), АРХИТЕКТУРА ФРАНК ГЕРИ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Един от ранните примери за реалната помощ на компютъра е реализацията на музея Гугенхайм в Билбао и „Уолт Дисни“ концерт хол в Лос Анжелис с автор Франк Гери. Гери печели конкурса за музея Гугенхайм през 1993 г., а сградата е завършена през 1997г.

Франк Гери използва за първи път френската програма CATIA 3-D (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application) за дизайн на бойни самолети за El Peix, за монументалната скулптура – риба за летните олимпийски игри в Барселона през 1992 г.



Ил. 7. Музеят Гугенхайм в Билбао (1993-97), арх. Франк Гери. Фото © Г. Стефанова



Ил. 8. Музеят Гугенхайм в Билбао (1993-97), арх. Франк Гери.
Фото © Г. Стефанова

V. ХОТЕЛ „МОРФЕУС“, ЗАХА ХАДИД АРХИТЕКТИ (ZHA)

Още през първата година след построяването си хотелът приема 32 млн туристи. Интересът е предизвикан от невероятната форма и интересни пространства на сградата. Артистичността на Заха Хадид не я отчуждава от технологиите и компютрите, а напротив, защото като математик тя добре разбира абстракциите, включително римановата геометрия на извитото пространство. Всъщност компютърът само ѝ помага да ги изрази. Перспективите от ранното творчество на Заха Хадид (сякаш с обектив тип „рибешко око“) „огъват“ правите линии и напомнят за изкривеното пространство на Айнщайн, извито от гравитацията, и като че ли „предсказват“ способностите на компютъра да помага на архитекта за създаване на сложни форми и пространства. За реализирането на проекта е използван комплекс от компютърни програми, между които с най-голямо значение: Autodesk Maya and 3ds Max.



Ил. 9. Хотел Морфеус, Заха Хадид архитектури, ЗНА, 2018 – Макао [фотография]
Фото © Ivan Dupont, Virgile Simon Bertrand.



Ил. 10. Хотел Морфеус, Заха Хадид архитектури, ЗНА, 2018 – Макао [фотография]
Фото © Ivan Dupont, Virgile Simon Bertrand.

„...Заха Хадиг е една от най-надарените в областта на архитектурното изкуство. От най-ранните си рисунки и макети до последните си сгради и проекти, тя неотклонно показва оригинален и силен личен светоглед, който промени начина, по който виждаме и преживяваме пространството. Фрагментираната геометрия и флуидната подвижност на Хадиг са нещо повече от абстрактна динамична красота; те са творчество, което изследва и изразява света, в който живеем.“ През 2004 година арх. Заха Хадиг е удостоена с най-престижната награда – „Прицкер“. Горните думи са казани по този повод от члена на журито, световноизвестната Ада Луиз Хъкстейбъл.

Това съвсем не са единствените примери на сгради, които нямаше да бъдат построени без компютрите, или поне щеше да е много по-бавно и трудно, има още стотици примери, но избраните са едни от първите и/или трасират пътя на полезното сътрудничество на дигиталните технологии и архитектурата.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Браткова, Р., 2024. *Правилата в архитектурното творчество на Дейвид Чипърфийлд, Кенго Кума и Критиян Керец. Метамодернизъм в архитектурата* Дисертационен труд, УАСГ, София
2. *Computers and the Sydney Opera House* [онлайн] [прегледан на 22 май 2024 г.] Достъпен на: <https://www.vam.ac.uk/articles/computers-and-the-sydney-opera-house>
3. *Parametric architecture. The evolution of architectural practice: From hand drawings to computer-aided design to AI integration* [онлайн] [прегледан на 25 май 2024 г.] Достъпен на: <https://parametric-architecture.com/the-evolution-of-architectural-practice-from-hand-drawings-to-computer-aid-design-to-ai-integration/>

ИЛЮСТРАЦИИ

Ил. 1. Spragg, B., автор; https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/Sydney_Australia._%2821339175489%29.jpg (изображение)

Ил. 2. Mikami, Y., автор; <https://www.vam.ac.uk/articles/computers-and-the-sydney-opera-house> (изображение)

Ил. 3. Spnoek, H., автор; <https://www.vam.ac.uk/articles/computers-and-the-sydney-opera-house> (изображение)

Ил. 4. Evans, M., <https://www.vam.ac.uk/articles/computers-and-the-sydney-opera-house> (изображение)

Ил. 5. Iliff, D., https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5a/British_Museum_Great_Court%2C_London%2C_UK_-_Diliff.jpg (изображение)

Ил. 6. Hufton+Crow, https://images.adsttc.com/media/images/5b99/176b/f197/cc3a/da00/0037/slideshow/V_A_Dundee_Scotland_%C2%A9HuftonCrow_064.jpg?1536759647 (изображение)

Ил. 7. Стефанова, Г., личен архив. Музеят Гугенхайм в Билбао (1993-97), арх. Франк Геру

Ил.8. Стефанова, Г., личен архив. Музеят Гугенхайм в Билбао (1993-97), арх. Франк Геру

Ил. 9. Dupont, I. Bertrand, V. S., https://images.adsttc.com/media/images/5b22/9442/f197/ccfa/2700/003e/slideshow/04_ZHA_Morpheus_photo_Virgile_Simon_Bertrand.jpg?1528992805 (изображение)

Ил. 10. Dupont, I. Bertrand, V. S., https://images.adsttc.com/media/images/5b22/9442/f197/ccfa/2700/003e/slideshow/04_ZHA_Morpheus_photo_Virgile_Simon_Bertrand.jpg?1528992805 (изображение)

РЕГИОНАЛЕН ИСТОРИЧЕСКИ МУЗЕЙ – СОФИЯ И МОДЕРНИТЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОМОЩ НА КУЛТУРНОТО НАСЛЕДСТВО

ДАНИЕЛ ИВАНОВ,
АНГЕЛ ДРАГИЕВ

REGIONAL HISTORICAL MUSEUM – SOFIA AND MODERN TECHNOLOGIES IN SUPPORT OF CULTURAL HERITAGE

DANIEL IVANOV
ANGEL DRAGIEV

РЕЗЮМЕ

Статията разглежда един от филиалите на Регионален исторически музей – София – обект „Триъгълна кула на Сердика“ и реализирането на проект „Обновяване и осъвременяване на обект Триъгълна кула на Сердика“ по „Програма за възстановяване и развитие на държавни, регионални и общински културни институти 22“ към Национален фонд „Култура“. Основната цел, която сме си поставили в материала, е да представим интегрирането на различни модерни технологии и съвременни похвати в експозиционното пространство на обекта, които допринасят за обогатяването на историческия разказ за античния римски град Улпия Сердика пред посетителите.

Ключови думи: Недвижима културна ценност, археология, Античност, модерни технологии, виртуална реалност

SUMMARY

The article examines one of the branches of the Regional History Museum – Sofia, the "Triangular Tower of Serdica", and the implementation of the project "Renovation and Modernization of the Triangular Tower of Serdica" under the "Program for Recovery and Development of State, Regional, and Municipal Cultural Institutes 22" of the National Culture Fund. The main goal we have set in the material is to present the incorporation of various modern technologies and contemporary approaches in the exhibition space of the site, which contributes to enriching the historical narrative of the ancient Roman city of Ulpia Serdica.

Keywords: Immovable cultural heritage, archaeology, antiquity, modern technology, virtual reality

В различните културни институции в страната, свързани с опазването на културното и природно наследство, все по-често се забелязва употребата на съвременни похвати и модерни технологии в експозиционните пространства. През последните години Регионалният исторически музей – София, използва все повече различни по вид модерни технически средства в помощ на експозиционната си дейност. Едно от последните нововъведения е

приложението за виртуална реалност „Триъгълна кула на Сердика“, създадено като част от обновяването на едноименния филиал на Музея. Заедно с останалите технологии от типа на лазерно проектиране, 2D анимации, различни видеоматериали и др., приложението за виртуална реалност превръща обекта „Триъгълна кула на Сердика“ в добър пример за недвижима културна ценност с археологически профил, чието експониране комбинира както традиционни методи, така и съвременни технологии и решения.

Накратко за Регионалния исторически музей – София

Първата реална стъпка за създаването на градски исторически музей в София датира от 1928 г. и е по инициатива на столичния кмет генерал Владимир Вазов. Той предлага да се организира музей и библиотека при Столичната община, като идеята е обвързана с предстоящите юбилейни чествания по случай 1000 години от Симеоновия златен век на българската книжнина, 50 години от Освобождението на България (1878 г.) и 50 години от провъзгласяването на София за столица на България (1879 г.) (Коцев, 2010, с. 11-12). За реализирането на тази цел столичният кмет издава разпореждане № 2307 от 22 октомври 1928 г., с което се назначава комисия, която да проучи въпроса за основаването на Столичния общински музей. (Дневник на Столичния..., 1929, л. 2) Съставен е и Проект-правилник на Музея, който регламентира устройството, управлението, финансирането и др. въпроси, свързани с неговото функциониране. (Проект за правилник..., 1928, л. 1-3).

Основната дейност на Софийския музей в годините до 1941 година е натрупване и съхраняване на материали и документи, свързани с политическата, културната и социалната история на столицата. В този период той се помещава на три различни места в София – на площад „Славейков“ № 9, на площад „Св. Неделя“ № 2 и на булевард „Княгиня Мария Луиза“ № 47. (Бонева, 2020, с. 18).

На 1 декември 1941 година Столичният музей заедно с библиотеката е настанен в откупената от Общината триетажна сграда на площад „Бански“ № 3, където е уредена и първата постоянна експозиция (Коцев, 2010, с. 12). За съжаление, животът на новооткритата музейна експозиция е кратък. Разрушителните бомбардировки над София по време на Втората световна война (1939-1945) слагат край на нейното съществуване за един много дълъг период от време. На 30 март 1944 година е нанесена най-тежката бомбардировка над столицата от англо-американската авиация, която разрушава хиляди сгради, сред които и тази на музея на площад „Бански“ № 3. Някои от картините, книгите, архивите и фототеката са евакуирани извън столицата преди това, но други са унищожени (Коцев, 2010, с. 14).

След Втората световна война започва процедура по отделянето на Градския музей като самостоятелно звено. На 9 октомври 1952 година, Симеон Игнатиевски, началник на отдела „Просвета и култура“ при СГНСДТ (Софийски градски народен съвет на депутатите на трудещите се), внася за разглеждане в Общината доклад от 2 октомври с.г., в който се прави преглед на състоянието на музея до този момент, и се предлага обоснован и подробен план за бъдещото му идейно и функционално развитие (Доклад..., 1952, с. 1-9). Още същият ден Общината узаконява направените в доклада предложения (Протокол..., 1952, с. 3). Първоначалното му наименование е „Музеят за история и изграждане на София“, а по-късно името е трансформирано на „Музей за история на София“ (Коцев, 2010, с. 14).

С този акт започва вторият период от развитието на Софийския исторически музей. Последвалите десетилетия, след неговото обособяване са доста ползотворни за развитието му като самостоятелна културна институция, включвайки множество временни изложби, усърдна събирателска и проучвателска работа (Бояджиева, 1994, с. 13–21), и неумоверни усилия за намирането на подходяща сграда, която да приюти музейните сбирки, експозицията и музейните специалисти. Липсата на собствен дом определя цялостното развитие на Софийския исторически музей от неговото създаване до началото на XXI в. В периода 1952–1998 г. Столична община търси различни варианти и решения за неговото подслоняване. Като резултат на тези усилия се появяват редица конкретни предложения за намиране сграда за Музея, като нито едно от тях не е реализирано (Коцев, 2010, с. 14–18).

През 1998 г. Музеят е включен като съставна част на ОП „Стара София“, без това да промени неговите основни функции, задачи и цели (Пак там, с. 19). През юни с. г. е организиран национален конкурс за адаптация на Централната минерална баня в Музей на столицата, като част от сградата е предоставена на музея с Решение на Столичния общински съвет (СОС) № 46 от 27 юли 1998 г. След дълги години на усилената работа помещенията в банята, предназначени за Софийския музей, са реставрирани и адаптирани. В тях са обособени работни пространства за една част от музейния екип и са настанени фондохранилищата с колекциите, лабораторията по консервация и реставрация и постоянната експозиция на музея. Междувременно експертният екип подготвя съдържанието на постоянната експозиция, която окончателно е подредена през 2015 г. и официално открита в Деня на София на 17 септември с.г. (Стоилова, б.г., с. 11, 23). В началото на ноември с.г. е издадено постановление № 299 на Министерски съвет „За преобразуване на Общинския културен институт „Музей за история на София“ в Регионален исторически музей – София“ – РИМ София (Постановление..., 2015, с. 18). Този акт е нов етап в развитието на Софийския исторически музей и го поставя на едно по-високо равнище на културната карта на България.

Обект „Триъгълна кула на Сердика“

Днес към структурата на РИМ София са включени няколко филиала, които той стопанисва и полага грижи за тяхното опазване, експониране и социализация¹. Един от тези филиали е археологическият обект „Триъгълна кула на Сердика“ (Правилник..., 2020, чл. 10, ал. б), намиращ се в сутерена на жилищно-търговска сграда с адрес булевард „Княгиня Мария Луиза“ № 16.

Триъгълната кула е важен фортификационен елемент от крепостната стена на античния римски град Улпия Сердика. Тя е изградена при последното голямо преустройство на укрепителната система на града във времето след средата на V в. (Борисова-Кацарова, 2020, с. 295–296; Бояджиев, 2002, с. 132). Тогава до ранната крепостна стена на фуга е долен външен тухлен пояс, а между съществуващите кръгли кули са издигнати нови, триъгълни (Балабанов, Бояджиев, 2000, с. 117). Разлежданата Кула е разположена по средата на северната крепостна стена в близост до Северната порта на града.

¹ Виж: Правилник за устройството и дейността на Регионален музей – гр. София. Решение № 64 по Протокол № 9 от 20.02.2020 г., чл. 10, ал. 6. Нормативни актове – Столична община. [прегледан на 20 юни 2024]. Достъпен на <https://sofia.obshtini.bg/doc/4308428/0>.

Кулата е с форма на почти равностранен триъгълник със страни 9,00 и 9,90 м, а височината ѝ вероятно е достигала между 12 и 14 м. Ориентирана на север, тя е изградена изцяло от тухли върху едноредов цокъл от големи правоъгълни квадри и основи от речни камъни със спойка от хоросан, като дебелината на стените достига 2 м. Кулата е снабдена с две малки врати (потерни) с прагове от каменни блокове, които са използвани от защитниците за излази и изненадващи удари по врага (Иванов, 2024, с. 554).

Обектът е регистриран за първи път през 1949 година (Полеви дневник..., 1958-1959, л. 1), а през м. юни 1951 година са проведени археологически проучвания във връзка с изграждането на „Жилищен дом за работниците по транспорта“ на кръстовището на улица „Екзарх Йосиф“ и булевард „Княгиня Мария Луиза“. След разкриването на останките от Кулата, е взето решение в бъдещата сграда да се настани „Музеят за история на София“. Изготвен е нов архитектурен проект от архитектите Лиляна и Минко Пиндеви, според който целият партер на сградата трябва да се заеме от експозиционната зала, която да бъде разположена над разкритите останки от Кулата и крепостната стена. Във връзка с подновеното строителство, през годините 1958-1959 са проведени допълнителни археологически проучвания, а останките са консервирани на място. Паралелно с тези дейности, музейният екип работи усилено върху бъдещата постоянна експозиция с вписване на Кулата около нея, чието откриване е запланирано на 9 септември, 1963 година. За съжаление, това не се случва, като с постановление на Министерски съвет от 4 август 1961 година, сградата е прехвърлена към Министерството на вътрешната търговия и в предвидените за музей помещения се настанява магазин „София“. След затварянето на магазина, в първите месеци на 1991 година, пространствата отново са предоставени на Софийския музей, но поради тяхната амортизация, остават затворени повече от 25 години, недостъпни за посетители (Иванов, 2024, с. 256-258).

Едва в периода 2016-2017 година е реализиран проект за експонирането и социализацията на останките от Кулата в сутерена на сградата с водещ проектант арх. Доника Георгиева. Този проект е част от проекта „Античната история на София, културно-историческо наследство, достъпно за всички“ по мярка 1 „Реставриране, обновяване и опазване на културното наследство“ към Програма БГО8 „Културно наследство и съвременни изкуства“, финансиран от Европейското икономическо пространство в периода 2009-2014 г. (Пак там, с. 259)

Проект за „Обновяване и осъвременяване на обект „Триъгълна кула на Сердика“²

В периода 2022-2023 година бе реализиран още един проект под наименованието „Обновяване и осъвременяване на обект „Триъгълна кула на Сердика“, целящ да награди постигнатото от предишния проект, като добави модерни технологии, в комбинация със съвременни похвати на експониране. Същността на проекта бе ясно представяне на две основни теми, свързани с Кулата – „Крепостното строителство“ и „Военното дело“. За целта експозиционното пространство бе обогатено с внимателно подбрани археологически артефакти, научно-спомагателни материали и дигитални продукти, използвайки различни по вид и предназначение технически устройства (Ил. 1).

² Според „Съдържателен отчет“ по проект „Обновяване и осъвременяване на обект „Триъгълна кула на Сердика“, подаден към Национален фонд „Култура“, февруари 2024 г.



*Ил. 1. Общ изглед на експозиционното пространство на „Триъгълна кула на Сердика“
(Архив РИМ – София)*

Разказът, представен във витрините, бе допълнен с оригинални джигими културни ценности от фонда на Регионалния исторически музей – София, включващи археологически материали, намерени при проучванията на Кулата и античния град и артефакти, свързани със спецификата на обекта и представените теми. Във витрините бяха интегрирани графично оформени гърбове, с добавена стойност към историческия разказ, допринасящи за експонирането на част от предметите и налагайки конкретна визия на пространството, която да отговаря на индустриалния стил, създаден при предишния проект.

За по-пълно и увлекателно представяне на обекта около витрините бяха монтирани дигитални фоторамки, представящи допълнително съдържание, свързано с разглежданите теми. На една от тях, чрез снимков материал от фонда на музея, е представена историята на Кулата от нейното първо регистриране (1949 г.) до днес. На останалите фоторамки са презентирани 2D анимации с художествени изображения, представящи античното крепостно строителство и военното дело, заимствани от антични произведения на изкуството.

Още с първия проект (2016–2017 г.) пространството е изградено така, че предоставя физически достъп на хора с увреждания. В рамките на втория проект, за да се обогати преживяването на посетителите в неравностойно положение, бяха добавени тактилни елементи – макет на Триъгълната кула и копие на строителния надпис на крепостната стена на Сердика. Към тактилните елементи бяха поставени анотации на брайл, а общият исторически текст към обекта, също бе адаптиран към хора със зрителни затруднения (Ил. 2).



Ил. 2. Обновените витрини на експозицията и тактилни елементи (Архив РИМ – София)

Към темата „Военно дело“ бе създаден и видеоматериал, представящ римското въоръжение и снаряжение от периода II-V век. Видеоето се прожектира непосредствено до археологическите останки на Кулата чрез лазерен проектор³. Кадрите комбинират запис на актьори (членове на един от партньорите по проекта – Сдружение за антични реконструкции „Mos Maiorum Ulpiae Serdicae“⁴) с фон, изграден в 3D (Ил. 3).



Ил. 3. Прожекция на видеоматериал с римско въоръжение и снаряжение от периода II-V в. (Архив РИМ – София)

³ Мултимедиен проектор Optoma ZU725T

⁴ Сдружение за антични реконструкции „Mos Maiorum Ulpiae Serdicae“. – https://www.facebook.com/MosMaiorumUlpiaeSerdicae/?locale=bg_BG

Общата визия на експозиционното пространство около Кулата бе завършена посредством монтирането (на южната стена на пространството) панорамна графика, представляваща живота в крепостта (художествена интерпретация). Графиката е дело на художника д-р Христо Христов и е базирана на сведения и информация от археологическите проучвания, предоставена от екипа на РИМ – София, както и по аналогии от други археологически обекти в страната и региона (Ил. 4). Между графиката и археологическия обект бе направен малък лапидариум с архитектурни елементи от Сердика.



Ил. 4. Панорамна графика (художествена интерпретация), представляваща живота в античния град Улпия Сердика (Архив РИМ – София)

Основен акцент на проекта бе интегрирането на виртуална реалност⁵, която да бъде в пълен синхрон с археологическия обект, традиционната експозиция и останалите елементи в пространството. След няколко промени в основната концепция екипът на РИМ – София, се спря върху изграждането на интерактивно приложение за виртуална реалност. Приложението, кръстено „Триъгълна кула на Сердика“, е създадено от VAR Lab⁶ (партньори по проекта). За изграждането на триизмерната хипотетична възстановка на Кулата и пространството около нея бе използван софтуера *Autodesk Maya*. Докато за изграждането на интеракциите и цялостната геймификация се използва *Unity*. Всички взаимодействия във виртуалната реалност се осъществяват от самия посетител, като за целта се използва *hand-tracking* технология.

Създаденото приложение разглежда коментираните по-горе теми – „Крепостно строителство“ и „Военно дело“ и предоставя на посетителя възможността да се запознае с двата метода на изграждане, използвани при крепостната стена на Сердика – *opus*

5 „Виртуална реалност,“ – нереален свят, създаден чрез компютърни системи и аудио-визуална апаратура.

6 Лаборатория „Виртуална и разширена реалност“ към София Тех Парк. – <https://www.varlab.space/>

mixtum (смесен градеж от редове камъни и 4-5 реда тухли), и по-късния, *изцяло тухлен градеж*. За целта потребителят трябва да изгради сам част от стената и кулата, използвайки съответно камъни или тухли. Елементи като тухлите и мистрията, използвани в приложението, са моделирани изцяло по оригинални артефакти от фонда, които към момента са изложени в експозицията на обекта. За референции на останалите елементи в приложението са използвани аналози от Сердика и региона. В приложението умишлено са премахнати всички форми на времеви ограничения, така посетителят може да прекара в приложението колкото време прецени. За финал е заложена сцена, представяща „Военно дело“, в която той влиза в ролята на нападател и има възможността да обстрелва Кулата с катапулт (Ил. 5).



Ил. 5. Сцени от VR приложението „Триъгълна кула на Сердика“ (Архив РИМ - София)

Употребата на приложението се осъществява посредством самостоятелни (all-in-one) очила за виртуална реалност⁷ (VR headset (Virtual Reality)). Това носи със себе си както някои положителни елементи, така и няколко отрицателни. От една страна, употребата на т.н. all-in-one очила предоставя пълна независимост спрямо употребата на кабели и нуждата от подходящ компютър докато се използват. Мобилността, която подобен тип технология предоставя, също не бива да бъде пропускана, като чрез нея приложението „Триъгълна кула на Сердика“ спокойно може да бъде представено навсякъде. От друга страна, този тип технология все още не позволява имплементирането на висок набор от интеракции в комбинация с фотореалистични графики. За да се намали ефектът от това ограничение в приложението на РИМ – София, не бяха добавени физики в реално време или висок брой фотореалистични елементи. Част от анимациите са предварително подготвени, като така се постигна оптималния баланс между реализъм и интерактивност.

Приложението стана достъпно за широката публика на 17 септември 2023 година, като обновеният обект „Триъгълна кула на Сердика“ беше част от програмата на Регионалния исторически музей – София по случай празника „Ден на София – 2023 г.“

Виртуалната реалност бързо доби висока популярност сред учениците (начално и средно образование) и студентите. Към днешна дата голям брой групи ученици и студенти са използвали приложението за VR. Обратната връзка, която екипът на музея получава от хората, изпробвали приложението, е силно положителна. Качествената изработка на движенията и интеракциите позволява дори на хора със силна чувствителност към подобен тип преживявания да се насладят на приложението в неговата пълнота и по предвидения от екипа начин (Ил. 6).



Ил. 6. Момент от откриването на обновения обект – Ден на София – 17.09.2024 г.
 (Архив РИМ – София)

⁷ Meta Quest 2 и Meta Quest 3

За успеха и популярността на приложението можем да съдим по високия интерес към него както при откриването, така и по време на „Европейска нощ на музеите – София‘2024“, когато броят гости, изпробвали приложението надхвърли 100 души (респективно за всяко събитие).

Разработеното приложение „Триъгълната кула на Сердика“ е едно от първите в страната интерактивни виртуални преживявания, създадено специално за нуждите на социализацията на недвижимо културно наследство. При провеждането на анкета, целяща да събере информация за употребата на виртуалната реалност в музеите в България, по-малко от 1/5⁸ от респондентите посочват наличие на приложение за виртуална реалност. Малка част от тях разполагат с интерактивно приложение.

При популяризаторската дейност по проекта също бяха използвани съвременни похвати и модерни технологии. Традиционните хартиени плакати и информационни материали за изложби и събития бяха заменени от електронни, излъчвани върху LED (Light-emitting diode (светоизлъчващ диод)) екрани. Като по този начин се създаде възможността на много по-малко физическо пространство да се представят много по-голям брой информационни материали, както и да се добавят анимирани елементи в плакатите. Създаден бе онлайн график, чрез който посетителите могат предварително да се запознаят с работното време и достъпността до виртуалното приложение „Триъгълна кула на Сердика“, както и електронна заявка за посещения. За да се улесни и процесът по попълване на документи (напр. „Декларация за информирано съгласие“ за лица под 18 г.), необходимите бланки са достъпни за електронно попълване и сваляне директно през сайта на РИМ – София.

Заключение

Представеното в този текст далеч не изчерпва потенциала на обект „Триъгълна кула на Сердика“. Около археологическите останки и в двете изложбени зали има възможности за бъдещо развитие и въвеждане на допълнителни похвати и модерни технологии. Към планираните популяризаторски дейности се включват: въвеждането на определени хаштагове за Музея и обектите му, които да направят институцията лесно разпознаваема в интернет пространството; създаването на анимирани рекламни материали; обогатяването на виртуалното преживяване; употребата на съвременните технологии като средство за създаването на достъпна среда за хора от различни социални групи.

Правилната употреба на модерните технологии и средства отваря пред културните институции, и в частност пред музеите, безброй много възможности за допълване на историческия разказ, въвеждане на интерактивни и иновативни елементи с цел привличане на нова публика.

⁸ Данните са към 30.05.2024 г.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Полеви дневник, № 1 Строеж на МИС. Класъор № 2, 1958-1959 г.* – Археологически архив на РИМ-София.
2. Балабанов, П., Ст. Бояджиев, Н. Тулешков, 2000. *Крепостно строителство по българските земи.* София, Стампа ООД.
3. Бонева, В., 2020. *90 години Музеят на София.* Национална научна конференция 90 години Музеят на София. Сердика-Средец-София, Т. 8, 2020, 17-28
4. Борисова-Кацарова, И., 2020. *Археологически шрихи към архитектурния пейзаж на Сердика.* Национална научна конференция 90 години Музеят на София. Сердика-Средец-София, Т. 8, 2020, с. 294-317.
5. Бояджиев, Ст., 2002. *Сердика (Serdica). Римски и Ранновизантийски градове в България.* Съст. Румен Иванов, Т. I, 2002, 125-180.
6. Бояджиева, Е., 1994. *40 години Музей за история на София.* Сердика-Средец-София, Т. 2, 1994, 9-27.
7. *Дневник на Столичния общински музей и Столичното общинско народно читалище и доклад до комисията за проучване въпроса за основаване Столичен общински музей, 1929.* – Държавен архив – София, ф. 1К, оп. 2, а.е. 1259.
8. *Доклад от Симеон Игнатиевски – член на Изпълкома и началник отдел „Просвета и култура“ при Софийски градски народен съвет на депутатите на трудещите се (СГНСДТ), относно развитието на Градския музей и предстоящите му задачи, 1952.* – Държавен архив – София, ф. 65, оп. 1, а.е. 180.
9. Иванов, Д., 2023. *Триъгълната кула на Сердика, в контекста на проект за обновяване и осъвременяване на експозиционното пространство при обекта.* Музеи и културно наследство – исторически и съвременни измерения. Сборник с доклади от Национална научна конференция по случай 120 години от началото на музейното дело в град Плевен, 25-26 май 2023. Плевен: Медуатех-Плевен, за РИМ – Плевен, 2024, 251-267.
10. Коцев, Г., 2010. *Софийският исторически музей – една пропусната възможност в културния живот на столицата.* Културно-историческо наследство на София. Проблеми и перспективи. Сердика-Средец-София, Т.5, 2010, 11-19.
11. *Постановление № 299 от 5 ноември 2015 г. за преобразуване на Общински културен институт Музей за история на София в Регионален исторически музей – София.* – Държавен вестник, 88, 13.11.2015, 18.
12. *Правилник за устройството и дейността на Регионален музей – гр. София. Решение № 64 по Протокол № 9 от 20.02.2020 г.* Нормативни актове – Столична община. [прегледан на 20 юни 2024]. Достъпен на <https://sofia.obshtini.bg/doc/4308428/0>.
13. *Проект за правилник за Столичния общински музей, 1928.* – Държавен архив – София, ф. 1К, оп. 2, а.е. 1258.
14. *Протокол № 60 на ИК на СГНСДТ, част II, статия 21, за развитие на Градския музей и преименуването му в Музей за историята и изграждането на София, 1952.* – Държавен архив – София, ф. 65, оп. 1, а.е. 180.
15. Стоилова, Л. *Тридесет години опазване на Централната общинска минерална баня в София.* б.г. (под печат). [прегледан на 20 юни 2024]. Достъпен на www.academia.edu – *Тридесет години опазване на Централната общинска минерална баня в София*

ИЛЮСТРАЦИИ

Ил. 1. Общ изглед на експозиционното пространство на „Триъгълна кула на Сердика“ (Архив РИМ – София)

Ил. 2. Обновените витрини на експозицията и тактилни елементи (Архив РИМ – София)

Ил. 3. Прожекция на видеоматериал с римско въоръжение и снаряжение от периода II-V в. (Архив РИМ – София)

Ил. 4. Панорамна графика (художествена интерпретация), представяща живота в античния град Улпия Сердика (Архив РИМ – София)

Ил. 5. Сцени от VR приложението „Триъгълна кула на Сердика“ (Архив РИМ – София)

Ил. 6. Момент от откриването на обновения обект – Ден на София – 17.09.2024 г. (Архив РИМ – София)

ПАРАМЕТРИЧНА АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН

ДОБРИН МИХАЙЛОВ

PARAMETRIC ARCHITECTURE AND DESIGN

DOBRIIN MIHAYLOV

РЕЗЮМЕ

Параметричната архитектура, посредством BIM технологиите или не, дава възможност за разработване на сложни геометрии по бърз начин. Един от пионерите на параметричната архитектура е бил Антони Гауди, който прави своите окачени модели (като този на Colonia Güell), работещи с параметри като тегло, дължина, височина и разположение.

През 1970-те години компютрите и компютърните графики бяха въведени в архитектурата, филмовата индустрия и изкуствата и бяха умно използвани от визионери като Франк Гери, Джордж Лукас и други.

Днес параметричният дизайн се използва за икономия на материали от индустрията, архитектурата и строителството. Добри примери са градската структура Metrosol Parasol и фасадата на музея Помпиду в Малага. Тези и други сложни геометрии като кожата на третия терминал на летище Шензен от Studio Fuksas могат лесно да бъдат манипулирани от софтуер като Revit, Rhino и Grasshopper, които работят на базата на BIM.

Завършването на Sagrada Familia е пример за трансгресия на параметричния дизайн в архитектурата през последните два века от аналоговата работа на Антони Гауди до нейното цифрово финализиране от Tristram Carfrae в качеството му на главен изпълнителен директор и инженер на ARUP и неговия екип.

Ключови думи: параметричен дизайн и архитектура, алгоритъм, BIM, геометрии, Антони Гауди, устойчивост, Grasshopper, rhinoinRevit, Саграда Фамилия

SUMMARY

Parametric architecture, sometimes within BIM software or not, gives the possibility to elaborate complex geometries in easy and quick way. One of the pioneers of parametric architecture was Antoni Gaudi making his suspended models (like the one of Colonia Güell) working with parameters such as weight, length, height and their positions.

In the seventies of twentieth century computers and computer graphics were slowly introduced in architecture, film industry and arts and were smartly used by visionary like Frank Gehry, George Lucas among others.

Today parametric design is used for material economization by the industry, architecture and construction. Good examples are the urban structure Metrosol Parasol and the Pompidou Museum façade in Malaga. These and other complex geometries like the skin of the third Terminal of Shenzen Airport by Studio Fuksas can be easily manipulated by software like Revit, Rhino and Grasshopper, which work based on BIM.

Sagrada Familia's completion is the example of transgression of parametric design in architecture through last two centuries from its analogic work by Antoni Gaudí to its digital finalization by Tristram Carfrae, ARUP CEO and engineer and his team.

Keywords: parametric design and architecture, algorithm, BIM, geometries, Antoni Gaudí, sustainability, Grasshopper, Rhino/Revit, Sagrada Familia



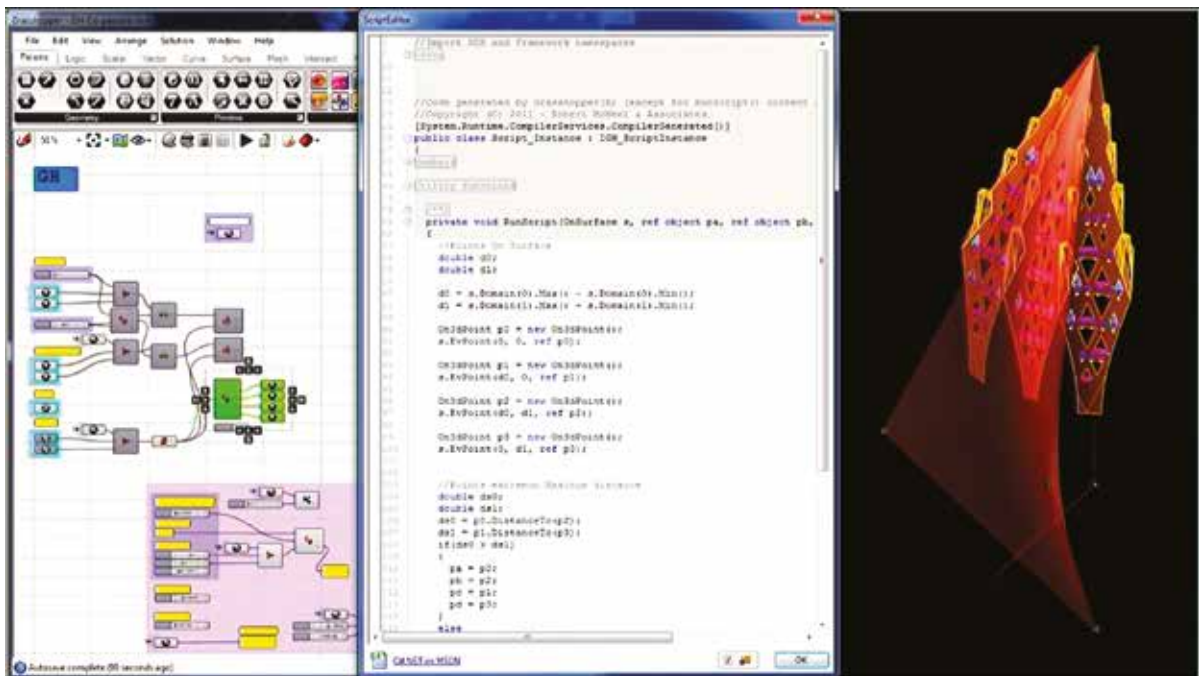
Ил. 1. Сравнение между QR кода, Брайловата азбука и фасадата на Музея Помпиду в Малага

Какво е общото между QR кода, Брайловата азбука и фасадата на Музей Помпиду в Малага?

Отговорът е, че и трите са базирани на алгоритъм.

1. Какво означава параметричен дизайн и кои са първите, които го прилагат?

ПАРАМЕТРИЧНИЯТ ДИЗАЙН е процес базиран на алгоритъм, който позволява връзката между намерението за един дизайн и крайния продукт. Често този процес има за цел създаването на структура с органична и сложна геометрия. „Параметричен“ идва от математиката. Параметрите всъщност са променливи, които позволяват манипулацията на различни геометрии, промяната на окончателния дизайн или резултат чрез числа, а не чрез ръчна манипулация.

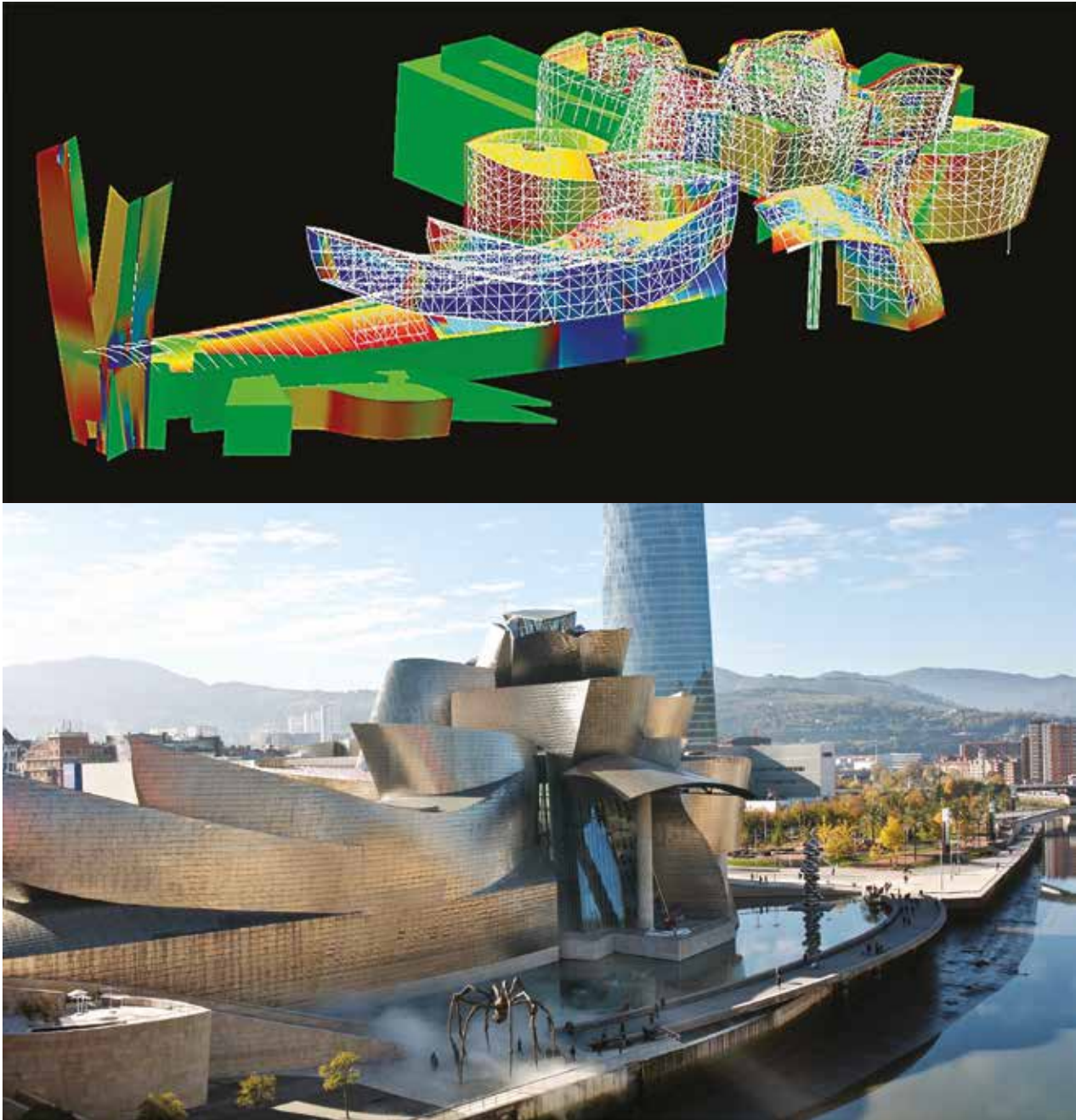


Ил. 2. Параметричен модел на една от кулите на базиликата Саграда Фамилия, изграден чрез скрипт

Антони Гауди е един от пионерите на ПД. Можем да кажем, че той е правил нещо като аналогов параметричен дизайн. Още в края на XIX в. експериментира с обърнати наопаки макети и модели, в които използва различни променливи. Такъв например е макетът на криптата за **Colonia Güell**. Това е т.нар. *Modelos de fuerza invertida* (Макет на обърнатите усилия, от исп.ез) (Ил. 3), където окачва *Bolsas con pedrigones* (малки вързопчета с тежест, от исп.ез) на спуснати отгоре надолу въженца с различна дължина. Чрез наместването на тежестите, дължината на въженцата и опорните точки Гауди анализирал как това влияе една на друга и как да промени формата на своите арки, арките на църквите и сградите, които проектирал. Гауди оставял на гравитацията да извае формата на конструкцията на неговите произведения.



Ил. 3. Макет на обърнатите усилия на А. Гауди за Колонията Гюел



Ил. 4. Снимка и цифров модел на Музей Гугенхайм в Билбао

Компютърната революция позволи на нас – архитекти, дизайнери, както и на инженери, да използваме софтуер, който да генерира сложни геометрии. Титаниевите листа на музея *Гугенхайм* в Билбао са изработени със софтуер, първоначално предназначен за космически структури.



Ил. 5. Джордж Лукас и множеството макети и костюми, изработени за филмите от сагата „Междувездни войни“ преди визионерски да заложи на дигиталните инструменти във визуалните изкуства

В киното, за първия филм на „Стар Уорс“, Джордж Лукас разчита на многочислен екип да създава макети и модели на машини и космически кораби. Впоследствие, притиснат от сроковете за създаването на другите епизоди от сагата, той осъзнава възможността да спести много време, работа и материали, които и без това липсват за създаването на новите филмови продукции. ПД и компютърните технологии позволяват по-бързата и лесна промяна на елементи и конфигурации, модели и макети. Любопитен факт е, че от екипа му се отделят, освен създателите на анимационната корпорация Пиксар, така и единият от създателите на Фотошоп.

2. Има ли нужда от параметричен дизайн и как се използва той в промишлеността, архитектурата и градския дизайн?



Ил. 6. Продукти за лична хигиена с приложен върху тях параметричен дизайн с цел икономия, Личен архив

Ще се поставя в обувките на **производител на продукт за лична хигиена**, който иска да направи продуктите си с 50% по-малко пластмаса. Параметричният модел ще му позволи той да произведе продукт, при който математиката показва с **колко най-малко материал дръжката на четката или самобръсначката е устойчива за употреба**. От друга страна, устойчиво загриженият потребител, който иска да допринесе за по-малкото употреба на пластмаса чака да купи точно такъв продукт.



Ил. 7. Ърбан конструкция Metrosol Parasol в град Севиля, личен архив

Ще се поставя в обувките и на **Община Sevilla**. Трябва ми да покроя площад ENCARNACIÓN, за да предпазя жителите от много силното слънце, което грее почти цялостно там. Вместо да го правя с плътни повърхности, искам да го направя с възможно най-малко материал. Това е сложна геометрия, която би била трудна за манипулация без параметричен модел. Става въпрос за дървена конструкция с полиуретаново покритие.

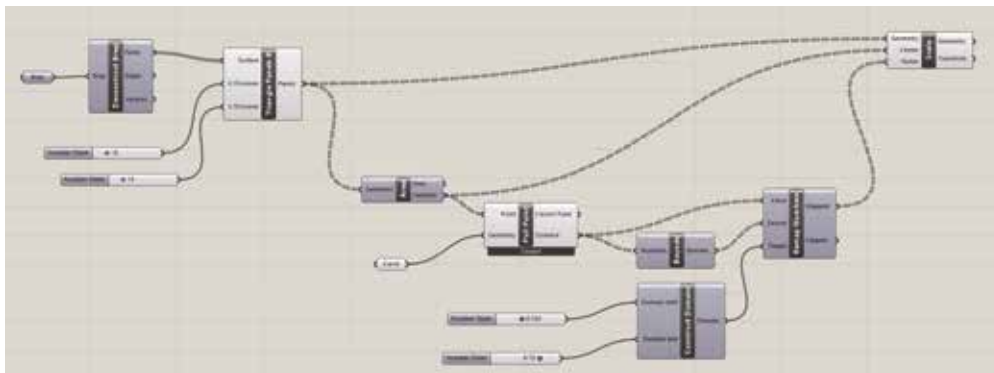


Ил. 8. Музеят Помпиду в град Малага, личен архив

Ще се поставя на мястото на ангажиран в още един случай – на мястото на **нуждаещ се от параметричен дизайн**. **Община Малага** иска да **направи МУЗЕЙ с ограничено постъпване на светлина в интериора**. Една последователна мрежа от малки стъклени елементи, някои от тях липсващи, съобразен с някакво аритметично правило ще позволи това.

3. Практическо изграждане на параметрична фасада с Грасхорпър / Grasshopper

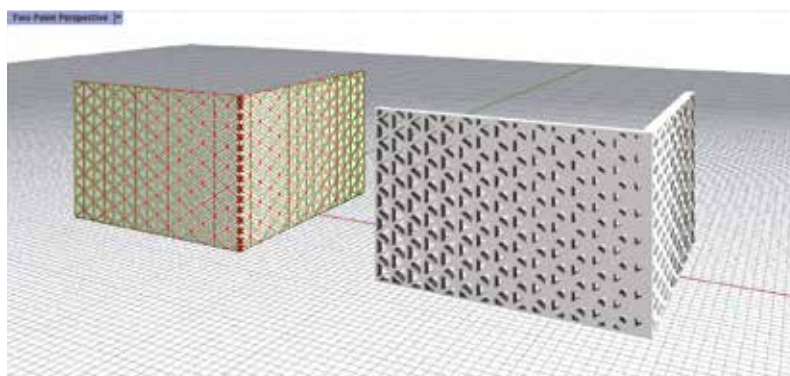
Сега ще извървим целия процес на изграждане на параметричната схема, модел и резултат.



Ил. 9. Музеят Помпиду в град Малага, личен архив

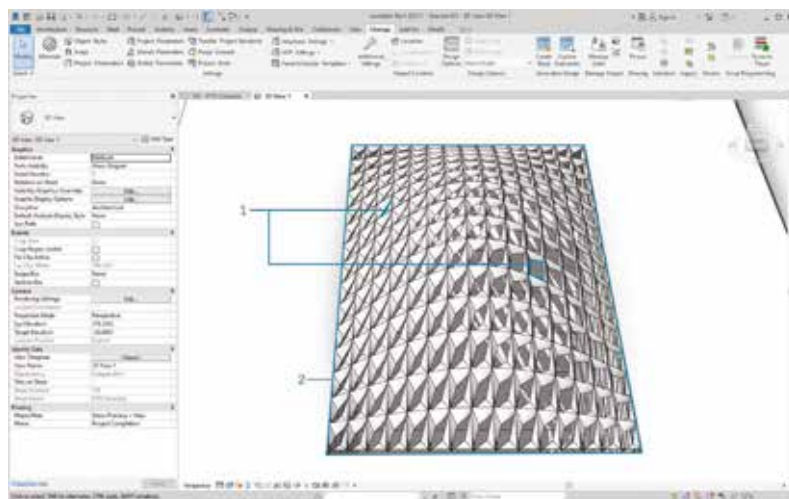
Първо **определяме подложката**, върху която ще построим фасадата чрез „BREP“. Това са две повърхности с размери 27x27м, граници, зададени ни по градоустройство. На второ място, **раздробяваме нашата подложка** на по-малки елементи (**DECONSTRUCT BREP**) и **разполагаме върху нея еднакви триъгълници**, с които ще създам конструируеми параметрични панели, шпроси и перфорации (**TRIANGLE PANELS V**). **Добавям два слайдера (sliders)**, с които ще определим количеството триъгълници в две посоки: по височина и по дължина,

Със следващите два оператора - **SCALE + AREA** - ще установим контрол върху всеки един от триъгълниците на база на техния центроуг. Нужен ни е също **Pull point** - оператор за издърпващи елементи и **CURVE** - линия, която привлича малките триъгълници и от която тръгва постепенното им уголемяване в дълбочина. Най-накрая ще използваме **преразпределящ оператор (Remap Numbers)**, който хваща числата от едно поле и ги разпределя пропорционално върху друго поле, **Bounds** (установяване на граници), (**Construct Domain**) - поле на влияние и **финални два слайдера SLIDERS**, които ще определят интензитета на уголемяване на триъгълниците.

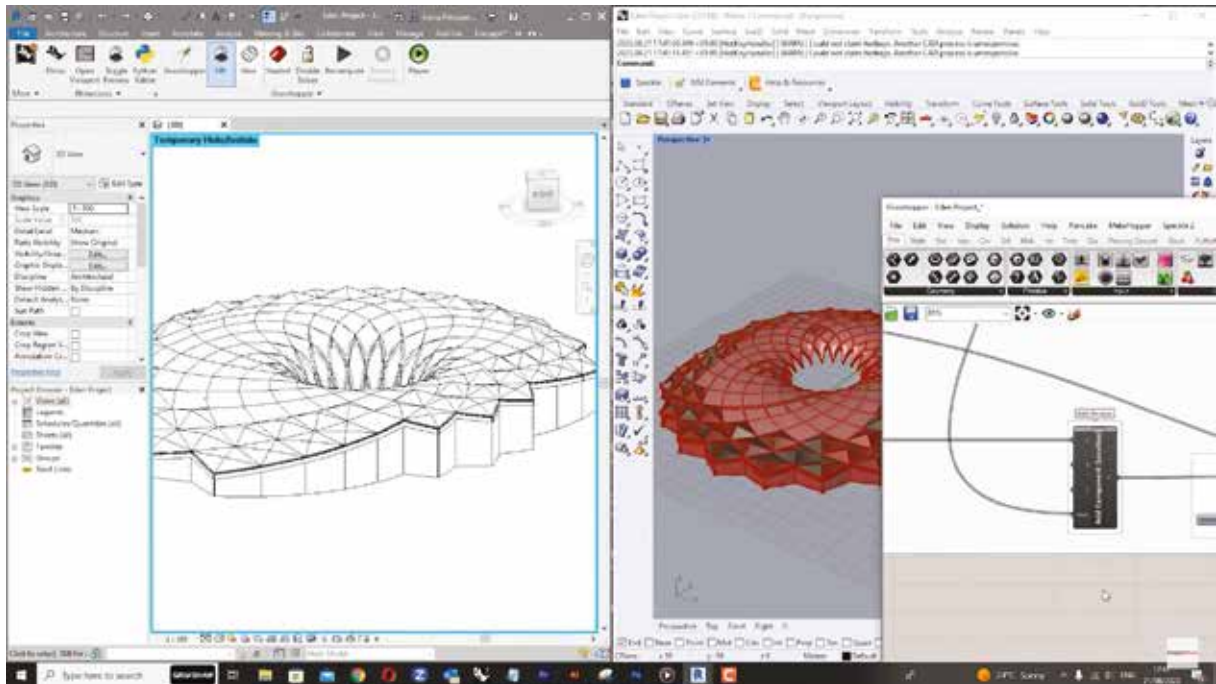


Ил. 10. Модел на фасада, получен чрез параметричен дизайн, позволяващ промяна на характеристиките му според нужния резултат.

4. През 2024 г. BIM и софтуерите за параметричен дизайн работят успоредно



Ил. 11. Лична разработка на параметричен модел в Revit



Ил. 12. Simply Rhino and Grimshaw Present the Rhino.Inside.Revit Essentials Course - Promotional Video

Днес можем да видим параметричния дизайн в BIM проектирането. Пример затова е **Rhino inside Revit** (Ил.12). Реално ПМ участва не само в сложни геометрии, а дори и в най-простите. Най-характерният пример е един прозорец в Revit, на който можем да променяме размерите, както и размерите на неговата каса, рамки, шпроси и стъкла чрез параметри – числа. Можем да променяме топлопроводимостта на неговите елементи и още много променливи.



Ил. 13. Терминал 3 на летище Шенгзен, студио Фуксас ©-Archivio-Fuksas_Shenzhen_-DSC0243

Преди педнадесетина години BIM и ПД бяха две отделни неща: **Revit (BIM)** се използваше за проектирането на сградите, а **Rhino+Grasshopper** за параметричния дизайн, но днес големите софтуерни компании се опитват да ги слоят в едно.

Терминалът на летище Шенгзен е една огромна по размери структура – в идейната ѝ фаза може да бъде направена от изключително малък екип, който, разбира се, добре да знае да борава с инструментите на параметричния дизайн. Той е направен от **две подобни една на друга тъкани** – вътрешна и външна, едната работеща като фасаден филтър, а другата като инсталационен окачен таван. Между тях се намира скелетът на сградата – конструкция от пространствени ферми. Терминалът е проект на студио ФУКСАС, които са едни от най-изявените италиански архитекти в света, както може да се види от мащабите и сложността на това летище. Дано и ние имаме възможността да бъде изпълнен проектът им за площад „Света Неделя“ и да се радваме на архитектура от това ниво в центъра на София.

5. Миналото и бъдещето са обединени от параметричния дизайн

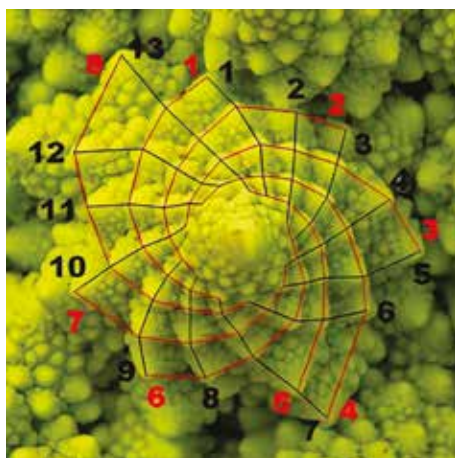


Ил. 14. Тристрам Карфрае, инженер на Аруп обяснява в лекция, състояла се през 2018 г. как се генерират оставащите за доизграждане структури на базиликата Саграда Фамилия

Връщайки се на мястото на „аналоговия параметрик“ Гауди, през 2024 г. Тристрам Карфрае, главен инженер от световната строителна компания АРУП, строител и на терминала в Китай, се позовава на формата на страницните малки куполи (Carrara, T. (2018), „Completing La Sagrada Familia“) и изгражда формата на двете най-високи кули – тази на Богородица и тази на Христос, които ще бъдат завършени през 2026 г. Във видео-конференция от 2018 г. той разказва за някои предизвикателства в строителния процес, както и за изграждането на формите на базиликата чрез софтуер. За получаването на контрол върху сложните геометрии на куполите е използван скрипт в Грасхопър, Rhino.

Хиперболични параболоиди са завъртяни около централна ос, като биват пресечени помежду си и разтеглени, за да се получи основната изваяна форма на двете най-високи кули, като същевременно биват пресечени от малки повтарящи се триъгълни отвори – прозорци.

6. Параметричният дизайн и природата



Ил. 15. Геометрии от природата, базирани на алгоритъм, личен архив

Природата го е правила много пъти досега. Параметричният дизайн е процес, който тя използва постоянно за да се усъвършенства и възпроизвежда. Чрез него тя цели да постигне, за целите на съществуването на живите организми, все по-високи резултати и по възможност с най-малко средства. Това е и един вид **икономия**. Това се споменава в различни научни доклади, какъвто е например “Parametric Patterns Inspired by Nature for Responsive Building Façade” на Мохамед Алшами. Параметричния дизайн е и вид адаптивност, която ние всекидневно разглеждаме. А природата – това е просто още един начин, по който я имитираме.

БИБЛИОГРАФИЯ

Ил.1. Сравнение между QR кода, Брайловата азбука и фасадата на Музея Помпиду в Малага, личен архив;

Ил. 2. Параметричен модел на една от кулите на базиликата Саграда Фамилия, изображение, извлечено от @thebuildingcenter, достъпно на <https://www.youtube.com/watch?v=b0WqWrrnMGA&t=2692s>;

Ил. 3. Макет на обърнатите усилия на А. Гауди за Колонията Гюел; https://baptistedarboistexier.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/640px-maqueta_funicular-e1426425206885.jpg;

Ил. 4. Снимка и цифров модел на Музея Гугенхайм в Билбао, Frank Gehry, Guggenheim Bilbao, 1997. Digital rendering, в https://www.artforum.com/wp-content/uploads/2018/04/article09_large-7.jpg

Ил. 5. Джордж Лукас и множеството макети и костюми. <https://bitrebels.com/wp-content/uploads/2013/06/star-wars-movie-set-0.jpg>;

Ил. 6. Продукти за лична хигиена с приложен върху тях параметричен дизайн с цел икономия, Личен архив, IMG_6966.jpg;

Ил. 7. Ърбан конструкция Metrosol Parasol в град Севиля, личен архив IMG_5695.JPG;

Ил. 8. Музей Помпиду в град Малага, личен архив, IMG_5211.JPG;

Ил. 9. Параметрична схема на модел, изграден с Грасхопър, изработена от автора, IMG_11.png;

Ил. 10. Модел на фасада, получен чрез параметричен дизайн, позволяващ промяна на характеристиките му според нужния резултат, изработена от автора, IMG_12.png;

Ил. 11. Лична разработка на параметричен модел в Revit, IMG_13.jpg;

Ил. 12. Simply Rhino and Grimshaw Present the Rhino.Inside.Revit Essentials Course - Promotional Video. Снимка, генерирана от Vugoe в този сайт: <https://www.youtube.com/watch?v=Uj0rhMYVKTg>, IMG_19.jpg;

Ил. 13. Терминал 3 на летище Щенгзен, студио Фуксас https://fukas.com/shenzen-airport/#foobox-1/0/%C2%A9-Leonardo-Finotti_Shenzhen_70501_20X30_131126-033D-1.jpg;

Ил. 14. Тристрам Карфрае, инженер на Аруп обяснява в лекция, състояла се през 2018 г. как се генерират оставащите за доизграждане структури на базиликата Саграда Фамилия, извлечено от @thebuildingcenter, достъпно на <https://www.youtube.com/watch?v=b0WqWrrnMGA&t=2692s>

Ил. 15. Геометрии от природата, базирани на алгоритъм, колаж изработен от автора.

БЛИЗКООБХВАТНАТА ФОТОГРАМЕТРИЧНА ТЕХНОЛОГИЯ ПРИ СЪЗДАВАНЕ НА ДИГИТАЛНИ ДВОЙНИЦИ НА ОБЕКТИ В ОБЩЕСТВЕНИ ПРОСТРАНСТВА

ДОБРОМИР ФИЛИПОВ
СИЛВИЯ КАЦАРСКА-ФИЛИПОВА

CLOSE-RANGE PHOTOGRAMMETRIC TECHNOLOGY IN CREATING DIGITAL TWINS OF OBJECTS IN PUBLIC SPACES

DOBROMIR FILIPOV
SILVIA KATSARSKA-FILIPOVA

РЕЗЮМЕ

Сензорите събират данни за голямо разнообразие от физически параметри. Данните се обработват в цифрово копие. Ефективността на продукта може да бъде изследвана в безпрецедентни подробности с помощта на виртуални двойници. Възможно е да се отстраняват неизправности от разстояние с помощта на цифрово копие и в крайна сметка да се увеличи удовлетвореността на клиента чрез идентифициране на недостатъци.

Дигиталният двойник е цифров модел на физически обект, система или процес. Дигиталните двойници създават отлична среда за виртуална практика. Върху тях могат да се визуализират, анализират, коригират грешки, както и да се проследи цялостният работен процес. Дигиталните двойници предлагат представяне на нивата на заетост на дадено пространство и с течение на времето предоставят ценна информация за най-добрите начини за конфигуриране на различни обекти.

Близкообхватната фотограмметрия се използва в широк спектър от области - археология, топография, архитектурна консервация и реставрация във филмовата индустрия и др.

Идеята за използване на геометричните качества на фотографията за заснемане на архитектурни обекти води началото си от около 1840 г. Десет години по-късно е направено първото измерване на паметник, което се основава на фотографска перспектива. В последните години технологиите позволиха автоматизираното материализиране на модели чрез 3D принтиране.

Немертичните камери с висока разделителна способност, заедно с популярността на сайтовете за споделяне на снимки, улесниха използването на изображения за документиране на обекти, 3D фотореалистични модели, след като бъдат реставрирани.

Фокусът в тази статия е върху създаването и споделянето на дигитални двойници на обекти от общественото пространство. Близкообхватната фотограмметрия може да се счита за метод за 3D сканиране, тъй като позволява реално възстановяване на данни и тяхното транспониране във виртуални среди след няколко цифрови процеса.

С прилагане на фотограметрични техники плътността на облака от точки е съизмерим с този от лазерно сканиране. Когато става въпрос за генериране на модели на архитектурни детайли, приложеният фотограметричен подход дава висока точност.

Технологиите и цифровизацията ни правят все по-глобализирани. Технологичната схема, приложена в тази статия предлага възможност да заснемем и представим обекти в

открити обществени пространства чрез изграждане на дигитални двойници. Тези цифрови двойници дават реална представа за метриката и физическото състояние на заснените обекти. Създадените модели се използват за съхраняване на съществуващите обекти в цифрова среда и дават възможност за тяхното използване при проектиране и реконструкция на нови и съществуващи пространства, както и представяне в онлайн галерия, достъпна за всички.

Благодарение на нарастването на градското население и неговата социална нужда от публично отворено зелено пространство, станаме свидетели на нарастващо търсене на по-ориентиран към гражданите ландшафтен дизайн.

Интегрирането на взаимодействията човек-среда (напр. обратна връзка и настроения) в екологичния дизайн или обновяването на ландшафта на градските паркове е все по-важно при обновяването на градските пространства.

Ключови думи: блискообхватна фотограметрия, дигитални двойници, 3D виртуална реалност

SUMMARY

Sensors collect data on a wide variety of physical parameters. The data is processed into a digital copy. Product performance can be studied in unprecedented detail using virtual twins. It is possible to troubleshoot remotely using a digital copy and ultimately increase customer satisfaction by identifying deficiencies.

A digital twin is a digital model of a physical object, system, or process. Digital twins create an excellent environment for virtual practice. They can be visualized, analyzed, corrected for errors, and the entire workflow can be tracked. Digital twins offer a representation of the occupancy levels of a given space and over time provide valuable information about the best ways to configure different objects.

Close-range photogrammetry is used in a wide range of fields - archaeology, topography, architectural conservation and restoration in the film industry, etc.

The idea of using the geometric qualities of photography to capture architectural objects dates back to around 1840. Ten years later, the first measurement of a monument was made, which was based on a photographic perspective. In recent years, technologies have enabled the automated materialization of models through 3D printing.

High-resolution non-metric cameras, together with the popularity of photo-sharing sites, have facilitated the use of images to document objects, 3D photorealistic models, after they have been restored.

The focus of this article is on the creation and sharing of digital twins of objects from public space. Close-range photogrammetry can be considered a 3D scanning method, as it allows for real data recovery and their transposition into virtual environments after several digital processes.

By applying photogrammetric techniques, the density of the point cloud is comparable to that of laser scanning. When it comes to generating models of architectural details, the applied photogrammetric approach provides high accuracy.

Technologies and digitalization make us increasingly globalized. The technological scheme applied in this article offers the opportunity to capture and present objects in open public spaces by building digital twins. These digital twins provide a real idea of the metrics and physical condition of the captured objects. The created models are used to store existing objects in a digital environment and

enable their use in the design and reconstruction of new and existing spaces, as well as presentation in an online gallery accessible to everyone.

Due to the growth of urban population and its social need for public open green space, we have witnessed a growing demand for more citizen-oriented landscape design.

Integrating human-environment interactions (e.g., feedback and sentiment) into ecological design or landscape renovation of urban parks is increasingly important in the renewal of urban spaces.

Keywords: close-range photogrammetry, digital twins, 3D virtual reality

ВЪВЕДЕНИЕ

В днешно време е важно ефективно използване на триизмерно моделиране с висока степен на детайлност, получено от фотограметрични заснемания.

Целта на това изследване е да се предложи подходяща технологична схема за генериране на дигитални двойници от множество цифрови изображения, базирани на достъпни цифрови технологии и безплатни инструменти за визуализация със свободен достъп.

Близкообхватната фотограметрия е триизмерна измервателна наука, която използва централната проекция на снимката като основен математически модел. Формата и позицията на обекта се определят чрез реконструкция на снопове лъчи, в които за всяка камера, всяка точка на изображението, заедно със съответния перспективен център, определя пространствената посока на лъча към съответната обектна точка. Ако геометрията на изображението в рамките на камерата и местоположението на системата за изобразяване в пространството на обекта са известни, тогава всеки лъч на изображението може да бъде дефиниран в пространството на 3D обекти.

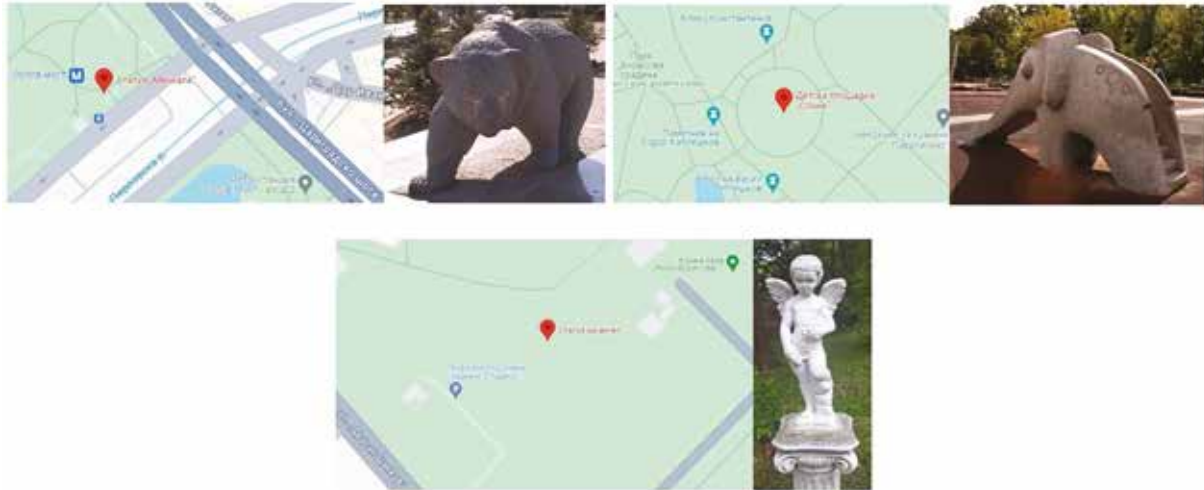
Всяко изображение генерира пространствен сноп лъчи, дефиниран от изобразените точки и перспективен център, в който всички лъчи са записани в един и същ момент от време. Ако всички снопове лъчи от множество изображения се пресекат, се създава гъста мрежа.

Посредством метода на снопова триангулация, произволен брой изображения (снопове лъчи) могат да бъдат едновременно ориентирани, заедно с изчисляването на свързаните триизмерни обектни точки. Използвайки свързващи точки, единични изображения се обединяват в глобален модел, в който повърхността на обекта може да бъде реконструирана в три измерения.

Генерираните в тази статия дигитални двойници са достъпни чрез QR-code в среда на Sketchfab.

1. Местоположение на обектите

Обектите в това изследване са разположени в парк „Борисова градина“ – София. Те са избрани с различна степен на сложност от гледна точка на геометрия и текстура (Ил.1).



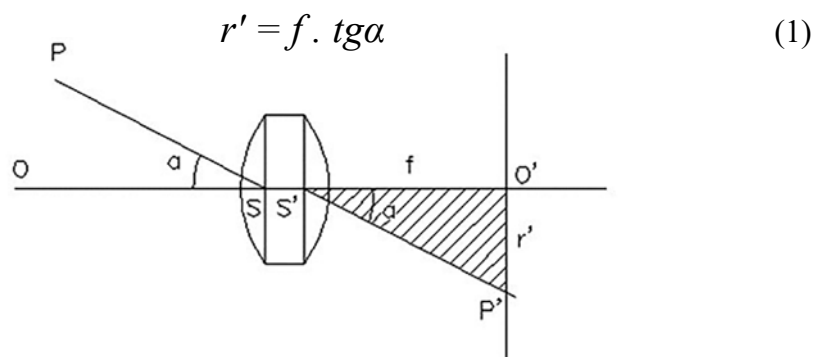
Ил. 1 а, в, с. Местоположение на обектите. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филипова

- **Използвана апаратура и софтуер**
- DSLR фотоапарат Canon EOS 60 D - 18 мегапикселоф CMOS сензор
- PhotoModeler
- Agisoft Metashape Professional
- Blender

Използваме DSLR фотоапарат Canon EOS 60 D - 18 мегапикселоф CMOS сензор, който калибрираме преди заснемането.

Целта на калибрирането е да се определят с точност елементите на вътрешно ориентиране на камерата (координатите на главната точка на снимката и точното фокусно разстояние) и да се изведат параметри за корекция на системните грешки на обектива, дължащи се на дисторсията.

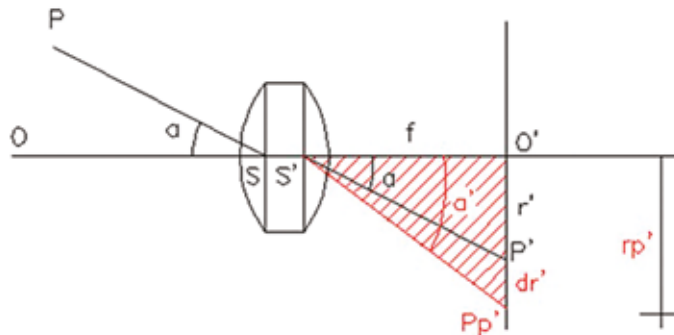
Същността и проявлението на дисторсията се представят най-добре при разглеждане на пътя на един светлинен лъч (от точка P до нейния образ P'). При обектив, лишен от геометрични грешки (Ил. 2) този лъч попада в обектива под ъгъл α към оптичката ос OS, преминава през обектива, пречупва се и излиза под същия ъгъл с оста O'S'. В този случай равенството на обектива ще се изрази по следния начин:



Ил. 2. Преминаване на светлинен лъч през обектив, лишен от геометрични грешки (идеален образ).
© Д. Филипов, С. Кацарска-Филипова

При наличие на дисторсия (Ил. 3), горното равенство ще се изрази с произведението на тангенса на ъгъла на пречупване α' и фокусното разстояние.

$$r'_p = f \cdot \operatorname{tg} \alpha' \quad (2)$$



Ил. 3. Преминаване на светлинен лъч през обектив с дисторсия. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филипова

И съответно линейната дисторсионна грешка ще се определи от равенството:

$$dr = r'_p - r' = f \cdot (\operatorname{tg} \alpha' - \operatorname{tg} \alpha) \quad (3)$$

Методиката на калибриране с PhotoModeler включва фотографирание на специална калибровъчна мрежа от четири позиции, като от всяка позиция се фотографира при три положения на камерата - снимано перпендикулярно на главната оптична ос и с относително завъртане от 90° около нея. Всички изчислени параметри са представени на Ил. 4.

| | | |
|----|-------------------------------|--------------|
| 1 | Focal Length | 20.971274 mm |
| 2 | Xp - principal point x | 11.831156 mm |
| 3 | Yp - principal point y | 6.762336 mm |
| 4 | Fw - format width | 23.996246 mm |
| 5 | Fh - format height | 13.504000 mm |
| 6 | K1 - radial distortion 1 | 4.079e-004 |
| 7 | K2 - radial distortion 2 | 7.992e-007 |
| 8 | K3 - radial distortion 3 | 0.000e+000 |
| 9 | P1 - decentering distortion 1 | 2.747e-005 |
| 10 | P2 - decentering distortion 2 | 6.915e-005 |

Ил. 4. Изчислени параметри на камерата, където:

Focal Length - фокусно разстояние;

Xp, Yp - координати на главната точка на снимката;

Fw - ширина на кадъра;

Fh - височина на кадъра;

K1, K2, K3 - коефициенти на радиална дисторсия;

P1, P2 - коефициенти на тангенциалната дисторсия. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филипова

За създаването на 3D моделите използваме алгоритмите, заложен в Agisoft Metashape Professional, а финалните текстурирани модели получаваме в Blender.

2. Заснемане и генериране на 3D модели

Заснемането на обектите е извършено в ръчен режим, като не е използван статив. За осигуряване на максимално детайлен модел, заснемането е направено под различни ъгли и приблизително еднакво проекционно отдалечение. За улесняване ориентацията на изображенията са използвани фотограметрични марки (марки предлагани в библиотеките на софтуера). Обработката преминава през следните етапи: погравняване на изображенията (формиране на рядък облак от точки), премахване на обекти извън зоната на интерес, съствяване на редкия облак от точки, формиране на модел, текстуриране.

Обработката на изображенията се извършва в специализиран фотограметричен софтуер (Agisoft Metashape Professional). Първоначално снимките са интегрирани в работната среда на софтуера, като е използвана опцията за автоматично разпознаване на марките, улесняващо последващото погравняване.

След изпълнението на тази стъпка е установен първият проблем. Тъй като при заснемането не е използван статив и проекционните отдалечения не са еднакви при всички изображения, редкият облак от точки включва голяма част от фона. Това води до появата на обекти, непопадащи в зоната на интерес в последващите етапи на обработка. Експериментирано е с няколко подхода за справяне с проблема: ръчно изчистване на точки, интерактивно почистване на облака и използване на маски върху изображенията.

При ръчното изчистване на точки получените резултати не отговарят на очакванията. Основните причини са:

- Невъзможността за бързо отстраняване на проблемните зони, особено ако са близки до обекта на интерес.

- Неизбежен остатък на ненужни точки от фонови обекти.

- Изкуствено създаване на празнини по основния обект.

Най-големият недостатък на този метод се явява първоначалното наличие на шум в изображенията, което отнема фокуса на софтуера от основния обект, увеличавайки броя ненужни точки.

При интерактивното почистване на облака са използвани селекции на базата на различни условия:

Коефициент на ниска надеждност на реконструкцията.

- Коефициент на грешки от проекцията.

- Коефициент на точност на проекцията.

Коефициентът на надеждност на реконструкцията зависи от отклоненията при позициониране на определена точка върху модела. Той се получава, като се раздели коефициентът на максимално отклонение от позиционирането на коефициента на минимално отклонение. Този критерий може да се използва за премахване на точки от фона, които не са част от обекта на интерес и чието местоположение е определено с ниска точност. Коефициентът на грешки от проекцията е свързан с точността на позициониране на

точките от модела. Той представлява разстоянието, в пиксели, между позицията на дадена точка на снимката, от която е определена, и позицията на същата точка от модела. Колкото по-малко е разстоянието толкова по-точно е определена точката. Последният критерий показва точността на проектиране на точките върху модела.

За оптимални резултати от използването на този метод са използвани следните стойности за всеки от коефициентите:

- Ниска надеждност на реконструкцията – от 10 до 50 (60). Изборът на тази стойност е изцяло експериментален и е различен за всеки обект. Основната цел е да се изчислят максимален брой фонове точки, без да се премахне значителен дял от облака.

- Грешки от проекцията – от 0.5 до 1. В повечето случаи е препоръчително да се достигне стойност максимално близка до 0.5, тъй като така е сигурно, че оставащите точки са с достатъчно висока надеждност. По-ниски стойности се използват, когато твърде голяма част от точките са ненадеждно определени.

- Точност на проекцията – от 10 до 20. По-ниските стойности са препоръчителни, освен в случаите, когато се изтриват твърде много точки.

Използването на този метод също се оказва неефективен, тъй като, за да се използват оптимални стойности на коефициентите, трябва да се изтрият твърде голям брой точки.

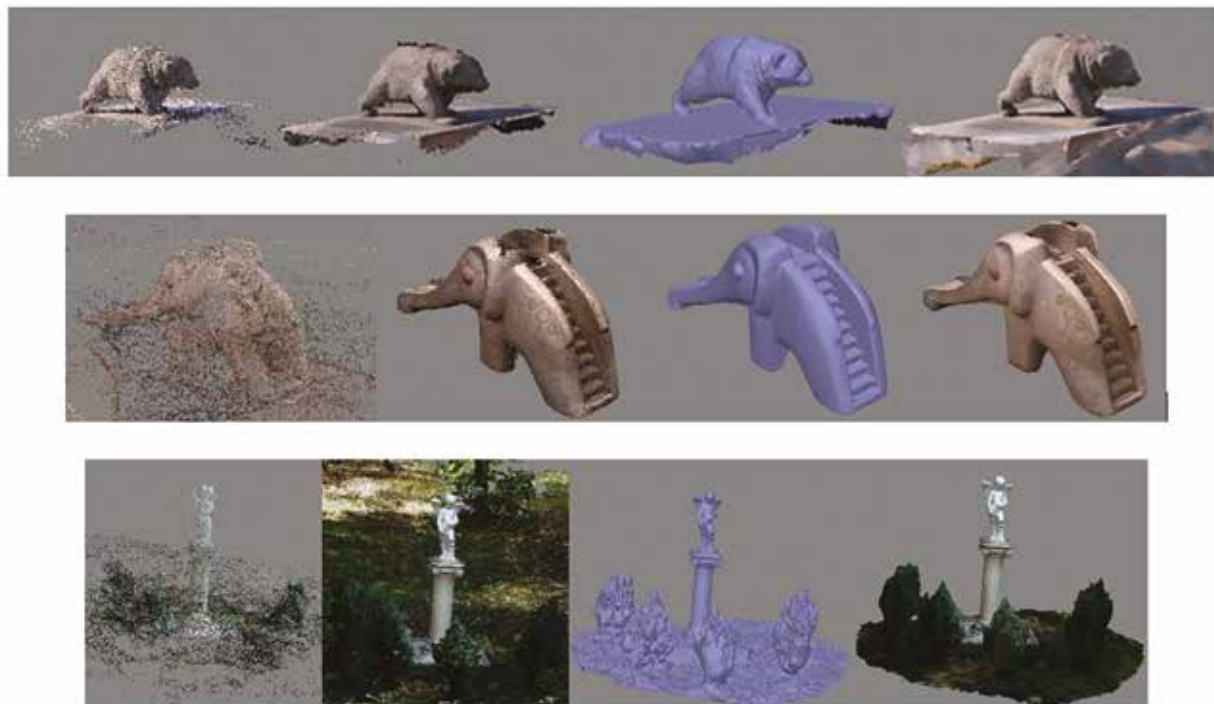
Третият метод се доказва като най-ефективен в конкретния случай. **Използването на маски** елиминира напълно влиянието на фона. Това води до създаването на повече свързващи точки от самия обект и получаването на по-добър рядък облак от точки, тъй като софтуерът се съсредоточава върху обекта на интерес.

Комбинацията от трите метода дава оптимални резултати. След създаване на маските се извършва интерактивно почистване на обекта с посочените по-горе стойности и накрая ръчно се премахват останалите ненужни точки.

Следващите етапи от обработката, съгъстяване на облака от точки, създаване на модел и текстуриране, преминават без проблеми. При съгъстяване на облака от точки е избрана опцията за качество Ultra-high, която позволява работа с оригиналните изображения без мащабиране.

При създаването на модела е зададен лимит на повърхнините (лица, триъгълници) от 100 000, тъй като толкова ще бъде използван при финалния модел.

Общ изглед на моделите получени в Agisoft Metashape Professional е представен на Ил. 5.



Ил. 5 а, в, с. Общ изглед на моделите в Agisoft Metashape Professional. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филипова

За изглаждане на финалните модели е използван софтуерът Blender. Този софтуер с отворен код дава редица възможности за моделиране на обекти или редакция на съществуващи модели. Неговото използване е от ключово значение за оформяне на крайните модели до вид готов за разпространение. Основните проблеми решени със софтуера са премахване на дупки и заглаждане на модела, и справяне с липсващите сегменти.

За запълване на дупките са използвани опциите за запълване (fill) и за създаване на нови лица (create faces). Тези функции свързват избрани възли с полигонови повърхнини. Като недостатък може да се отбележи промяната на текстурата на новите повърхнини. Тъй като текстурата на модела е разделена на 3 части, поради сложността ѝ, новите повърхнини могат да получат грешна текстура. Справянето с този проблем е предизвикателство и невинаги е възможно пълното отстраняване на грешките. На някои места дупките могат да бъдат запълнени и чрез придърпване на съществуващите върхове, като основното предимство на тази функция е запазването на желаната текстура.

Заглаждането на моделите е направено със специализиран инструмент. Основната цел на тази операция е подобряване визуализацията на модела, без промени в геометрията и размера. Тъй като са използвани малко на брой повърхнини (лица, триъгълници) при създаване на моделите, голяма част от гладките части на обекта излизат начупени. Това влошава крайните модели и може да доведе до странни и неестествени части в текстурата. Заглаждането помага и с последващото редактиране на броя възли и тяхното редуциране.

Изграждането на липсващите сегменти е най-голямото предизвикателство при генерирането на финалните модели. Процесът няма конкретна последователност, нито

точно обоснована методика. Моделите се редактират, докато не се постигне резултат, максимално близък до реалния обект. Изграждането може да се комбинира със заглаждане и сплескване на повърхнините за постигане на максимален ефект.

При създаване изкуствено на липсващите части се получават проблеми с текстурата на модела. Някои от новите повърхнини прихващат текстура от други части на изображението, което довежда до нежелани резултати. Това се отстранява с маскиращ инструмент или с ръчна промяна на текстурата. И двата варианта имат своите недостатъци. При използване на маскиращ инструмент се затъмняват части от модела. Проблемът е, че затъмняването е до определена степен, която не винаги е достатъчна за покриването на неправилната текстура. Директната промяна на текстурата върху модела води до други проблеми. Решението е използване на комбинация от двата подхода. Тези процедури се повтарят до получаване на задоволителен краен резултат.

Последният етап от обработката е редуциране на броя повърхнини до вместиране в изискванията за размер на модела. Това води до необходимостта от редуциране на получения модел. Тази редукция става с намаляване броя на триъгълниците или премахване на върхове. При участъци с гъсто разположени върхове е извършено обединяване на възли. Това води до промяна на триъгълниците и намаляване техния брой при незначителни промени в качеството на крайния модел. Тази процедура води до малко изменение размера на модела и не е достатъчна. Следващия вариант е директно намаляване броя на триъгълниците на целия модел или на части от него. Препоръчително е намаляването броя на повърхнините да се извършва поотделно за различните части на модела, така по-сложните части, като формите с малък размер и сложна форма, ще запазят качеството си, а по-простите ще се генерализират.

За описаните по горе процеси е създадена технологична схема (Ил. 6).



Ил. 6. Създаване на дигитални двойници – технологична схема. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филипова

3. Представяне на моделите в Sketchfab

Sketchfab е уебсайт, използван за публикуване и споделяне на фотореалистични 3D модели, виртуална и добавена реалност. Той предоставя визуализатор, базиран на технологиите WebGL и WebXR, който позволява на потребителите да показват 3D модели в мрежата, за да бъдат гледани на всеки мобилен и настолен браузър или с очила за виртуална реалност по един забавен и достъпен начин (Ил. 7).



Ил. 7. Представяне на моделите в Sketchfab. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филипова

4. Заключение

В това изследване е създадена технологична схема за генериране на дигитални двойници на малки обекти с различни форми и текстури, използвайки методите на близообхватната цифрова фотограметрия. Представени са основните трудности, които могат да възникнат при обработката. Предложено е решение за постигане на добри резултати и минимален размер на модела, без предварителна обработка на изображенията в специализиран софтуер.

Създадената технологична схема е приложена върху три обекта, намиращи се в Борисовата градина - София. Целта на процеса е получаване на малък по размер 3D фотореалистичен модел, който да бъде интегриран в онлайн галерия.

Предимството на близообхватната фотограметрия с неметрична камера е, че позволява на всеки професионалист, краен продукт (3D фотореалистичен модел) на достъпна цена.

Полученият модел може да бъде използван от широк кръг ползватели поради компактния размер, доброто качество и възможността да бъде интегриран в бъдещи проекти, като подобрява възприемането на градската среда в детайли.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Hartley, R., 2003. *Multiple View Geometry in Computer Vision*. Cambridge University Press.
2. Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., J. Boehm, 2014. *Close Range Photogrammetry principles, techniques and applications*. Whittles Publishing.
3. Luo, J., Liu, P., L. Cao, 2022. *Coupling a Physical Replica with a Digital Twin: A Comparison of Participatory Decision-Making Methods in an Urban Park Environment*, 2022, 11, 452. ISPRS (pp. 11, 452). International Journal of Geo-Information.

4. Ruohomäki, T., Airaksinen, E., Huuska, P., Kesäniemi, O., Martikka, M., J. Suomisto, 2018. *Smart city platform enabling digital twin*. International Conference on Intelligent Systems (IS), Wroclaw, Poland: Hindawi, 155-161
5. Tomych, I., 2024. *20 Digital Twins Companies*. Retrieved from 20 Digital Twins Companies: <https://dashdevs.com/blog/product-owner-talks-20-digital-twins-service-companies/>
6. Xiang, L., Tian, Y., & Pan, Y., 2022. *Study on landscape evaluation and optimization strategy of Central Park in Qingkou Town*. Springer Nature, 1-11
7. Zhang, Y., Meina, A., Lin, X., Zhang, K., Z. Xu, 2021. *Digital twin in computational design and robotic construction of wooden architecture*. Advances in Civil Engineering, 1-14
8. Малджански, П., 2018. *Близкообхватна фотограметрия и лазерно сканиране*, 245-251. <https://e-learn.uacg.bg/course/view.php?id=636¬ifieditingon=1>.

ИЗОБРАЖЕНИЯ

- Ил. 1 а, б, с. Местоположение на обектите. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филопова
- Ил. 2. Преминаване на светлинен лъч през обектив, лишен от геометрични грешки (идеален образ). © Д. Филипов, С. Кацарска-Филопова
- Ил. 3. Преминаване на светлинен лъч през обектив с дисторсия. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филопова
- Ил. 4. Изчислени параметри на камерата. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филопова
- Ил. 5 а, б, с. Общ изглед на моделите в Agisoft Metashape Professional. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филопова
- Ил. 6. Създаване на дигитални двойници - технологична схема. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филопова
- Ил. 7. Представяне на моделите в Sketchfab. © Д. Филипов, С. Кацарска-Филопова

КРАСИВИ ПИКСЕЛИ – ЦВЕТОВЕТЕ В „ИНДИ“ КОМПЮТЪРНИТЕ ИГРИ

ЕЛЕНА КАПЕЛОВА
КАЛИНА КОЛЧЕВСКА

BEAUTIFUL PIXELS – THE COLORS IN “INDIE” COMPUTER GAMES

ELENA KAPELOVA
KALINA KOLCHEVSKA

РЕЗЮМЕ

От самото начало на игрите, с увеличаването на поляризацията и достъпността на интернет, инди игрите заемат същите фендомове и получават не по-малко обожание. Едновременно видеоигрите са средство за иновации и експерименти в жанра. Те са били прозорец към неограничения талант и въображение на артисти и разработчици. Това есе анализира ключови аспекти на езика на визуалния дизайн, широко използван в инди игрите: цвят, композиция и други често срещани тропи, които правят независимите игри толкова естетически приятни и широко обичани.

Ключови думи: инди игри, език за визуалния дизайн, цвят, композиция

SUMMARY

Since the very beginning of gaming, with the increase in polarization and accessibility of the internet, indie games have occupied the same fandoms and received no less adoration. Independently developed video games have been a vehicle for innovation and experimentation in the genre. They've been a window into the unrestricted talent and imagination of artists and developers. This essay analyzes key aspects of the visual design language widely used in indie games: color, composition and other common tropes that make independent games so esthetically pleasing and widely beloved.

Keywords: indie games, visual design language, color, composition

Чрез този доклад целим да представим на по-широката публика уникалния свят на „инди“ игрите и конкретно иновативната употреба на цветовете, която редовно се среща в този жанр.

Какво е „инди“ игра? Въведение в жанра на независимите компютърни игри

Английският термин „инди“ идва от думата „independent“ (независим) и не функционира като акроним, а е взиман от движението за независимо производство, преобладаващо в музикалната и филмовата индустрия. „Инди“ означава произведения, създадени извън контрола и финансовата подкрепа на големи компании или издатели. От самото начало на тази млада индустрия, любители са намирали начини да създават собствени, макар и примитивни, видео игри. Те са ги споделяли в онлайн форуми и са подтиквали други потребители също да пробват и да създават нещо свое – нещо оригинално. Въпреки напредъка в технологичните ни възможности, позволяващи на всяка нова компютърна игра да става все по-

реалистична, „инди“ игрите, с техните илюстративни, семпли стилове, се считат за едни от най-красивите от целевата аудитория. Значителен брой независими игри, въпреки ограничените възможности, имат толкова хубава естетика, че тя остава трайно впечатление в зрителите (Ил.1). Как се случва това? Какво прави „инди“ игрите толкова красиви?



Ил. 1. „Инди“ игрите имат хубава естетика, която остава трайно впечатление у зрителите. Valheim, Iron Gate Studio, Fishlabs, Piktiv, 2021.

КАКВО ПРАВИ „ИНДИ“ ИГРИТЕ ТОЛКОВА КРАСИВИ? ЕСТЕТИЧЕСКИ ПОХВАТИ И УПОТРЕБА НА ЦВЕТОВЕ В „ИНДИ“ ЖАНРА

Независимите или така наречените „инди“ игри заемат голяма част от пазара, макар и да не могат напълно да достигнат успеваемостта на AAA заглавия. Те имат сериозен принос към развитието на гейминга. От независими заглавия са произлезли цели жанрове и често срещани тропи. Значителна част от клиентите са развили интерес към компютърните игри благодарение на независими заглавия. Някои от най-успешните игри днес, като Minecraft и Shovel Knight (Ил. 2), са започнали като любителски „инди“ проекти.

„Инди“ игрите се произвеждат от малки екипи или напълно самостоятелни артисти. Както се очаква, липсата на подкрепа от голяма фирма или издателство идва със своите трудности – осезаемо скромните ресурси са често срещан проблем в този жанр. Обаче независимостта идва и със сериозна позитивна страна. „Инди“ авторите имат пълна художествена свобода в създаването на тяхната игра. Независимите създатели наблюдават именно на тяхната неограничена креативност и по-конкретно на уникалната визия на играта, която да ги отличава в пазара, препълнен с AAA еднообразни франчайзове.



Ил. 2. Някои от най-успешните игри днес, като Minecraft и Shovel Knight са започнали като любителски „инди“ проекти. Shovel Knight, Yacht Club Games, 2014.

Преживяването на играча, дали е позитивно или негативно, основно зависи от сюжета и механиките на една игра. От нейната визия обаче зависи дали играчът изобщо ще ѝ даде шанс. Minecraft (Ил. 3) е добър пример за принципа, че не е необходимо една игра да има сложни графики, за да бъде харесвана. Колкото и да е добра една игра, лошата визия пречи на играча да се наслади. Графики като тези на Minecraft са ненатоварващи и будят любопитството на потенциалния купувач, а приятната естетика и потушени, земни цветове позволяват на играча напълно да се потопи във виртуалния свят.



Ил. 3. Minecraft без да има сложна графика е харесвана Minecraft, MOJANG, 2011.

„Инди“ създателите рядко могат да си позволят реалистични графики и сложни специални ефекти в техните игри. Но един инструмент, с който всеки има свободата да борава, е цветът. Колкото и да е опростена програмата, в която се работи, винаги потребителят има възможността поне да подбере цветовата гама на своя проект. Успешните независими автори разбират, че добрата визия на една игра не означава непременно добри, хипер-реалистични графики, а добра естетика, единство, хармония на образа. Една игра може да има семпли елементи и пак да изглежда феноменално чрез красива палитра, внимателно сглобени композиции и единство в естетиката.

Редовно в „инди“ жанра формите и цветовете се употребяват като силен инструмент за визуална комуникация. Цветовете придават атмосфера и дълбочина на обичайно простите елементи, от които са изградени повечето независими заглавия. Чрез тях играта лесно комуникира с играча – внушава емоции, дава улики, подсказва на играча как да прогресира и подчертава важни, невербални части в сюжета (Ил. 4).



Ил. 4. В „инди“ жанра формите и цветовете се употребяват като силен инструмент за визуална комуникация *Death's Door*, Acid nerve, 2021.

РАЗГЛЕЖДАНЕ НА ПРИМЕРИ – ORI AND THE BLIND FOREST (2015), HOLLOW KNIGHT (2017), RAIN WORLD (2017), FEZ (2012) И ДР.

Интересен феномен, който е често срещан сред успешни независими заглавия и започва да се превръща в стереотип за жанра, е главният герой на играта да бъде почти изцяло бял на фона на изключително цветни и красиви светове. Тази тенденция може да се забележи в игри като *Ori and the Blind Forest* (Ил. 5), *Rainworld* (Ил. 6), *Fez* (Ил. 7) и безброй други заглавия. Често, но не случайно – нормално е главният герой на една игра да бъде цвят, който изпъква в околната среда, за да може играчът да не си губи позицията. В игри като *Rainworld*, белият цвят подсказва и символична функция – белотата като символ на невинността и чуждостта на главния герой, който се опитва да оцелее в мрачен и опасен свят.



Ил. 5. Играта Ori and the Blind Forest, Moon Studios, 2015.



Ил. 6. Играта Ori and the Blind Forest, Moon Studios, 2015.



Ил. 7. Играта FEZ, Phil Fish, Polytron Corporation, Blitworks, 2012

Независимо заглавие, което заслужава да бъде по-детайлно анализирано е Night in the Woods.

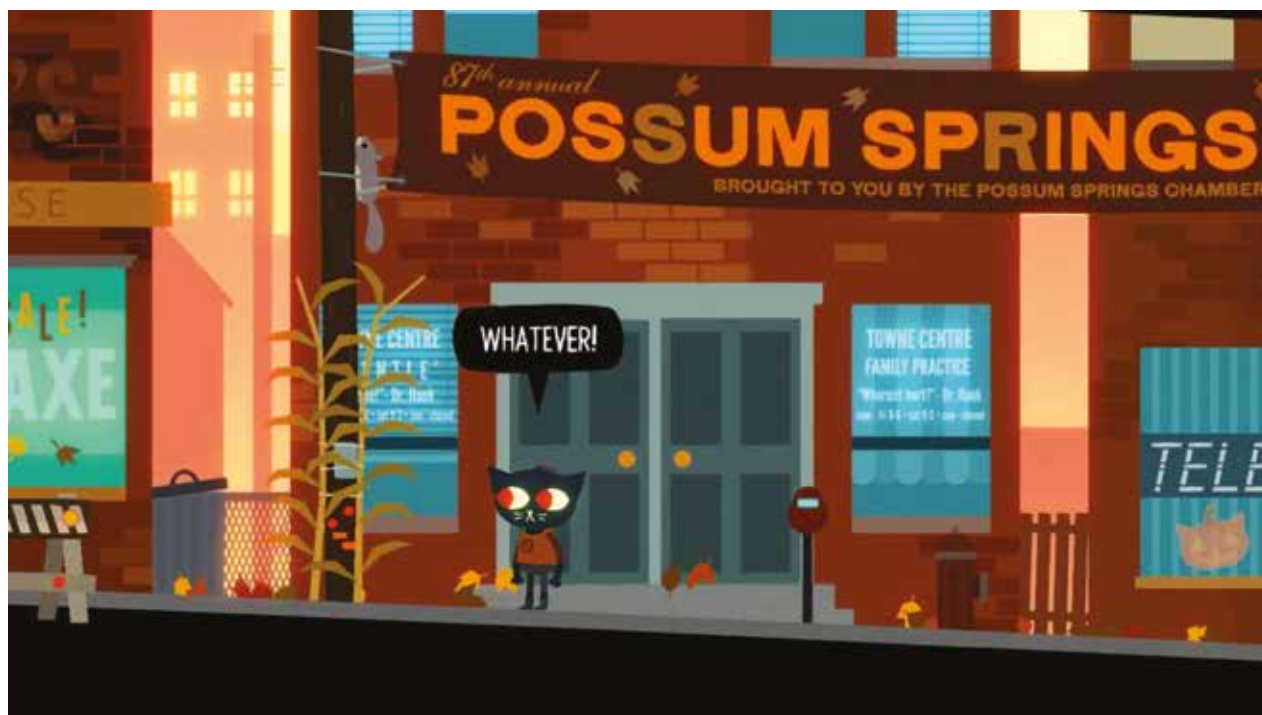
ЗАДЪЛБОЧЕН АНАЛИЗ НА ЦВЕТОВЕТЕ В NIGHT IN THE WOODS (2017)

Тази single-player, 2D side-scroller игра не случайно е многократно награждавана и номинирана от различни конференции и фестивали. Чрез анализ на цветовете на играта можем да видим как Night in the Woods (Ил. 8) пряко използва цветовете, контрасти и композиция, за да разкаже своята история. Цветовете в играта са пряко свързани с психологичното състояние и емоции на главната героиня.



Ил. 8. Night in the Woods използва цветовете, контрасти и композиция Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.

Визията на играта е изградена от цветни петна без контур и плавно преливащи се градиенти. В играта основно се използват наситени, почти пастелни цветове. Сюжетът на играта следва главната героиня Мей Боровски и нейното завръщане в родния ѝ град, Possum Springs (Ил. 9). Действието на играта се развива циклично, като се редуват сцени от дневния живот на главната героиня и нейните сънища.



Ил. 9. Визията на играта е изградена от цветни петна без контур и плавно преливащи се градиенти *Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.*

През дневните сцени играчът има пълната свобода, чрез Мей, да се разхожда из града и да говори с околните. Possum Springs е моделиран по малките американски градчета, намиращи се в Ръждивия пояс – градове, обременени от деиндустриализацията, икономическия упадък и смалващата се популация. Тази тежка реалност е подсказана от земните, дори леко кални цветове, от които е изградена урбанистичната част на околната среда. Бежови, кафяви, кално-оранжеви и синьо-зелени нюанси оцветяват препълнените улици на Possum Springs (Ил. 10). Жителите на градчето, които не са част от основната ни група протагонисти, са леко сивеещи в сравнение с главните герои. Въпреки това, дори и занемареното градче не е без своите ярки моменти. Действието се развива през есента – дърветата и храстите са представени от наситени преливания. Ярki жълти и оранжеви листа контрастират със сиво-сините сгради. Небето през деня е светло жълто или розово. Около ръбовете на всяка сграда има топъл градиент, подсказващ светлината от вечен залез (Ил. 11).



Ил. 10. Сюжетът е показан от избраната цветова гама *Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.*



Ил. 11. Природата контрастира със сиво-сините сгради, около ръбовете на всяка сграда има топъл градиент *Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.*

Разпадащото се градче е винаги наситено с топли, есенни цветове и е обляно в златиста светлина, сякаш го виждаме разкрасено от носталгията на главната героиня.

Сцените, в които главната героиня е сред природата, или около важни за нея хора – роднини и приятели, цветовете са още по-ярки и наситени. В тези моменти липсва намекнатата сивина на града – палитрите са все още до голяма степен пастелни, но са ясни и наситени, без примеси (Ил. 12).



Ил. 12. Сцените, в които главната героиня е сред природата или с роднини и приятели, цветовете са още по-ярки и наситени *Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.*

Често през ключови моменти в играта, когато Мей води важен диалог с друг герой, героите са рамкирани от контрастиращи си цветове. Приятелите и семейството на Мей са често подложени с топли, ясни, вегри цветове, подсказващи за начина по който тя ги възприема.

В една от най-ранните сцени на играта Мей разговаря с нейната майка. Кухнята, в която стоят, преобладава от светло зелени, меки цветове. Има лъч светлина, който сочи точно към майката на Мей. В контраст със светло зелената кухня, сцената е рамкирана от полу-кръгъл отвор с тъмно червени стени. Точно като разговорът, който те водят, тази тъмна рамка придава леко чувство за напрежение и задушаване, сякаш кадърът е прекалено малък (Ил. 13).



Ил. 13. Цветовете и композицията отразяват емоциите на героите *Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.*

Сцената, в която Мей е с приятели в пицария, също може да се разгледа като пример за същата употреба на контраст. Вътрешната част на пицарията е представена с уютни, топли цветове, подсказваща за комфорта, който Мей вероятно изпитва около нейната компания. Тази топлината е рамкирана от студени цветове (Ил. 14).



Ил. 14. Топлотата, която главната героиня изпитва сред приятели е изразена и в цветовете, рамкирани от студени тонове *Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017*.

Night in the Woods е и изключително пъстра игра, съответно е трудно на пръв поглед да се забележат малките разлики в третирането на цветовете, но именно тези макар и минимални промени силно влияят върху възприятието на зрителя. Палитрите, внимателно подбрани за всяка индивидуална сцена, могат да превърнат един цвят от символ на спокойствие и уют в източник на напрежение. Чрез уметелното ползване на цветовете, градиенти и плавни преливания, плоските 2D графики на играта се превръщат в добре осветени, атмосферични сцени с осезаема дълбочина. Играта използва сънищата на главната героиня като мощен наративен инструмент и чрез анализиране на доминиращите цветове в сънищата ѝ получаваме по-задълбочено разбиране на борбите за психичното ѝ здраве.

Напредвайки през сънищата, цветовете палитри се превръщат в смразяващо отражение на психическото ѝ състояние. Първите ѝ сънища (Ил. 15), доминирани от синьо и черно, които предизвикват изолация, може да предложат проблясък на надежда с контрастиращи цветове или живи елементи и герои. Тази крехка хармония обаче се разпада с напредването на сюжета, хем в играта, хем в сънищата. Някогашните успокояващи оранжеви и жълти тонове са изпъкнали до невероятна интензивност, докато сините и червените се задълбочават в потискащи нюанси (Ил. 16). Човешкият ум е настроен да интерпретира тези промени инстинктивно. Засиленият контраст създава разтърсващо напрежение, докато повишената наситеност на специфични цветове, като оранжево, предизвиква чувство на безпокойство. Тази промяна в цвета се превръща във визуален език, отчаян вик за помощ, излъчван от подсъзнанието на главната героиня. Ярките палитри и

разтърсващите контрасти се превръщат в прозорец към психиката на Мей, карайки ни да поставим под въпрос не само стабилността на нейния свят на сънища, но и сътресенията, пред които е изправена в будния си живот (Ил. 17).



Ил. 15. Първите сънища на Мей *Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.*



Ил. 16. Топлите тонове са изпъкнали до невероятна интензивност, докато сините и червените се задълбочават в потискащи нюанси *Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.*



Ил. 17. Ярки палитри и разтърсващи контрасти – прозорец към психиката на Мей *Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.*

Последно, но не по важност, желаем да отбележим, че подкрепата на независими заглавия е пряка подкрепа на индивидуални художници. Както споменахме в началото на анотацията, надяваме се, чрез нашия анализ да събудим интерес у публика към тези уникални заглавия. Колкото повече подкрепа получават, толкова повече тези „инди“ автори ще имат възможността и свободата да създават уникални, красиви преживявания за играчите (Ил. 18).



Ил. 18. „Инди“ компютърните игри създават уникални, красиви преживявания за играчите

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Минкова, В., 2022. *Цветознание: Електронен учебник* [онлайн]. София: Национална Художествена Академия, [презлеган на 21 април, 2024]. Достъпен на: <https://nha.bg/uploads/pagefile/files/originals/dc463591e34e1f9693aa9c34c08fe848022a9de1.pdf>
2. Минкова, В., 2020. *Бяла книга на дизайна: Композиция, дизайн, форма* [онлайн]. София: Национална Художествена Академия, [презлеган на 21 април 2024]. Достъпен на: https://nha.bg/uploads/ckeditor/Bjala_knigana_dizaina_VMinkova_NHA_compressed.pdf
3. Benson, S., 2017. *Developer Scott Benson on Characters' Identity* [online]. curiouscat.me, 30 March, Archived from the original on 18 February, 2018. [презлеган на 22 април, 2024] Достъпен на: <https://curiouscat.live/bombsfall/post/127359166>
4. Benson, S., 2018. *Nuke Possum Springs: A Night in the Woods Design Postmortem* [online]. Posted by GDC, youtube.com, 5 April, [презлеган на 22 април, 2024] Достъпен на: <https://www.youtube.com/watch?v=Xzhe45Q8780>
5. Reeve, J., 2018. *Narrativizing Night in the Woods* [online]. gamedeveloper.com, 2 October 2018. [презлеган на 22 април, 2024] <https://www.gamedeveloper.com/design/narrativizing-night-in-the-woods>
6. Francys, B., 2018. *Night in the Woods' co-creator explains improv game design* [online]. gamedeveloper.com, 2 February, 2018. [презлеган на 24 април, 2024] Достъпен на: <https://www.gamedeveloper.com/design/i-night-in-the-woods-i-co-creator-explains-improv-game-design>
7. Morningstar, X., 2018. *Night in the Woods (Switch) Review* [online]. nintendoworldreport.com, 2 February, 2018. [презлеган на 24 април, 2024] Достъпен на: <http://www.nintendoworldreport.com/review/46345/night-in-the-woods-switch-review>
8. Parr, G., 2021. *Night in the Woods: Finding Meaning in a Universe Without Any* [online]. astralnoizeuk.com, 19 August, 2021. [презлеган на 24 април, 2024] Достъпен на: <https://astralnoizeuk.com/2021/08/19/night-in-the-woods-finding-meaning-in-a-universe-without-any/>
9. Salko, M., 2020. *Why "Night In The Woods" Was Made To Be Played During Quarantine* [online]. thedailyfandom.org, 9 June, 2020. [презлеган на 24 април, 2024] Достъпен на: <https://thedailyfandom.org/night-in-the-woods/>
10. Plizga, B., 2020. *An Ode to Night in the Woods: A Charming Game About the Bleakness of Life* [online]. Published in SUPERJUMP, medium.com, 21 August, 2020. [презлеган на 24 април, 2024] Достъпен на: <https://medium.com/super-jump/an-ode-to-night-in-the-woods-a-charming-game-about-the-bleakness-of-life-6b0890836f86>
11. Addo, A., 2017. *Pretty Pixels – The importance of visuals in game design* [online]. medium.com, 31 August, 2017. [презлеган на 25 април, 2024] Достъпен на: <https://medium.com/@AndersonAddo/pretty-pixel-the-importance-of-visuals-in-game-design-5f3ae148a41e>
12. Trueharte website, *Embracing Colour Harmony with Video Games* [online]. Colourmygames.wordpress.com, 23 February, 2018. [презлеган на 25 април, 2024] Достъпен на: <https://colourmygames.wordpress.com/2018/02/23/embracing-colour-harmony-with-video-games/>
13. Trueharte website, *How Do Indie Games Look Good?* [online]. Colourmygames.wordpress.com, 9 February, 2018. [презлеган на 25 април, 2024] Достъпен на: <https://colourmygames.wordpress.com/2018/02/09/how-do-indie-games-look-good/>

ИЛЮСТРАЦИИ

- Ил. 1. Valheim, Iron Gate Studio, Fishlabs, Piktiv, 2021.
<https://www.pcgamesn.com/wp-content/uploads/2022/01/best-indie-games-valheim.jpg>
- Ил. 2. Shovel Knight, Yacht Club Games, 2014.
https://www.gameinformer.com/sites/default/files/styles/full/public/2022/09/29/b8e55587/shovel_knight_dig_header.jpg
- Ил. 3. Minecraft, MOJANG, 2011.
<https://i.pinimg.com/originals/4f/33/61/4f33617ea3aa56f64f3b3510a90b8dbd.png>
- Ил. 4. Death's Door, Acid nerve, 2021.
<https://assetsio.gnwdn.com/deaths-door-review-wonderfully-honed-zelda-like-with-a-soulful-edge-1627637655347.jpg?width=1600&height=900&fit=crop&quality=100&format=png&enable=upscale&auto=webp>
- Ил. 5. Ori and the Blind Forest, Moon Studios, 2015.
https://sm.ign.com/ign_br/screenshot/default/screenshot-jb-14_r61d.jpg
- Ил. 6. Rainworld, Videocult, 2017.
<https://rainworldgame.com/images/SCR1.png>
- Ил. 7. FEZ, Phil Fish, Polytron Corporation, Blitworks, 2012
https://m.media-amazon.com/images/M/MV5BOWJlZTUxNzQtOWNmMS00ZTRjLTg3ZGQeYTRjZjIwZTY3OWNiXkEyXkFqcGdeQVRoaXJkUGFydHIJbmdlc3Rpb25Xb3JrZmxvdw@@._V1_.jpg
- Ил. 8. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.
<https://i.redd.it/2he56gtvbao71.jpg>
- Ил. 9. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.
https://indiegamereviewer.com/wp-content/uploads/2017/09/NightInTheWoods_game_screenshot_autumn_1920x1080.jpg
- Ил. 10. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.
https://shared.akamai.steamstatic.com/store_item_assets/steam/apps/481510/ss_f038268bdcef20dc090dca4e0ac8fbed4923c496.1920x1080.jpg?t=1706292417
- Ил. 11. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.
https://shared.akamai.steamstatic.com/store_item_assets/steam/apps/481510/ss_b76969ea2ad31d4e4271232be5276672cd229d14.1920x1080.jpg?t=1706292417
- Ил. 12. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.
<https://www.indiegamewebsite.com/wp-content/uploads/2018/01/A-Night-In-The-Woods-Switch-review-03.jpg>
- Ил. 13. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.
<https://i.ytimg.com/vi/gEZ9Ui79DPM/maxresdefault.jpg>
- Ил. 14. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.
https://static.wikia.nocookie.net/nightinthewoods/images/8/86/Band_Pizza_at_the_Diner.png/revision/latest?cb=20170412211609
- Ил. 15. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.
<https://gamefaqs.gamespot.com/a/faqs/87/75787-28.png>

Ил. 16. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.

<https://images.akamai.steamusercontent.com/ugc/156901856779215276/FDC75ED46BE42CCA474473F1A7C3D7773D2D145C/>

Ил. 17. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.

<https://image.api.playstation.com/vulcan/ap/rnd/202212/0119/UkhOxY9thYkZRjGzxxkKdo8N.jpg>

Ил. 18. Night in the Woods, Infinite Fall, Secret Lab, 2017.

<https://caniplaythat.com/wp-content/uploads/2022/09/night-in-the-woods.png>

ДИНАМИКА И КИНЕТИЧНОСТ В СЪВРЕМЕННИЯ ПИКТОГРАФИЧЕН ДИЗАЙН

ЗАХАРИНА ПЕТРОВА-ПРОДАНОВА

DYNAMICS AND KINETICITY IN MODERN PICTOGRAPHIC DESIGN

ZAHARINA PETROVA-PRODANOVA

РЕЗЮМЕ

Обект на изследване в настоящия доклад са *съвременните световни тенденции в областта на пиктографичния дизайн*, които се характеризират с подчертана динамичност, дължаща се на социални, графични и технологични фактори. Това са и трите гледни точки, от които се разглежда темата, като се проследяват някои исторически и съвременни примери, които обясняват естествения преход от двуизмерност и статичност към динамика и кинетичност. За период на изследване обектът се поставя във времевата линия от зараждането на съвременния пиктографичен дизайн през 60-те и 70-те години на миналия век до днес, като се разглежда и неговата еволюция в графично и културно отношение. С оглед на използваната терминология, уточняваме, че генезисът на понятието *пиктографичен* идва от гръцката дума *пикто* (рисувам) и в същността си представлява синоним на иконичен или дизайн, базиран на рисунка или изображение. *Кинетичен* дизайн е сравнително ново понятие, което свързваме с движение. При дизайна това се отнася до раздвижени с помощта на софтуер за анимация векторно базирани изображения, каквито са пиктограмите.

Ключови думи: пиктографичен дизайн, иконичен дизайн, кинетичен дизайн, анимирани векторни изображения, пиктограми

SUMMARY

The object of research in the present report is the modern world *trends in the field of pictographic design*, which are characterized by dynamism, which can be explained by social, graphic and technological factors. These are the three perspectives from which the subject is considered, tracing some historical and contemporary examples that explain the natural transition from two-dimensionality and static to dynamism and kinetic. For a period of study, the object of research is placed in the timeline from the birth of modern pictographic design in the 1960s and 1970s to the present day, considering its evolution graphically and culturally. In view of the terminology, we clarify that the genesis of the term *pictographic* comes from the Greek word *picto* (draw) and is essentially a synonym for iconic or design based on a drawing or image. *Kinetic design* is a relatively new concept that we associate with movement. In design this refers to vector-based images animated with suitable software.

Keywords: pictographic design, iconic design, kinetic design, animated vector images, pictograms

ОТ ГЛЕДНА ТОЧКА НА РАЗВИТИЕТО НА ГРАФИЧНИЯ ДИЗАЙН

Пиктографичният дизайн е клон на графичния дизайн, който се появява в средата на миналия век и има различни области на приложение, обусловени от нуждите на човека от

бърза и лесна ориентация предимно в градска обществена среда. От практическата семиотика ни е известно, че езиковата бариера се преодолява освен чрез жестове и мимики, така също и посредством изображения. Колкото по-проста, изчистена и символична е тяхната форма, толкова по-бързо и лесно функционират и осъществяват невербална комуникация.

Всички обществени пространства, предназначени за голям поток от потребители, се нуждаят от комуникационни знаци за визуална навигация, като един от най-ранните и международно утвърдени примери за такава е системата от пътни знаци. За непреки предшественици на съвременните знаци и пътни табели можем да приемем още древните римски колони, поставяни на територията на империята, за да указват разстоянието до Рим. А преките се появяват през първите десетилетия на XX век и масово се развиват след Втората световна война.

Не само автотранспортът и пътната инфраструктура обаче са фактор за появата на повече знаци за визуална навигация. Гражданската авиация и железопътният транспорт с техните летища и гари също обуславят нуждата както от отделни знаци, така и от цели системи за визуална навигация. Болниците, образователните институции, парковете и увеселителните комплекси в големите градове, туристическата индустрия и много други са сред областите, които дават тласък и развиват пиктографичния дизайн от края на 50-те години на миналия век до днес.

Има обаче една област, която повече от всички останали се занимава с динамиката на изображенията поради своето естество и това са спортните пиктограми. Те са основен обект в дизайна на големите спортни форуми, сред които олимпийските игри са най-значими.

Несъмнено е интересно да се разгледат всички знаци и символи в контекста на тяхната бранд идентичност, но в настоящия доклад ще се съсредоточим само върху няколко пикто-графични системи, в които е заложена основата на днешните кинетични пиктограми.

ОТ ГЛЕДНА ТОЧКА НА СОЦИАЛНИТЕ НАГЛАСИ

Тук темата е погледната през очите на съвременния потребител, който има достъп до почти всяко съдържание през личното си дигитално устройство. Не случайно почти всички електронни форуми, социални медии, онлайн магазини и много други електронно базирани пространства използват за по-лесна и бърза ориентация на своите потребители визуална навигация от пиктографичен тип. Понякога това може да са няколко, създадени предимно с естетична и графична цел икони, но друг път са незаменяема част от дигиталното пространство, без които ориентацията в него е немислима. Такива са например, дигиталните карти на Google Maps или GPS навигаторите, които използваме не само в чужбина, но вече и в родните си населени места. Безспорно, области като туризъм, хоби и забавление също са пряко засегнати от тези тенденции, а масова практика през последните години е достъпът на телевизионно съдържание през интернет. И тук ролята на раздвижените спортни пиктограми също е голяма, защото съвременният потребител, независимо от неговия пол или възраст вече е „обучен“ да предпочита както изображенията пред текста, така и динамичното пред статичното визуално съдържание.

ОТ ГЛЕДНА ТОЧКА НА НОВИТЕ ТЕХНОЛОГИИ

С навлизането на новите технологии и развиващата се функционалност в софтуера за векторна и растерна графика, както и в специализираните програми за анимация, естествено и донякъде логично, се появяват новите кинетични пиктограми. Тяхната поява със сигурност може да се разгледа и в контекста на раздвижването на графичния дизайн и типографията, предназначени първоначално за телевизионна, а по-късно за употреба в електронна и уеб среда. Към динамичните изображения, освен пиктограмите спадат още иконичните знаци, логотипите, буквените заглавия на филми и анимации, шапките на телевизионни предавания, инфографиките и много други. Техни преки предшественици са аналогово създаваните и механично раздвижвани телевизионни изображения, на които днес се придават най-различни ефекти с помощта на специализиран софтуер. Тук ще изброим само някои от най-често използваните програми като: Adobe Photoshop, Illustrator, After Effects и Animate, Fig-ma, Sketch, Blender, Drawbot и др.¹

Интересно е да се отбележи, че движението при спортните пиктограми им е присъщо по природа и в този смисъл кинетичността, осъществена чрез технологията само помага да бъде подчертано и доведено до още по-ефективно потребителско изживяване. Също така е важно да се каже и тук, че анимирани изображения от различен тип са създавани много преди появата на интернет и дигиталната революция. Техни първообрази, макар и механично раздвижвани, срещаме още през 1960-те и 1970-те години под формата на динамични типографски заставки, шапки на филми и телевизионни предавания. Те са част от творчеството на едни от най-добрите световни и български дизайнери².

КИНЕТИЧНИТЕ ПИКТОГРАМИ И ТЕХНИТЕ ПРЕДШЕСТВЕНИЦИ

Преди да разгледаме същинските кинетични пиктограми, ще е интересно да анализираме и някои по-ранни примери от историята на олимпийските игри, в които е постигната илюзия за динамика с двуизмерни средства. Такива например са пиктограмите за олимпийските игри в Гренобъл 1968 (дизайнер: Roger Excoffon), в които се наблюдава черно-бяла графика, в която на принципа на растера е постигната илюзия за разместване на плановете, откъдето идва и силното усещане за движение. В този дизайн несъмнено можем да усетим влияние от модерния за времето стил *оп арт* или *оптично изкуство*, както и от творчеството на френския художник Виктор Вазарели (1906-1997), чиято картина „Зебра“, се счита за първото произведение на графичното изкуство в този стил. *„Усещането за скорост и движение е постигнато чрез интеграцията на стилизираните фигури в типични спортни пози и динамични черно-бели линии. По този начин те излъчват несравнима динамика и това е напълно нов подход на проектиране на пиктограми, който отговаря на духа на времето“*³.

¹ Повече за технологичната страна на въпроса може да прочетете в доклад на автора на тема: „Раздвижване на буквите. Модерна тенденция или нов период в българския шрифтов дизайн“, стр. 245.

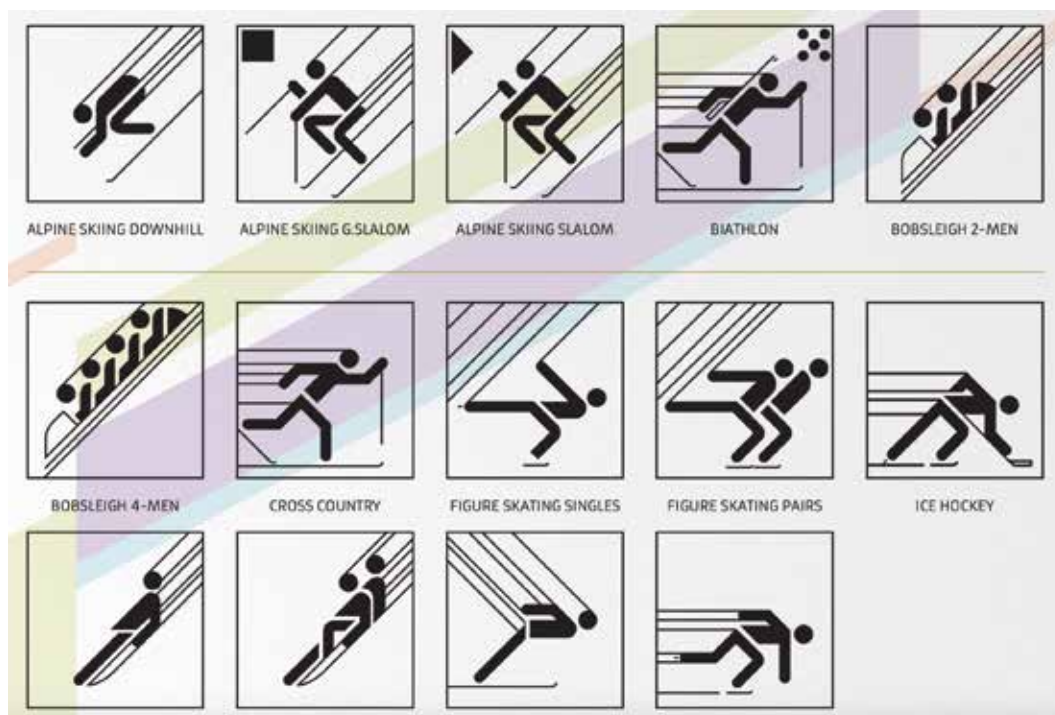
² Вж. „Българският графичен дизайн. История, тенденции и развитие“, стр. 69-91.

³ Цитатът е от Olympic Games - The Design, <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/grenoble-1968/>, преводът е на автора.



Ил. 1. Пиктографичен дизайн за зимни олимпийски игри в Гренобъл, 1968 г.

Друг пример са пиктограмите от олимпийските игри в Сараево през 1984 г. (дизайнер Радомир Вукович), които са базирани на по-ранните пиктограми от Мюнхен'1972 на немските дизайнери Герхард Джох и Отл Айхер. В последните, анатомията, пластиката и спортните пози на човешката фигура са постигнати с прости геометрични форми за главата, тялото и крайниците, поставени в строго определена мрежа на изграждане. И макар тези пиктограми да се смятат за класически, безспорно, дизайнерът им е придал допълнителна стойност чрез диагонални или вертикални линии, които се явяват като естествено продължение на позата на спортиста. Тази малка на пръв поглед намеса всъщност придава несравнимо усещане за движение.



Ил. 2. Пиктографичен дизайн за зимните олимпийски игри в Сараево през 1984 г.



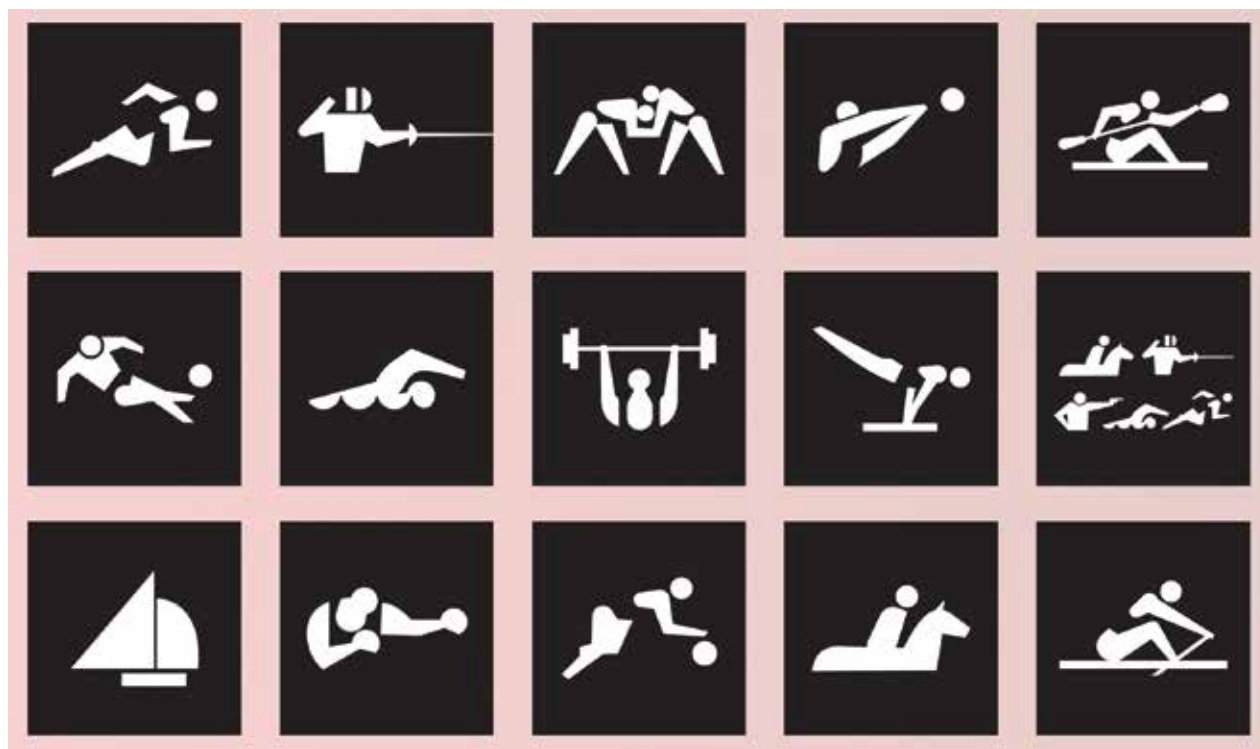
Ил. 3. Пиктографичен дизайн за летни олимпийски игри в Мюнхен през 1974 г.

Интересен пример за придаване на динамика със средствата на новите технологии и по-конкретно, с помощта на софтуер от ново поколение са пиктограмите от зимните олимпийски игри в Торино през 2006 г. Тук ефектът е постигнат с помощта на прозрачност и застъпване (дизайнер Elise Thomason / Iconologic).



Ил. 4. Пиктографичен дизайн за зимните олимпийски игри в Торино през 2006 г.

Като цяло в историята на олимпийските игри има множество примери с уникален, модерен за времето си и пораждащ различни асоциации пиктографичен дизайн, базиран на исторически или местни традиции. Но през 2020 година в Токио се появяват комплект пиктограми (дизайнер: Масаки Хиромура), които съчетават както уважение към националните дизайнерски традиции, така и иновативна технология, която ги прави по-атрактивни от когато и да било. Защото това са първите в света *кинетични пиктограми*, базирани на оригиналния дизайн от 1964 г., когато Токио е домакин на големия форум за първи път. Спортните пози са запазени като формоизграждане и стилистика, но са осъвременени и са добавени много нови пиктограми за новопоявилите се спортове в олимпийската програма за тези почти 50 години. Заедно с тях дизайнът също е осъществил „висок скок“ от аналогов към дигитален етап на своето развитие и благодарение на компютърните технологии, днес са създадени новите пиктограми. Те са изградени и анимирани на принципа на три стъпки: 1. поява, 2. статичност и 3. изчезване, чиято бързина на ротация определя и динамиката на всяка от пиктограмите.



Ил. 5. Пиктографичен дизайн за летните олимпийски игри в Токио през 1964 г.



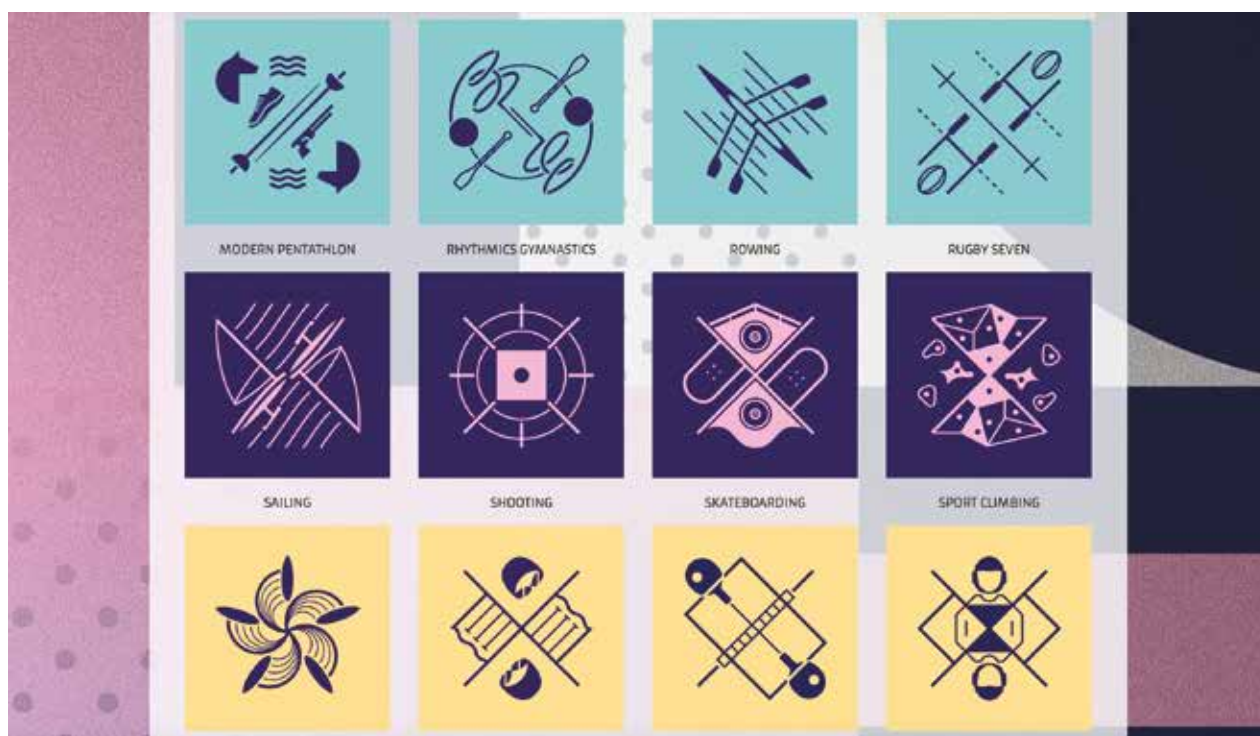
Ил. 6. Пиктографичен дизайн за летните олимпийски игри в Токио през 2020 г.

Подобна тенденция се забелязва и при пиктограмите от зимната олимпиада в Пекин през 2022 година (дизайнер Lin Cunchen), които също отдават почит на по-стар дизайн от 2008 г., когато китайската столица е била също домакин на летните олимпийски игри. Тяхната изработка е базирана на поява, раздвижване на отделни елементи и статичност на цялото изображение. Макар и интересни, те нямат същия ефект като японските, които ще останат в историята като новаторски.



Ил. 7. Пиктографичен дизайн за зимните олимпийски игри в Пекин през 2022 г.

Веднъж зададен, този тон ще продължава да се ползва и развива, в потвърждение на което идват и последните засега спортни пиктограми, създадени за летните олимпийски игри във френската столица. В тях, освен динамична анимация, подсилена с ефектни фотоизображения, се наблюдава и друга иновация – за втори път след Мексико’1968, но по много по-атрактивен начин, различните спортове са визуализирани не с човешки фигури, а посредством спортен реквизит и характерната среда, в която се практикува всеки отделен спорт: настилки, игрища, екипировка, видове топки и др. Използван е и принципът на ротацията, като например при баскетбола се завъртат игрището и топката, а при художествената гимнастика – различни уреди като топка, бухалки и лента. На практика движението в тези пиктограми е постигнато само и единствено посредством анимация на иначе статични изображения.



Фиг. 8. Пиктографичен дизайн за летни олимпийски игри в Париж 2024

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С този интересен и изключително актуален за олимпийската 2024 година при-мер, смело можем да заключим, че не само на пиктограмите, но и на всички останали векторни изображения в дигитална среда им предстои в пряк и преносен смисъл динамично бъдещо развитие. А на нас като потребители – нови и вълнуващи преживявания, базирани на творческото и технологично израстване на съвременните дизайнери, чиято работа ще става все по-интересна, предизвикателна и комплексна.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Димитров, Д., 2014, 2023. *Българският графичен дизайн. История, тенденции и развитие*, Нов български университет, София, 69-91.
2. Петрова-Проданова, З., 2023. *Раздвижване на буквите. Модерна тенденция или нов период в българския шрифтов дизайн*. В: Сборник доклади Национална научно-практическа конференция. Дигитални технологии в архитектурата, дизайна и визуалните изкуства, НБУ, 243-251
3. Lancaster, J., 1973. *Introducing Op Ar*. BT Batsford Ltd., 28
4. [онлайн] <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/grenoble-1968/>
5. [онлайн] <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/sarajevo-1984/>
6. [онлайн] <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/paris-2024/>

ИЛЮСТРАЦИИ

- Ил. 1. [онлайн] Пиктографичен дизайн за зимни олимпийски игри в Гренобъл 1968, Достъпен на: <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/grenoble-1968/>
- Ил. 2. [онлайн] Пиктографичен дизайн за зимни олимпийски игри в Сараево 1984, Достъпен на: <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/sarajevo-1984/>
- Ил. 3. [онлайн] Пиктографичен дизайн за летни олимпийски игри в Мюнхен 1974, Достъпен на: <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/munich-1972/>
- Ил. 4. [онлайн] Пиктографичен дизайн за зимни олимпийски игри в Торино 2006, Достъпен на: <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/torino-2006/>
- Ил. 5. [онлайн] Пиктографичен дизайн за зимни олимпийски игри в Токио 1964, Достъпен на: <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/tokyo-1964/>
- Ил. 6. [онлайн] Пиктографичен дизайн за зимни олимпийски игри в Токио 2020, Достъпен на: <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/tokyo-2020/>
- Ил. 7. [онлайн] Пиктографичен дизайн за зимни олимпийски игри в Пекин 2022, Достъпен на: <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/beijing-2022/>
- Ил. 8. [онлайн] Пиктографичен дизайн за летни олимпийски игри в Париж 2024, Достъпен на: <https://www.theolympicdesign.com/olympic-games/pictograms/paris-2024/>

ОТ КАРТИТЕ ДО КОДА. КАК ИЗКУСТВЕНИЯТ ИНТЕЛЕКТ ПРОМЕНЯ ТАРО ИЗКУСТВОТО

ИВАЙЛО САРАЛИЙСКИ

FROM CARDS TO CODE. HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE IS CHANGING THE ART OF TAROT

IVAYLO SARALIYSKI

РЕЗЮМЕ

В тази статия се анализира влиянието на технологичните иновации върху културните и духовни практики, изследвайки как ИИ може да се интегрира в традиционното изкуство на Таро, за да създаде нови форми на изразяване и разбиране. В рамките на изследването се разглежда преходът на Таро от ръчно изработени картини към масово произведени колоди и дигитализацията на Таро, аргументирайки, че ИИ е подходящ за създаване и интерпретация на съвременни Таро колоди. Особено внимание се отделя на способността на ИИ системи като Midjourney и Wombo да генерират визуално съдържание, което отговаря на традиционната символика на Таро, но също така предлага нови перспективи и тълкувания.

Ключови думи: Таро, дигитализация на Таро, изкуствен интелект, технологични иновации, изкуство

SUMMARY

In that article, the author analyzes the impact of technological innovation on cultural and spiritual practices, exploring how AI can integrate into the traditional art of Tarot to create new forms of expression and understanding. The study examines the transition of Tarot from handmade paintings to mass-produced decks and the digitization of Tarot, arguing that AI is well suited for the creation and interpretation of contemporary Tarot decks. Particular attention is paid to the ability of AI systems such as Midjourney and Wombo to generate visual content that conforms to traditional Tarot symbolism but also offers new perspectives and interpretations.

Keywords: Tarot, digitization of Tarot, artificial intelligence, technological innovation, art

ВЪВЕДЕНИЕ

Изкуственият интелект (ИИ) прониква все по-дълбоко в различни области на изкуството и културата, предлагайки нови възможности за създаване и интерпретация на визуално съдържание. Настоящата статия разглежда трансформацията на Таро изкуството под влиянието на ИИ, предоставяйки задълбочен анализ на прехода от традиционните методи към иновативните подходи, базирани на съвременни технологии.

Таро картите имат дълга история, започваща през XV век в Европа, когато те са били използвани за игра. С времето те се превръщат в мощен инструмент за гадания и духовни

практики, като всяка карта носи със себе си уникална символика и иконография. Първоначално, Таро картите са били ръчно изработени произведения на изкуството, създадени с голямо внимание към детайла и символиката. Тези ръчно изработени карти не само служат за предсказания, но също така представляват ценни културни артефакти, отразяващи вярванията и естетиката на своето време (Dimmett, Decker and Depaulis, 1996)..

С индустриалната революция и напредъка в печатните технологии Таро картите започват да се произвеждат масово. Това ги прави достъпни за по-широка аудитория и води до стандартизация на символиката и дизайна на картите. Този преход към масово производство трансформира Таро в „индустриална система“, което улеснява разпространението на картите и тяхното използване в различни културни и духовни контексти (Huson, 2004). Въпреки че масовото производство позволява по-голям достъп до Таро, то също така води до загуба на уникалността и автентичността на ръчно изработените карти.

През последните десетилетия, с навлизането на дигиталните технологии, Таро картите претърпяват нова трансформация. Дигитализацията на Таро включва преобразуването на книги, картини и тълкувания в цифров формат, което улеснява достъпа до информация и позволява нови форми на взаимодействие с картите (Hundley, Slinger, Fiebig, Kroll, 2020). Тази дигитална революция подготвя почвата за интеграцията на още по-иновативни технологии като изкуствения интелект. Изкуственият интелект представлява следващата стъпка в еволюцията на Таро изкуството. ИИ технологии като Midjourney, Wombo, Adobe Firefly и други използват мощни алгоритми за машинно обучение, които могат да генерират визуално съдържание, отговарящо на традиционната символика на Таро, но също така предлагат нови и креативни интерпретации. Тези ИИ системи имат способността да създават уникални изображения, които комбинират елементи от традиционното Таро с нови и иновативни визуални метафори.

I. ИСТОРИЧЕСКИ КОНТЕКСТ И РАЗВИТИЕ НА ТАРО

Таро картите имат дълга и богата история, която започва през XV век в Европа. Първоначално Таро картите са били използвани за игра на тарок, която е популярна в Европа през късното Средновековие. Те се състоят от 78 карти, разделени на две основни групи: 22 карти, наречени *Големи аркани* и 56 карти – *Малки аркани*. Всяка карта представя различни изображения и символи, които отразяват различни аспекти на живота и духовността (Foster, 2006).

През XVIII век Таро картите започват да се използват за гадания и духовни практики. Французинът Жан-Батист Алиет¹, известен като Етейла, е един от първите, които публикуват книги за използването на Таро за предсказания. Неговите тълкувания на картите и систематизиране на значението им полагат основите на съвременната практика на Таро гаданията (Dimmett and Mann, 1980).

Ръчно изработените Таро карти от този период представляват произведения на изкуството. Те са създавани с голямо внимание към детайла и символиката, като всяка карта носи специфична иконография. Художниците използват висококачествени материали и техники като темпер и златни листи, за да създадат изящни и дълготрайни изображения.

¹ Жан-Батист Алиет (1 март 1738 г. – 12 декември 1791 г.) е френски окултист и изследовател на Таро, който пръв разработва концепция за тълкуване на картите.

Тези ръчно изработени карти не са били предназначени за масово производство. Те са били поръчвани от заможни покровители и често са отразявали личните вярвания и културни влияния на своите собственици.

С индустриалната революция и напредъка в печатните технологии през XIX век Таро започва да се произвеждат масово. Това прави картите по-достъпни за широката публика и води до стандартизация на дизайна и символиката. Пример за това е колодата *Rider-Waite*, създадена през 1909 г. от Артър Едуард Уейт² и илюстрирана от Памела Колман Смит³. Тази колода е една от най-популярните и широко използвани Таро колоди днес.

Масовото производство позволява Таро картите да се разпространяват по целия свят, като същевременно запазват основните си символи и значения. Въпреки че това води до известна загуба на художествената стойност на ръчно изработените карти, то също така прави Таро по-достъпно и популяризира практиката сред различни култури и социални слоеве. През последните десетилетия, с развитието на дигиталните технологии, Таро картите претърпяват нова трансформация. Дигитализацията включва преобразуването на традиционните Таро карти в цифров формат (Hundley, Slinger, Fiebig, Kroll, 2020). Това позволява създаването на цифрови колоди, които могат да се използват на различни платформи като компютри, смартфони и таблети. Дигиталните Таро карти предлагат нови възможности за интерактивност и персонализация. Потребителите могат лесно да достъпват и използват различни колоди, както и да получават автоматични тълкувания и предсказания. Тази дигитална революция улеснява достъпа до Таро и разширява възможностите за неговото използване в съвременния свят.

Историческият контекст и развитието на Таро изкуството демонстрират как тази практика се е трансформирала от ръчно изработени художествени произведения до масово произведени и дигитализирани продукти. Всеки етап от тази еволюция е допринесъл за обогатяването и разширяването на Таро като културна и духовна практика, подготвяйки почвата за следващата стъпка – интеграцията на изкуствения интелект в Таро изкуството.

II. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РЪЧНО РИСУВАНОТО И ГЕНЕРИРАНОТО ОТ ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ ТАРО ИЗКУСТВО

Ръчно изработените тестета Таро представляват произведения на изкуството, създадени с голямо внимание към детайла и символиката. Те носят в себе си авторския почерк на художника, който влагайки своите умения и техника, създава изображения, които отразяват културните и духовни вярвания на своето време. От друга страна, ИИ технологията позволява бързо и ефективно създаване на визуални произведения, които могат да имитират традиционните стилове, но също така предлагат и нови, иновативни интерпретации – *„За разлика от изкуствения интелект, човешкият неокортекс съхранява информацията избирателно, поради физиологичната си ограниченост и това приоритизи-*

² Артър Едуард Уейт (2 октомври, 1857 г. – 19 май, 1942 г.) е роден в САЩ. Британски поет и мистик, който пише по окултни и езотерични въпроси и е съ-създател на колодата на Таро Райдър-Уейт (нар. още Райдър-Уейт-Смит или Уейт-Смит).

³ Памела Колман Смит (16 февруари, 1878 г. – 18 септември, 1951 г.) е британска художничка, илюстраторка, писателка, издателка и окултистка.

ране дава отражение в изкуството – в нито едно човешко произведение няма пълноценно съхранение на постъпилите стимули от изобразения обект, както вече беше установено при процесите на абстракция и идеализация. При художествения стил, направление, дори за всеобхватността на цели жанрове се налага един архетипен и преднамерен когнитивен дисонанс, дори само в субективната акцентуация вследствие на сетивността. Такова преобразователно въздействие върху феноменалния свят може да служи едновременно и като дефиниция, и като условие за творчески акт, а при наличието на тези два компонента е възможно и прилагането на алгоритъм.“ (Обретенова, 2021).

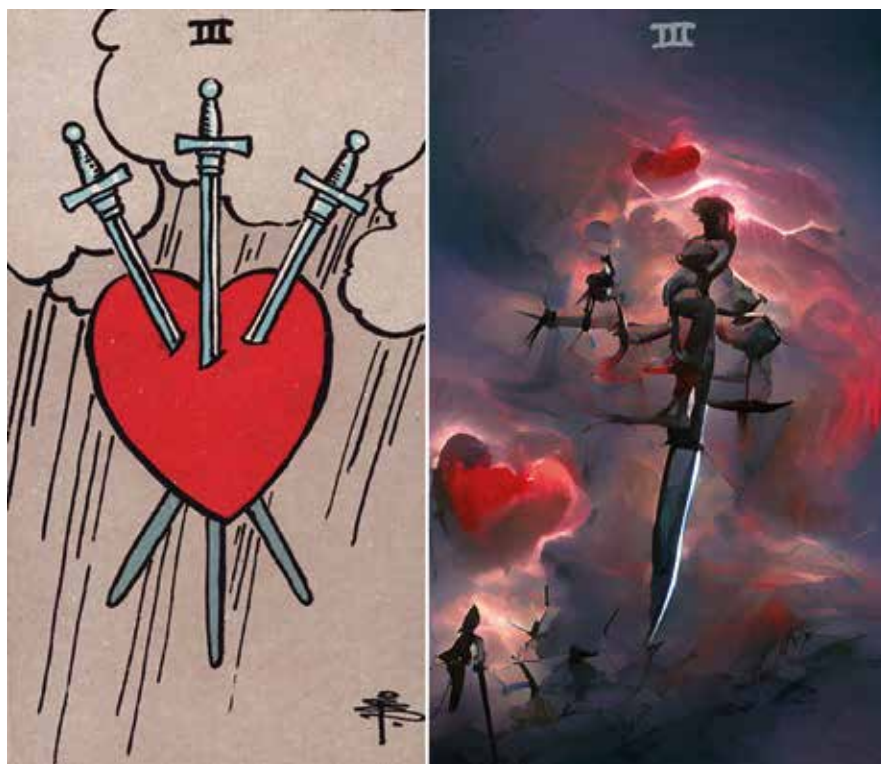
Сравнението между тези два подхода повдига въпроси относно автентичността на изкуството, ролята на човешката креативност и потенциалните промени в творческите практики. Традиционното изкуство често се свързва с идеята за уникалност и автентичност, докато изкуството, генерирано от ИИ, може да бъде възприемано като по-механично и безлично. Този сравнителен анализ цели да изследва тези въпроси в дълбочина, като предостави обективна оценка на въздействието на ИИ върху света на Таро изкуството и по-широката художествена сцена.

Генерираните от ИИ тестета Таро представляват сравнително ново явление в индустрията на Таро, обусловено от значителния напредък в технологията на ИИ, което позволява използването му за търговски цели. Счита се, че технологията на ИИ е достигнала до степен, при която може да премине Тюринг теста, предназначен да определи дали интелигентността на една машина е неразличима от тази на човек (Turing, 1950). Възниква въпросът дали това е научна фантастика или бъдещето на Таро?

Процесът на използване на ИИ за създаване на произведения на изкуството е известен като *prompt-craft*. При този метод творецът предоставя на ИИ текстови промптове (prompts) в чат, с цел генериране на желания резултат. Тази техника за създаване на изкуство предизвиква спекулации, че може да замени определени традиционни роли на работното място, като графични дизайнери или копирайтъри, с тези, които са квалифицирани в *prompt-craft* и могат да формулират оптималните промптове за ИИ (Elgamal, Liu, Elhoseiny and Mazzone, 2017).

Картата Тройка мечове от тестето на Уейт е емблематична за Таро изкуството, известна със своето силно символично изображение на болка и страдание. С напредъка на изкуствения интелект съвременните технологии позволяват създаването на нови интерпретации на тази карта. Доказателството за това е показано на Ил. 1, която сравнява визуалните аспекти на традиционната Тройка мечове от тестето на Уейт със съвременна интерпретация, генерирана от ИИ *Wombo*, използвайки промпт *“Three swords pierced into a red heart. Storm clouds in the background“* („Три меча, пронизани в червено сърце. Буреносни облаци на заден план“).

Сравнението между традиционната Тройка мечове от колодата на Уейт и интерпретацията, създадена от ИИ *Wombo*, демонстрира как различните подходи могат да предложат уникални перспективи върху същата символика. Докато традиционната карта поддържа класическия и познат стил, ИИ интерпретацията предлага нови възможности за визуална експресия, разширявайки нашето разбиране за Таро изкуството. Тази синергия между традиционното и модерното подчертава потенциала на ИИ да допринесе за иновации в художествените практики.



Ил. 1. Тройка мечове от тестето Уейт-Смит (вляво),
III Wombo с промт "Three swords pierced into a red heart. Storm clouds
in the background" (вдясно)

Скептиците често твърдят, че изкуственият интелект, който се характеризира с механичност, и Таро, чиито корени се крият в интуицията и внушението, се намират в противоположни краища на спектъра. Проектът на списание RED-EYE – *Tarot of Love* цели да подчертае противоположната позиция, като предполага, че когато тези два на пръв поглед несъвместими елемента си взаимодействат, се ражда трансформираща синергия. Този проект обединява фотографа Росарио Рекс Ди Салво и стилиста Джорджия Имбренда, подкрепени от широкия творчески екип на RED-EYE, съоръженията на Superstudio13 и модели. Фотографиите, които са смесица от традиционни изображения и изкуство, генерирано от изкуствен интелект, претърпяват допълнителна метаморфоза чрез 3D сканиране на моделите (Ил. 2). След това тези сканирания се трансформират във видеоклипове с кръгов цикъл, символизиращи магическия танц на вечното завръщане и цикличната природа на любовта и живота.

Чрез *Tarot of Love* списание RED-EYE приканва читателите да се замислят за възможностите, които се крият в пресечната точка на ИИ и намерението. Това е призив да се изследва отвъд повърхността, да се обмислят начините, по които древната мъдрост и съвременната технология могат да се слаят, за да разкрият многоизмерните аспекти на любовта и човешката връзка.



Ил. 2. *The Tarot of Love* от списание RED-EYE в колаборация с ИИ

Маркърс Кац, автор и съавтор на над петдесет книги, е и учител по Западната езотерична система за инициране (WEIS), използва приложението Midjourney за създаване на кологата *Tarot of the Everlasting Day* (Ил. 3), използвайки техниката prompt-craft за предоставяне на ИИ концепции за дизайна на всяка карта. Кац обяснява: „Процесът на използване на Midjourney за създаване на Таро карти не е едностранен, а изненадващо двустранен разговор. Понякога, въпреки че съм въвеждал модифицирани промптове за дадена карта повече от сто пъти, имах чувството, че 'ние' искаме нещо друго, и тогава, въвеждайки отново напълно нов промпт, основан на тази интуиция, ИИ предоставяше нещо много различно, почти с въздишка 'да, това се опитвахме да направим'“ (Katz, 2023).

Кац отбелязва, че генерирането на някои карти отнема значително повече време от други. Например *Колесницата* (Ил. 4) изисква няколко дни на постоянно преработване на промптовете и връщане към основите, преди финализиране на изображението. Процесът за генериране на Таро с помощта на ИИ отнема време и изисква постоянни корекции на промптовете. Вероятно Кац е прекарал значително време в експериментиране с различни промптове, за да намери оптималните за всяка карта, в резултат на което са създадени над 130 произведения на изкуството с последователни стилове и теми (Katz, 2023).



Ил. 3. Tarot of the Everlasting Day в колаборация с ИИ

Съществуваща в бъдеще, породено от алтернативно минало, колодата *The Technomage Tarot Deck* изобразява общество, което балансира на тънката граница между антиутопия и утопия (Ил. 5). Художникът Лиъ Дънкан създава един суров свят, в който силите на технологията и магията се съчетават, за да създадат реалност, породена от волята. Този свят е обитаван от кибернетични същества, разумен изкуствен интелект и човешки магьосници. Четири фракции си сътрудничат, кроят планове и се борят за контрол. Всяка от тях оказва влияние върху пътуването на Глупакът през големите аркани.

Процесът на художника започнал с медитация и визуализация, за да си представи всяка карта и нейния контекст в света, в който съществува. След това той работи с изкуствения интелект в процес, който той разглежда като заклинание. Той използва промптове, за да създаде начални изображения, които после променя ръчно, след което връща обратно на изкуствения интелект. Това се превръща в цикъл, докато получи желанния резултат. Окончателната работа се завършва във Adobe Photoshop, което общо трае около пет часа на карта.



Ил. 4. Силата от тестето Tarot of the Everlasting Day в колаборация с ИИ



Ил. 5. Technomage Tarot Deck от Лий Дънкан в колаборация с ИИ

Интеграцията на ИИ в процеса на създаване на Таро представлява значителна иновация в тази индустрия. Техниката prompt-craft, комбинираща човешката интуиция с възможностите на ИИ, предлага нови възможности за художествено творчество, като същевременно повдига въпроси за бъдещето на традиционните творчески роли. Необходими са допълнителни изследвания, за да се изследва дългосрочното въздействие на ИИ върху творческите изкуства и да се разработят най-добри практики за етична и ефективна интеграция на ИИ в тези процеси.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящото изследване подчертава сложността на влиянието на дигиталните технологии и изкуствения интелект върху традиционните карти Таро и правната рамка за интелектуалната собственост. Докато традиционното изкуство продължава да бъде почитано и високо ценено, ръчно нарисуваните карти Таро в комерсиалната практика са на път да станат остарели, заменени от по-ефективните и бързи дигитални методи.

Преходът от аналогови към дигитални карти Таро е основно мотивиран от изискванията на капитализма, където бързината и ефективността са ключови фактори за успех. Това поставя традиционните художници в неизгодна позиция спрямо техните дигитални колеги, които могат да завършват задачи значително по-бързо благодарение на напредналите софтуерни инструменти.

В същото време, възходът на изкуството, създадено с ИИ, поставя нови въпроси и предизвикателства пред правната рамка за интелектуална собственост. Дали това изкуство може да бъде защитено с авторско право остава спорен въпрос, който изисква по-нататъшно правно изясняване и адаптация на съществуващите закони. Възможността за използване на изкуствен интелект за създаване на карти Таро отваря нови етични и правни дискусии, свързани с оригиналността и авторството на произведенията.

В заключение, развитието на изкуствения интелект и дигиталните технологии в Таро изкуството предоставя нови възможности за създателите, като същевременно поставя предизвикателства пред традиционните концепции за авторство и собственост. Тези промени изискват внимателно разглеждане и адаптация на съществуващите правни и етични норми, за да се осигури справедливост и защита на правата на всички участници в процеса.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Обременова, П., 2021. *Изкуственият интелект в психологията на изкуството*, АртДиалог, бр. 3
2. Decker, R., Depaulis, T., and M. Dummett, 1996. *A Wicked Pack of Cards: The Origins of Occult Tarot*. London: Gerald Duckworth and Co. Ltd.
3. Dummet, M., S. Mann, 1980. *The Game of Tarot: From Ferrara to Salt Lake City*. Duckworth; First Edition
4. Elgammal, A., B. Liu, M. Elhoseiny and M. Mazzone, 2017. *CAN: Creative Adversarial Networks, Generating "Art" by Learning About Styles and Deviating from Style Norms*. This paper is an extended version of a paper published on the eighth International Conference on Computational Creativity (ICCC), held in Atlanta, GA.

5. Foster, P., 2006. *The Tarot: A Key to the Wisdom of the Ages*. TarcherPerigee; Reprint edition
6. Hundley, J., P. Slinger, J. Fiebig and M. Kroll, 2020. *Tarot*. Taschen America Llc; First Edition
7. Huson, P., 2004. *Mystical Origins of the Tarot: From Ancient Roots to Modern Usage*. Rochester: Destiny Books
8. Turing, A., 1950. *Computing machinery and intelligence*. Mind, Volume LIX, Issue 236

ИЗОБРАЖЕНИЯ

Ил. 1. Тройка мечове от месето *Уейт-Смит* (вляво), ИИ Wombo с промнп “Three swords pierced into a red heart. Storm clouds in the background“ (вдясно)

Ил. 2. *The Tarot of Love* от списание RED-EYE в колаборация с ИИ

Ил. 3. *Tarot of the Everlasting Day* в колаборация с ИИ

Ил. 4. Сулата от месето *Tarot of the Everlasting Day* в колаборация с ИИ

Ил. 5. *Technomage Tarot Deck* от Лиџ Дънкан в колаборация с ИИ

3D ПРИНТИРАНИ КЪЩИ – ИСТОРИЯ, РАЗВИТИЕ, БЪДЕЩЕ

ИНА ЛАМБЕВА
ИРЕНА СПИРИДОНОВА

3D PRINTED HOUSES – HISTORY, DEVELOPMENT, FUTURE

INA LAMBEVA
IRENA SPIRIDONOVA

РЕЗЮМЕ

3D ПРИНТ технологията е иновативна технология, навлизаща в сферата на архитектурата и строителството през последните години с характеристики, които я правят безпрецедентна и трудна за конкуриране. Използването на устойчиви материали, кратки срокове на реализация, ниска себестойност са само част от предимствата на тази технология. Интересен е анализът, който ние като архитекти бихме могли да направим за влиянието, което тази технология неизменно ще окаже върху съвременната жилищна архитектура.

Ключови думи: 3D ПРИНТ технология, жилищна архитектура, 3D принтирана къща

SUMMARY

The 3D PRINT technology is an innovative technology introduced in the field of architecture and construction in recent years with characteristics that make it unprecedented and difficult to compete. The use of sustainable materials, short implementation terms, low cost are just some of the advantages of the technology. It is interesting to analyze what we as architects could do about the impact this technology will inevitably have on contemporary residential architecture.

Keywords: 3D PRINT technology, residential architecture, 3D print house

ВЪВЕДЕНИЕ

3D ПРИНТ технологията е иновативна технология, навлизаща в сферата на архитектурата и строителството през последните години с характеристики, които я правят безпрецедентна и трудна за конкуриране. Използването на устойчиви материали, кратки срокове на реализация, ниска себестойност са само част от предимствата на технологията.

3D ПРИНТ технологията представлява създаване на триизмерен обект, посредством използването на дигитални модели, чрез полагането на множество слоеве от специализирано устройство (3D принтер). Реализирането на модела е с прецизна точност, ефективно, спестява време, не генерира отпадъци и намалява значително разходите за труд. Не на последно място е и възможността за бързо развитие на дизайна на обектите. Именно това поле на развитие на технологията е и предизвикателството пред архитекти, дизайнери и строители, които вече активно експериментират с възможностите, които предлага.

ИСТОРИЯ

3D ПРИНТ технологията вече остава своя отпечатък върху съвременната архитектура и макар тя да става масово популярна едва през последните няколко години, историята на развитието ѝ започва преди почти 40 години.

Името, което се свързва с поставянето на началото е д-р Хидео Когама от научно-изследователския институт в Нагоя, Япония (Nagoya Municipal Industrial Research Institute). Първата си публикация по темата прави през 1981г., в която описва своите открития, свързани с напълно функционална система за бързо прототипиране. Неговото устройство има възможността да втвърдява фотореактивни полимери с UV светлина, като по този начин създава триизмерни модели слой по слой. Материалът, използван за осъществяването на този процес, е вид светлинна смола, която е по-често срещана като фотополимер.

Подходът използван от д-р Хидео Когама е изключително новаторски за времето си, тъй като той преобръща традиционните методи на производство, а именно вместо да се отнеме част от материала, за изграждането на нов продукт се използват изцяло адитивни процеси от самото начало. Този метод е революционен за времето си, тъй като дава възможност за бързо, ефективно и евтино прототипиране. За съжаление д-р Хидео Когама не успява да патентова изобретението си и по-късно става един от водещите дизайнери за Opel в Германия.

Следващото значимо име, което допринася изключително много за развитието на технологията е Чарлз Хъл – американски инженер. Неговият проект е свързан със стереолитографията (SLA). Въпреки че и дгуги изследователски екипи са работили над проучването и развитието на тази технология, Чарлз Хъл е този, който успява да я патентова. Към днешно време това е един от най-широко прилаганите методи в 3D принтирането.

Стереолитографията е метод, който работи чрез насочването на ултравиолетов лазер към вана с фотополимерна смола. С помощта на софтуер за компютърно проектиране, лазерът се използва за изчертаване на предварително програмиран дизайн или форма върху повърхността на фотополимерната вана. Фотополимерите са чувствителни към ултравиолетова светлина и по този начин смолата е фотохимично втвърдена и образува един слой от желания 3D обект. Този процес се повтаря за всеки слой от дизайна, докато 3D обектът бъде завършен.

Чарлз Хъл допринася съществено и за развитието на софтуерната страна на 3D печата. Той разработва файловия формат STL – цифров език, универсално четим от 3D принтери. Тази софтуерна иновация дава възможност всеки цифров 3D модел и подходящ софтуер да създаде физически обект.

През 1989 година е представен нов метод за 3D принтиране. Fused Deposition Modeling (FDM), разработен и патентован от Скот Тръмп. „FDM използва напълно различен подход към адитивното производство: вместо да използва светлина или лазери, то включва нагряване и екструдирание на термопластичен материал слой по слой за формиране на желания обект. FDM прави 3D печатането по-достъпно за потребителите поради по-ниската цена, безопасност и простота в сравнение с техники като SLA или SLS.“

В следващите години технологията все повече намира своето приложение в живота на хората във всякакви сфери. Много строителни компании инвестират в разработването ѝ, за да осигурят възможност за масовата реализация на проекти чрез 3D принтери.

- 1990 г. – няколко компании започват да експериментират с 3D печат, за да изработят модулни компоненти в реален мащаб за строителната индустрия.
- 1992 г. е годината в която Чарлз Хъл успява да създаде първата машина в света, която може да изпълнява SLA методи и въпреки несъвършенствата си успява да произведе модел само за денонощие.
- 1993 г. MIT (Масачузетски технологичен институт) в САЩ създава собствен 3D принтер, който успява да произведе предмети от пластмаса, керамика и метал.
- Същинското развитие на технологията се случва в периода 1999 – 2010 г. В този период технологията намира изключително голямо приложение в медицината, като дори е отпечатан първият в света човешки орган, както и първите кръвоносни съдове, принтирани с помощта на човешки клетки.
- 2004 г. Енрико Дини разработва 3D принтер, който печата големи по размер структури, използвайки пясък и неорганични слепващи вещества.
- 2006 г. MIT създава високо контролируема роботизирана ръка, която използва бетон, рециклирана пластмаса и др.
- 2009 г. Все повече изследователи и компании започват да експериментират с развитието на 3D печата с бетон, което отваря нови възможности за приложение в архитектурата и строителството.
- 2014 г. Yingchuang Building Technique (Shanghai) Co., Ltd. (Winsun) е първата компания в света, която наистина постига реализация на 3D принтирана къща. Компанията реализира десет малки по мащаб къщи от стъклени влакна и цимент. Това е и компанията, която разработва множество иновативни материали в сферата на 3D печата като GRG (специален гипскартон, подсилен със стъклени влакна); SRC (специален цимент подсилен със стъклени влакна); FRP (специален композитен материал от стъклени влакна) и т.н.

РАЗВИТИЕ

В следващите години предстои шеметно развитие на технологията в сферата на архитектурата и строителството, като дори се създава първата противоземетръсна колона (шайба) чрез 3D принт технология. Използват се най-разнообразни материали като бетон, пресована земя, стомана, стъкло и много други. Възможностите за реализация са неограничени.

В селището Вестерло в Белгия с фиксиран 3D принтер е построена една от първите 3D принтирана къща на два етажа в света, с площ от 90 кв.м. Строителният материал е специална циментова смес. Използван е най-големият създаден до момента 3D принтер в Европа, чиято основна цел е да има възможност да работи в ограничени пространства.

Подобна 3D принтирана къща е била построена и в Тексас от принтера Vulcan II. Друга строителна компания създава пристройка на къща в Сан Диего, Калифорния, с използване на 3D принтиране и роботизирана автоматизация. При тяхното строителство се използва специална термоустойчива смес наречена Light Stone Material (LSM), която се втвърдява, когато е изложена на UV лъчи.

В Нидерландия е построена за първи път къща, създадена с 3D принтиране. Тя се състои от 24 принтирани части, които са били сглобени в завод в Айнхховен.



Ил. 1. 3D принтирана къща в Нидерландия

В наши дни вече е съвсем реално постижима целта да се изградят многоетажни 3D принтирани структури.

Принтиран е и първият метален мост в Амстердам, едно изключително постижение на иновативните 3D принт технологии със забележителен дизайн. Мостът е пешеходен с дължина от 12 метра. Конструкцията е изградена от 4500кг. неръждаема стомана, която е 3D отпечатана от робот във фабрика за период от шест месеца и монтирана на място.



Ил. 2 а, в. Първият 3D принтиран метален мост в Амстердам

Дубай е световен лидер в 3D технологиите и от години налага 3D принтирането като иновативна технология в областта на архитектурата и строителството. През 2015 г. арабската страна разкри плановете си да създаде първия в света 3D принтиран офис. Реализираният офис отвори врати пред Emirates Towers в Дубай през май 2016 г. Строителството отнема само 17 дни, а цената на реализацията е почти 129 000 евро. Предстои изграждането на първата 3D принтирана джамия.

MEAN (Middle East Architecture Network) проектира могулна 3D-принтирана Majlis House с гладки бетонни стени в Абу Даби. Къщата е проектирана така, че да се реализира с помощта на технологии за 3D печат на бетон. Проектантите залагат на атрактивен дизайн чрез използването на флуидните форми, които освен естетически имат и конструктивни предимства. Самата конструкция е решена така, че не се налагат носещи колони да се намесват в интериорното пространство. „Интересното е, че между отделните бетонни „пръстени“ има пространство, което позволява навлизането на естествена светлина“ – обяснява екипът на MEAN.



Ил. 3. Модулна 3D-принтирана Majlis House в Абу Даби

Още един изключително интересен проект е TECLA 3D printed habitat в Италия. Мотото на компанията е „от безформената земя към земята във формата на къща“.

Носещата конструкция на TECLA (technology and clay) е първата и уникална изцяло 3D отпечатана конструкция, базирана на естествени материали и направена с множество 3D принтери, работещи едновременно. За първи път се използват две печатащи рамена, които са синхронизирани, благодарение на софтуер, способен да оптимизира движенията, да избягва сблъсъци и да осигурява едновременна работа. Използваният материал е пресована земя и пръст, което дава възможност да се намали значително финансовата стойност на реализирания проект. От гледна точка на дизайна също са постигнати значими резултати. Къщите са решени като два купола, което прави възможно носеща конструкция, ограждащите стени и покривът да бъдат вплетени в едно цялостно хармонично и естетически издържано решение. Липсва носеща конструкция, която да се намесва във формирането на пространството, тъй като самите куполи са носещи сами по себе си.



Ил. 4. TECLA 3D printed habitat, Италия

Разработва се амбициозен проект по отношение на 3D принтирането, чиято цел е създаването на най-големия в света 3D принтер, който работи с метал. Ако се реализира, този 3D принтер ще може да създава големи структури за архитектурни и инженерни цели.

НАСА разработва проект с името „Марсианският хабитат“, който включва изпращане на роботи на Марс със задачата да построят 3D принтирани убежища за астронавти, които да ползват след пристигането им на планетата. 3D принтерите ще използват материали, които се срещат на Марс като почва и скали.

БЪДЕЩЕ

Това са само една малка част от разработените проекти за 3D принтирани къщи по света. Усещайки, че това е бъдещето, много компании инвестират в усъвършенстването на технологиите и прилагането на все по-иновативни методи в изграждането на всякакви по големина и вид структури. Причините да се търси възможност за масова реализация на подобен тип проекти са няколко – използване на устойчиви материали, кратко време за изработка, ниска цена и не на последно място неограничени възможности в дизайна.

Всички разгледани примери доказват безпрецедентното влияние на 3D ПРИНТ технологията върху развитието на жилищната архитектура. Същността на самата технология налага видоизменяне на възприятието за традиционната жилищна архитектура. Наблюдава се преобладаващата употреба на флуидни, овални форми, много по-близки до естествените форми в природата. Архитекти, инженери и дизайнери са поставени пред ново предизвикателство, а именно как да приложат тази иновативна технология и възможностите, които предлага в познатата функционалност на едно жилище. Добре

познатите ортогонални пространства биват заменени с изцяло плавни, овални форми. Добре познатите материали бетон, стъкло, метал вече имат нов прочит като част от конструктивната естетика на цялото. Нови, устойчиви материали, от друга страна, дават възможност за масова реализация на евтини жилища навсякъде по света. Всичко това довежда до реализирането на проекти, целящи въвеждането на технологията за масова употреба. Положителното в този процес и скоростното развитие на 3D ПРИНТ технологията е, че приложението им в сферата на строителство и архитектура позволява на архитектите да изследват творческите си възможности чрез проектиране на сложни, нестандартизирани елементи в рамките на индустриален и масово персонализиран процес.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Matthew, 2023. *The History of 3D Printing: A Journey of Innovation and Transformation*. Публикувано на 2 авг., 2023; Достъпно на: <https://additive-x.com/blog/the-history-of-3d-printing-additive-manufacturing/> Посетена на 14.07.2024 г.
2. Montjoy V., 2023. *Infographic: The Evolution of 3D Printing in Architecture, Since 1939*; Публикувано на 10 август, 2023. Достъпно на <https://www.archdaily.com/1005043/infographic-the-evolution-of-3d-printing-in-architecture-since-1939> Посетена: 28.05.2024г.
3. Parkes J., 2021. *Joris Laarman's 3D-printed stainless steel bridge finally opens in Amsterdam*; Публикувано на 19 юли, 2021 Достъпно на: <https://www.dezeen.com/2021/07/19/mx3d-3d-printed-bridge-stainless-steel-amsterdam/> Посетена на 28.05.2024г.
4. MEAN* *Designs Modular 3D-Printed Majlis House With Smooth Concrete Walls In Abu Dhabi*; Публикувано на 8 февр., 2021 Достъпно на <https://worldarchitecture.org/article-links/egmhv/mean-designs-modular-3dprinted-majlis-house-with-smooth-concrete-walls-in-abu-dhabi.html> Посетена на 27.05.2024 г.
5. Толев Г., 2019. *История на 3D принт технологията*; Публикувано на 07.10.2019г. Достъпно на: <https://3dbgprint.com/история-на-3d-технологията/> Посетена на 27.05.2024 г.
6. The challenge of TECLA, the eco-sustainable 3D printed habitat, took form. *“From the shapeless earth to the earth as house shaped“*; Публикувано на 8 февр., 2021 Достъпно на: <https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/> Посетена на 27.05.2024 г. <https://www.winsun3d.com/En/>

ИЛЮСТРАЦИИ

- Ил. 1. 3D Printed Houses in the Netherlands [фотография, 2023 г.] Photo © Bart van Overbeeke
Достъпен на: https://www.archdaily.com/1005043/infographic-the-evolution-of-3d-printing-in-architecture-since-1939/64d3e45d7647c40d0a93265b-infographic-the-evolution-of-3d-printing-in-architecture-since-1939-photo?next_project=no
- Ил. 2 а, б. 3D printed stainless steel bridge in Amsterdam [фотография, 2021 г.] Photos © Adriaan de Groot and ©Jande Groen. Достъпни на: <https://www.dezeen.com/2021/07/19/mx3d-3d-printed-bridge-stainless-steel-amsterdam/>
- Ил. 3. 3D-Printed Majlis House in Abu Dhabi [фотография, 2023 г.] Photo ©MEAN (Middle East Architecture Network. Достъпен на: <https://worldarchitecture.org/article-links/egmhv/mean-designs-modular-3dprinted-majlis-house-with-smooth-concrete-walls-in-abu-dhabi.html>

Ил. 4. TECLA, 3D Printed Habitat. [фотография, 2023 г.] Фото ©Courtesy of WASP (2023). Достъпен на: https://www.archdaily.com/1005043/infographic-the-evolution-of-3d-printing-in-architecture-since-1939/64d3e45b7647c40d0a932658-infographic-the-evolution-of-3d-printing-in-architecture-since-1939-image?next_project=no

ЕВОЛЮЦИЯ И ИНОВАЦИИ В ОБЛАСТТА НА АНИМАЦИЯТА

ИНА СТАНИШЕВА

EVOLUTION AND INNOVATIONS IN THE FIELD OF ANIMATION

INA STANISHEVA

РЕЗЮМЕ

В доклада е направено проучване на историята, напредъка и иновациите в областта на анимацията. От корените на традиционната ръчно рисувана анимация до съвременното царство на компютърно генерираните изображения. Докладът очертава развитието на техниките и технологиите, които са революционизирали индустрията. Значителен акцент е поставен върху социалните последици от анимацията, като се изследва нейното широко разпространено влияние в различни области като образование, реклама и забавление.

Докладът предоставя изчерпателен преглед на миналите и бъдещите възможности, допринасяйки за прогължаващата и непрекъснато развиващата се анимация.

Ключови думи: анимация, компютърно генерирани изображения, образование, реклама, забавление, двуизмерна анимация, триизмерна анимация, виртуална реалност, добавена реалност, изкуствен интелект

SUMMARY

This article explores the history, progress and innovation in the field of animation. From the roots of traditional hand-drawn animation to the modern realm of computer-generated imagery. The report outtable emphasis is added to the social implications of animation, exploring its widespread influence in fields as diverse as education, advertising, and entertainment.

The article provides a comprehensive overview of past and future opportunities, looking for the ongoing and ever-evolving animation industryines the improvement in techniques and technologies that have revolutionized the industry.

Keywords: animation, computer-generated imagery, education, advertising, entertainment, two-dimensional animation, three-dimensional animation, virtual reality, augmented reality, artificial

Анимацията има много определения. Тя е мултимедийно изкуство, чрез което се създава динамична среда. Чрез нея разказвачите и художниците съживяват образи и герои чрез последователни кадри, и се създава визуално изкуство. От началото на традиционно ръчно рисуваната анимация до съвременните компютърно генерирани изображения се очертава развитието на софтуерите и технологиите, които са част от еволюцията на кино- и игралната индустрия. Анимацията може да бъде създадена с помощта на многобройни техники, включително чрез ръчно рисувани методи, стоп-моушън и модерни компютърно генерирани изображения. Значението на анимацията надхвърля забавлението. Тя служи като

ключов инструмент в различни области и индустрии, включително образование, реклама и технологии. В образованието анимацията предлага интерактивни и ангажиращи методи по сложни концептуални въпроси, като по този начин улеснява и създава по-ефективна учебна среда. Тя не се съобразява с физическата реалност, а разказва истории, които биха били невъзможни. В резултат от това анимацията играе важна роля в разширяването на хоризонтите на творческото разказване на истории и визуално изразяване.

Историческото проследяване на анимацията разкрива развитието ѝ още от праисторическите практики за разказване на истории чрез светлини и сенки¹. През 19-ти век няколко значими изобретения проправят пътя на анимацията, за да се стигне до възможностите, които тя има в наши дни. Първото от тях създадено през 1825 г. е Тауматрон, който представлява кръг на въженце. От двете страни на кръга има различни изображения, пример яйце и филия. При бързо въртене на въженцето, картинката се променя и яйцето е поставено върху филийката. През 1833 г. е измислен Зоотропът, който представлява тръба – не много висока, с процепи през определени сантиметри. И през тях се гледа нарисуваната лента с различни пози на герои. При завъртане на Зоотропът рисунките се виждат през процепите и се създава илюзията на движещи се рисунки. Същата година се появява и Фенакистоскопа, който е подобен на зоотропа, но дискът с процепите е като капак и картините са нарисувани в кръг една след друга и при завъртане на кръга от процепите на капака се вижда движение. В 1868 г. се появява флипбук. Анимацията се прави на хартия подобно на книжка, която при бързо отгръщане на страниците се вижда анимацията. През 1879 се появява праксиноскопа, който има вътрешна и външна част, която се върти и наблюдавайки през процепите се виждат движещи се герои². През 1896 година Жорж Мелиес е пионер в представянето на истории. Използва камерата (многобройни експозиции на камерата, спиране на движение), за да направи трикове, като например във филма „Пътешествие до Луната“ човешка глава е Луната. Уиндзор Маккей, карикатурист във вестник, създава първите анимационни филми „Малкият Немо“ на хартия (1911), Динозавърът Гърти (1914). Използваната техника е начертаване на всяко изображение върху хартия и покадрово заснемане. Джон Брей през 1910 г. патентова рисунките на дълги листове, което помага да се заснеме панорама. Камерата стои статична и снима, но фонът се движи, защото е метри и се създава илюзията за изминато разстояние. През 1914 г. Ърл Хърт патентова плаката, която дава възможност героите да се разделят между отделни аниматори и да се рисуват по няколко героя едновременно. Плаката, тъй като е прозрачна, позволява героите да се наредят един върху друг и по естествен начин да се застъпят или взаимодействат. Макс Флайшер през 1915 г. патентова ротоскопа, който се използва за проектиране на вече заснети игрални кадри върху плаките на художниците в студиото на Дисни. Първият пълнометражен филм, който е използвал ротоскоп е „Снежанка и седемте джуджета“ през 1937 г.

¹ Ahla M, Lassila K. A Mesolithic Shadow Game? Exploring the Performative Attributes of a Wild Reindeer (Rainier tarandus) Antler Zoomorphic Artifact from Finland. *Time Mind*. 2022;15(2):167-185.

² Yoon H. *The Animation Industry: Technological Change, Production Challenge, and Global Shifts*. Doctoral Dissertation. The Ohio State University; 2008

След рисуването върху плаки и хартия идва времето на експериментаторски техники, свързани с анимацията. Владислав Старевич-Стоп създава стоп-моушън анимацията „Приказката за лисицата“ (1937), в която героите са от пластелин³. След пластелинената анимация се използват всякакви инструменти за създаване на анимация, като излен екран, пясък, кафе и други. Докато през 1957 г. не се появява първото дигитално изображение, на което е изобразено бебе⁴. В Шведския кралски технологичен институт на BESK е създадена 49-секундна векторна анимация на кола, движеща се по магистрала през 1960 г. Първият компютърно анимиран герой е създаден през 1968 г.

Група руснаци, физици и математици с ръководител Н. Константинов, създават математически модел за движението на котка. Появата на компютрите доведе до промяна на парадигмата в анимацията, отбелязвайки прехода от традиционна към цифрова. През 1960-те и 1970-те години започват първите експерименти с компютърна анимация, по-специално в произведения като „Скицник“ на Иван Съдърланд и „Каталог“ на Джон Уитни. През 1980-те години дигиталната анимация започна да набира популярност в масовия поток, движена основно от напредъка в компютърните технологии и софтуер. Въвеждането на компютърно генерирани изображения (CGI) отвори нови хоризонти от възможности за аниматорите. Първото значително използване на CGI във филмите е в „Трон“ (1982). През 1995 г. „Toy Story“ на Pixar, е първият пълнометражен филм с CGI анимация, новаторско постижение, което завинаги промени анимационния пейзаж⁵.

С развитието на технологиите е направен и първият филм с моушън кепчър „Sinbad: Beyond the Veil of Mist“ (1993). Това е техника, която прехвърля движенията на актьора върху анимационните герои. През 2017 г. е направена първата късометражна анимация за виртуална реалност „Crow: the Legend“. Следващата стъпка в анимацията е изкуственият интелект като след обучение на прототипа на невронните мрежи успява да проектира сам нови анимации⁶.

Тези способности и инструменти за създаване на анимация подчертават само силното желание за създаването ѝ. Въпреки цифровата революция, традиционните анимационни техники все още се използват и дори се използват заедно с дигитални техники за създаване на уникални визуални стилове, демонстриращи непреходна стойност и артистичност, достойнството на тези основополагащи методи⁷.

Съвременните анимационни техники са станали важна част от ежедневните забавления на хората чрез филмите, рекламите, видео и мобилните игри. А важна част в тях е анимацията под различни форми като ефекти или изцяло анимирани обекти. С напредването

³ Lee VR Combining high-speed cameras and stop-motion animation software to support student modeling of human body movement. J Sci Educ technol. 2015; 24: 178-191.

⁴ Mauya Kufa FT, Pradhan A. An analysis of the role of computer graphics and animation in the Zimbabwean film industry. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. IEOM Society International; 2018: 686-693.

⁵ Gaboury J. Image Objects: An Archeology of Computer Graphics. MIT Press; 2021

⁶ Fudge, J. 1999. AI for Animation and Games: A Cognitive Modeling Approach. AK Peters. ISBN 1-56881-103-9.

⁷ Маринчевска, Н, 2005. Квадрати на въображението – Естетика на анимационните техники: Анимацията като свят. София: Колибри. ISSN 954-904-867-5, с 2

на технологиите и софтуерите, CGI (компютърно генерираните изображения) започна да навлиза в развлекателната индустрия, като постепенно налага нови стандарти. CGI предоставя множество предимства пред традиционната анимация. Той предлага неограничена творческа свобода, позволявайки на аниматорите да създават сложни и реалистични сцени с лекота и прецизност. Освен това е по-ефективен, тъй като промените могат да се правят бързо, без да се налага да се променят цели сцени. CGI също има своите ограничения. Висококачествената CGI анимация може да бъде скъпа и отнема много време. Тъй като технологията продължава да напредва, CGI непременно ще се развива, предоставяйки на аниматорите още повече инструменти и техники за разширяване на границите на разказването на истории и визуалното творчество.

Манипулирането на 3D модели или обекти, които са внимателно изработени в рамките на 3D софтуер, дава неограничени възможности на 3D анимацията, поставяйки началото на нова ера в разказването на истории чрез визуалното творчество. Днес 3D анимацията преобладава във филмовата индустрия, очевидно, в успешни франчайзи като „Shrek“, „Ice age“ и „Frozen“. 3D анимацията е намерила своето място в множество сериали – от детски програми като „Paw Patrol“ до по-зрели предавания като „Star wars: The clone wars“. По същия начин игралната индустрия също прегърна 3D анимация с игри като „The Legend of Zelda: Breath of the Wild“ и „Final Fantasy XV“, предлагащи завладяващи изживявания за играчите.

Появата на 4D и 5D анимация отвори нови измерения в областта на анимацията, предлагайки безпрецедентни възможности за създаване по-реалистични и завладяващи изживявания, добави слой сложност и динамика към анимираното съдържание.

Технологиите и въздействието им върху анимацията формират промяна в начина, по който взаимодействаме с цифрово съдържание, осигурявайки потапящо изживяване, което надхвърля ограниченията на традиционните екрани. В контекста на анимацията VR (виртуалната реалност) има потенциала да прекроява наративните структури, естетиката и производствените техники, позволявайки на творците да изграждат уникални и завладяващи светове. „Виртуалната реалност (VR) предлага цялостно изживяване в една различна реалност.“ (Шатова, В., 2025. с.127)

За разлика от 3D анимация, която се използва, при виртуалната реалност зрителят не се насочва чрез ъгли на камерата. VR анимацията поставя зрителя в анимационната среда. Тази промяна в перспективата предизвиква установените норми за разказване на истории, изисквайки аниматори и режисьори да помислят за посредничеството на зрителя в рамките на разказа. Примери са два анимирани VR филма като „Invasion!“ „Allumette“ и „Crow: The Legend“. Те демонстрират потенциала на VR за трансформиране на начина, по който се разказват историите. Тези филми използват завладяващата природа на VR, за да създадат усещане за присъствие и емоционален резонанс.

Добавената реалност AR е като трансформираща технология в областта на анимацията, предлагаща нови начини за създаване на завладяващи и интерактивни изживявания. AR насладва цифрово съдържание върху реалния свят, създавайки смесена среда, в която потребителите могат да взаимодействат както с физически, така и с виртуални елементи⁸.

⁸ Su GE, Zubir NS, Zakaria NH, Ahmad J. A handheld augmented reality application for 3D fruit harvesting. Int J Innov Comput. 2022; 12 (2): 69-75.

Технологиите не спират да се развиват, изкуственият интелект е следващата стъпка, която повлиява дълбоко в различни сектори, включително и на анимацията. Изкуственият интелект автоматизира процесите, а по отношение на анимацията предлага иновативни решения и нови възможности за създаването ѝ. Чрез него се улеснява създаването на интерактивни анимации, които реагират в реално време. В контекста на видеоигрите може да бъде използван за анимиране на герои, които не са играчи, но реагират на действията на играчите в реално време, като по този начин подобряват завладяващите и реалистични качества на игрите. Създаването на анимации, подпомагани от изкуствен интелект, включва смесица от анимационни умения и знания за алгоритми за машинно обучение. Няколко инструмента и платформи за изкуствен интелект се появиха, които са специално предназначени да подпомагат аниматорите. Например DeepArt и Deep Dream използват изкуствен интелект за трансформиране на изображения и видеоклипове в анимирани произведения на изкуството, докато платформи като Runway ML предлагат инструменти за машинно обучение, пригодени за творци. Изкуственият интелект също играе значителна роля в разработването на виртуални асистенти като Siri на Apple и Alexa на Amazon. Тези системи използват изкуствен интелект за обработка и разбиране на въведеното от потребителя, след което използват анимация, за да придат на асистента реалистичен вид и поведение.

Изкуственият интелект предлага няколко предимства в анимацията. Той може да автоматизира отнемачи време задачи, да подобри творческите процеси, като предлага нови инструменти и технологии. Създават се по-интерактивни и завладяващи анимирани изживявания. Има обаче и предизвикателства и ограничения, свързани с анимацията създадена с изкуствен интелект. Разработването и внедряването на инструменти за създаване на изкуствен интелект изисква високо ниво на техническа експертиза. Освен това, докато технологията може да помогне в творческите процеси, то тя не може да замени креативността и артистичната преценка, които аниматорите внасят в своята работа.⁹

Общественото въздействие на анимацията я прави мощен инструмент в различни области. В образованието предлага ангажиращи и интерактивни начини за представяне на сложни концепции. Използването на анимация в образованието обхваща различни дисциплини от биология до компютърни науки. Тя значително подобрява разбирането на студентите по различни теми, демонстрирайки потенциала на анимацията като ефективен образователен инструмент. Изкуственият интелект, триизмерната анимация и добавената реалност, графичните изображения подчертават потенциала на тези напреднали технологии в образованието. Рекламата също бележи растеж и чрез анимацията вдъхва живот на продуктите и има възможност да разкаже завладяващи истории и създава запомнящи се и отличителни идентичности. Анимацията има уникалната способност да надхвърля културните и езиковите бариери, което я прави ефективен инструмент за глобални маркетингови кампании. Анимацията играе централна роля в забавлението повече от век. От ранни късометражни анимационни филми до съвременни игрални филми и видео

⁹ JinH, Zheng R. Computer modeling of visual model of animation color information based on augmented reality technology. *Mob Inf Syst.* 2022:2022:11.

игри, анимацията предостави безкрайни възможности за разказване на истории и визуални иновации. Анимацията може да създаде широка гама от естетически стилове, от фотореалистичните до силно стилизираните, позволяващи разнообразни форми на художествено изразяване. В допълнение към своята визуална привлекателност анимацията предлага и уникални наративни възможности, тъй като не е ограничена от физическите ограничения. Освен това, докато анимацията предлага уникални творчески възможности, тя също така се сблъсква с конкуренция от други визуални медии, изискващи постоянни иновации и развитие.

Задълбоченото разглеждане на еволюцията и въздействието на анимацията от самото ѝ начало с традиционни ръчно рисувани техники към модерната ера на CGI. Анимацията се задълбочава в трансформиращото влияние на нововъзникващи технологии като VR (добавена реалност) и AI (изкуственият интелект) и как прекрояват пейзажа на анимацията. Проучването също така подчертава обширните социални последици от анимацията, разглеждайки нейната значителна роля в различни сектори като образование, реклама и развлечения. То изследва как анимацията революционизира тези области, създавайки работещи на нови педагогически инструменти, иновативни маркетингови стратегии и завладяващи среди за разказване на истории. Освен това статията предвижда бъдещата траектория на анимацията, идентифициране на потенциален технологичен напредък и тенденции, които са настроени да разширят границите на полето още повече. То също се занимава с предизвикателствата, които предстоят, включително етични съображения около използването на изкуствения интелект и техническите ограничения на VR и AR технологии. Като предлага изчерпателен преглед на миналото, настоящето и потенциалното бъдеще на анимацията, тази статия допринася за продължаващ дискурс за динамичното и непрекъснато развиващо се поле на анимацията.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Шатова, В., (2025. с.127). *Дигиталните технологии като съществена част от съдържанието на музейната сграда в подкрепа на изложбата*. Сборник доклади от Национална научно-практическа конференция „Дигитални технологии в архитектурата, дизайна и визуалните изкуства“, 27-28 април, 2023.НБУ. ISSN: 2815-5211
2. Ahlām, Lassila K. A Mesolithic, 2022. *Shadow Game? Exploring the Performative Attributes of a Wild Reindeer (Rainier tarandus) Antler Zoomorphic Artifact from Finland*. Time Mind. 2022:15(2):167-185
3. Yoon H., 2008. *The Animation Industry: Technological Change, Production Challenge, and Global Shifts*. Doctoral Dissertation. The Ohio State University
4. Lee Victor R., 2015. *Combining High-Speed Cameras and Stop-Motion Animation Software to Support Student's Modeling of Human Body Movement*. Journal of Science Education and technology, 2015: 24: 178-191
5. Мауякуфа F. T., A. Pradhan, 2018. *An analysis of the role of computer graphics and animation in the Zimbabwean film industry*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. IEOM Society International, Washington DC, USA. 686-693

6. Gaboury J., 2021. *Image Objects: An Archeology of Computer Graphics*. MIT Press. Достъпен на <https://direct.mit.edu/books/monograph/5133/Image-ObjectsAn-Archaeology-of-Computer-Graphics>
7. Fudge, J., 1999. *AI for Animation and Games: A Cognitive Modeling Approach*. AK Peters
8. Маринчевска, Н., 2005. *Квадрати на въображението – Естетика на анимационните техники: Анимацията като свят*. Колибри, София, 2
9. Su G. E., N.S. Zubir, N. H. Zakaria, J. Ahmad, 2022. *A handheld augmented reality application for 3D fruit harvesting*. Int J Innov Comput., 12 (2), 69-75 Достъпен на <https://ijic.utm.my/index.php/ijic/article/view/378>
10. Jin H., R. Zheng, 2022. *Computer modeling of visual model of animation color information based on augmented reality technology*. Mobile Information Systems, 1-11 Достъпен на https://www.researchgate.net/publication/360068891_Computer_Modeling_of_Visual_Model_of_Animation_Color_Information_Based_on_Augmented_Reality_Technology

ТРИИЗМЕРНОТО ПРОЕКТИРАНЕ (3D МАПИНГ) В КАРТИНИТЕ НА ДОАЙЕНА НА БЪЛГАРСКАТА ИЛЮСТРАЦИЯ – ЛЮБЕН ЗИДАРОВ

МАРИЯ ДЯНКОВА

THREE-DIMENSIONAL PROJECTION (3D MAPPING) IN THE PAINTINGS OF THE DOYEN OF BULGARIAN ILLUSTRATION – LYUBEN ZIDAROV

MARIA DYANKOVA

РЕЗЮМЕ

През пролетта на 2023 година станахме свидетели на изключително интересна препратка от съвременните технологии към класиците на четката. Едно от тези събития е 3D мапингът с илюстрации на Любен Зидаров, триизмерно проектирани върху фасадата на Народния театър „Иван Вазов“. Сградата бе озарена от незабравимите детски илюстрации, създавайки един магичен свят от детството ни по модерен начин. Картините на Любен Зидаров оживяха пред очите ни благодарение на това мощно дигитално средство за творчество и иновации във визуалните изкуства, наречено 3D проектиране.

Ключови думи: 3D мапинг, художникът Любен Зидаров, илюстрации на приказки, изобразения, фасадата на Народния театър „Иван Вазов“, светлинно шоу

SUMMARY

In the spring of 2023, we witnessed an extremely interesting reference from modern technologies to the classics of the brush. One of these events is the 3D mapping with illustrations by Lyuben Zidarov, three-dimensionally projected on the facade of the Ivan Vazov National Theater. The building was illuminated by unforgettable children's illustrations, creating a magical world from our childhood in a modern way. Lyuben Zidarov's paintings came to life before our eyes thanks to this powerful digital tool for creativity and innovation in the visual arts called 3D design.

Keywords: 3D mapping, artist Lyuben Zidarov, illustrations of fairy tales, image, facade of the Ivan Vazov National Theater, light show

Колаборацията между големият илюстратор Любен Зидаров и съвременните технологии като 3D мапинг е един мост между модерното и класиката в изкуството. Всички ние познаваме творчеството на Зидаров, а преди около една година творческият колектив на MP Studio намериха един изключително модерен подход, в който да запознаят с неговите творби и по-младите, а именно като част от фестивала „Lunar“ през 2023 година голямата изненада за всички беше великолепната фасада на Народен театър „Иван Вазов“ в София.

Любен Зидаров е български художник, работещ в областта на графиката, илюстрацията и живописата. Роден е на 23 декември, 1923 година във Велико Търново. Той е възпитаник на големия майстор на живописата Илия Петров в Националната художествена

академия. Работил е като илюстратор в едни от най-знаковите списания за деца като „Септемврийче“, „Пламъче“ и „Славейче“ и е бил главен художник на издателство „Народна младеж“. Автор е на илюстрациите на книгите „Приказки на Шехеразада“, „Български народни приказки“ на Ангел Каралийчев, „Островът на съкровищата“ на Робърт Луис Стивънсън, „Подир сенките на облаците“ на Пейо Яворов, „Морското вълче“ на Майн Рид, „Том Сойер“ на Марк Твен, „Чичо Томовата колиба“ на Хариет Бичър Стоу, „Приказки“ на Ханс Кристиан Андерсен, „Приказки от цял свят“ на Николай Райнов и др.

През 2019 година неговите илюстрации на българските издания от поредицата „Хари Потър“ предизвикват множество противоречиви реакции¹. Бил е и председател на Съюза на българските художници². До своите 99 години Любен Зидаров активно рисува и се счита, че е най-възрастният действащ художник на планетата. Остава след себе си голямо художествено богатство.

3D мапингът, известен още като прожекция на видео картини върху триизмерни повърхности се използва за създаване на впечатляващи визуални ефекти и преживявания. Технологиите позволява на дигиталните артисти и дизайнери да преобразуват статични обекти като сгради, фасади, сцени и други повърхности в динамични, живи и интерактивни видео проекции. 3D мапингът е използван в много области като събития, реклами, изкуство, част от театрални постановки, концерти, сценографски решения и др. С него се създават вълнуващи ефекти, които си взаимодействат с архитектурата на сградите или повърхностите, върху които се проектират. Техниката изисква детайлно и сложно планиране и синхронизация на видео съдържанието с формата на триизмерните повърхности и предмети. Резултатът е изживяване за зрителя, който се потапя в атмосферата на създаденото виртуално пространство. Този подход е мощно дигитално средство за творчество и иновации във визуалните изкуства и събитията, което продължава да бъде използвано с голям успех по целия свят. А когато се направи в колаборация с класиката в изобразителното изкуство, то остава прекрасни впечатления в публиката.

Именно в годината, в която се навършваха сто години от рождението на доайена на българската илюстрация Любен Зидаров, на неокласическата фасада на Народния театър „Иван Вазов“ бе представено едно магическо пътуване в света на приказките и вълшебствата, създадено от илюстрациите на големия майстор. Освен през пространствата, създадени от великите разказвачи, то се превръща и в пътуване във времето. MR Studio с проекта LUNAR 2023 3D мапинг докосна всеки един от хилядите зрители с вълнението от първите срещи с картините от любимите детски книги.

Отличителното в илюстрациите на Любен Зидаров е, че не просто обясняват съдържанието, а отключват детската фантазия като портал към приказния свят. Те създават естетически вкус, любов към литературните герои и усещане за мъдростта на писателя. Така постепенно самият художник се превръща в разказвач-магьосник. Зидаров е истински феномен в своята област. Един от най-забележителните таланти в българската илюстрация, Любен Зидаров е благословил и оформил детството на много поколения.

¹ Любен Зидаров Биография https://bg.wikipedia.org/wiki/Любен_Зидаров

² Любен Зидаров: „Българинът обича свободата, но поднесена на тепсия“, интервю на Стефан Джамбазов, oshte.info, 9 декември 2002 г.



Ил. 1а



Ил. 1б



Ил. 1с

Ил. 1а, 1б, 1с. MP Studio, 2023. Любен Зидаров / Luben Zidarov 3D Мапинг, LUNAR 2023, София.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Колектив, 2019. Любен Зидаров - илюстраторът, Издателство "Захарий Стоянов", София
2. Любен Зидаров. *Wikipedia*, Wikimedia Foundation. [прегледан на 3 април 2024]. Достъпен на: https://bg.wikipedia.org/wiki/Любен_Зидаров
3. Джамбазов, С., 2002. Българинът обича свободата, но поднесена на тепсия, 9 Дек. 2007. [прегледан на 18 март 2024]. Достъпен на: <https://web.archive.org/web/20071111185549/http://oshte.info/znanie/vesti1/0912/vest002.htm>

ИЗОБРАЖЕНИЯ

Ил. 1а, 1б, 1с. MP Studio, 2023. Любен Зидаров / Luben Zidarov 3D Мапинг, LUNAR 2023, София, <https://mp-studio.eu/project/lunar-2023-the-fairytale-world-of-lyuben-zidarov>

ОСНОВНИ ВИДОВЕ ДИЗАЙНЕРСКИ КОНЦЕПЦИИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА УЕБ ДИЗАЙН

МАРИЯ МИЛИЧИН

BASIC TYPES OF DESIGN CONCEPTS FOR PROJECTION WEB DESIGN

MARIA MILICHIN

РЕЗЮМЕ:

Тенденциите в проектирането на уеб пространство преминават от интерфейси, които имитират обекти от реалния свят, до изключително минималистични дизайни без разкрасяване. Всички те имат своите предимства и недостатъци, особености и методология. Със знания за тези видове в потребителския интерфейс може да се създава и експериментира, което е от съществено значение за творчество чрез иновации и тласък на дизайнерската индустрия напред.

Ключови думи: дизайн, дизайнерски концепции, дизайн на потребителски интерфейс, дизайн на потребителски опит, уеб дизайн

SUMMARY

Web design trends are moving from interfaces that mimic real-world objects to extremely minimalistic, unadorned designs. All of them have their advantages and disadvantages, features and methodology. With knowledge of these types in the user interface one can create and experiment, which is essential for creativity through innovation and pushing the design industry forward.

Keywords: design, design concepts, user interface design, user experience design, web design

СКЕОМОРФЕН ДИЗАЙН

За да се проследи развитието на дизайна, е добре да се започне от скеоморфизма (Skeuomorphism), термин идващ от гръцки език: „skéuos“ (на гр. ез. *контейнер* или инструмент) и „μορφή“ (на гр. ез. *форма*)¹. Използването на подобен метод се наблюдава още от 19 век в архитектурата и дизайна, като е част от съвременния подход при проектиране на уеб пространство. Скеоморфизмът е дизайн, който използва познати материали, за да създаде усещане за сигурност или комфорт у потребителите. Основната му цел е да наподобява елементи от заобикалящия свят и да ги прилага в нови продукти с цел благоприятно възприятие от страна на потребителя. Ако се вземат за пример ранните версии на операционната система на Apple – Mac OS X Apple, дизайнерите ѝ копират елементи от заобикалящия ни свят, чрез които правят интерфейса по-естествен. Заг цялата идея на наподобяване в случая стои фактът, че с познати обекти по десктопа на компютъра, по-

¹ Wikipedia contributors. Skeuomorph. (2023, October 3). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved October 25, 2023, from <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Skeuomorph&oldid=1178475651>

потребителят интуитивно се ориентира лесно и бързо, а прагът на свикване с виртуалното пространство е минимален.

Превключването от материалния към дигиталния свят е една от най-големите промени в технологично отношение. Създаването на визуални компоненти за всеобхватни и абстрактни технологии със сигурност не е лека задача. Проектирането на дизайн, който да превърне потребителското изживяване в максимално задоволително и работата с устройството да е лесна и интуитивна, при положение че потребителят се сблъсква с такава технология за първи път, изисква търсене на механизъм, който ще позволи лесно ориентиране в пространството. Като пример може да се посочат елементи като иконата, оформена като телефонна слушалка (нищо, че такива вече не се използват) за приемане на обаждане, тази за имейл под формата на пощенски плик (който очевидно няма приложение в електронната поща) и т.н. Използваните символи невинаги са пряко свързани с това, което изобразяват, а по-скоро с усещането за нещо познато, което създават у потребителя (Ил. 1).



Ил. 1. Пример за скеоморфен дизайн (Apple за iPhone)

Преминването от аналогова към цифрова ера е един от най-големите технологични преходи, които човешката култура някога е срещала.

„Всички сме свидетели на това, че в световен мащаб има значителен импулс в навлизането на цифровите технологии...“ (Шатова, В., 2025. с.125).

В сравнение с предишните технологии, компютрите, телефоните и таблетите са сложни машини. Човечеството е променило безброй машини и техните функции в малки, осветени екрани, пълни с пиксели. Проектирането на интуитивни интерфейси за такава интензивна и абстрактна технология е сериозен процес. Предизвикателство е тази сфера на сложни и мощни технологии да покани средния потребител. Много дизайнери на интерфейс разчитат на познание и опит или на скеоморфен дизайн. Тези познати форми помагат на потребителите да намерят функция, подобна на тази от аналоговите предшественици. Иконите в този дизайн са леко блестящи и изглеждат като истински бутони, което помага на потребителите да знаят, че могат да притискат тези форми върху плоския екран по същия начин, по който биха могли да натиснат действителен бутон.

Скеоморфизмът е термин, който най-често се използва в дизайна на графичен потребителски интерфейс, за да опише интерфейсни обекти, които имитират реалните си прототипи по начина, по който изглеждат и/или как потребителят може да взаимодейства с тях. Добре известен пример е иконата за кошчето за изхвърляне на файлове. Този вид проектиране улеснява познаването на потребителските интерфейсни обекти с помощта на концепции, които са лесно разпознаваеми. Най-често цитираните примери включват дръжки на врати и бутони; техният физически дизайн информира потребителите, че мо-

гат да бъдат завъртани или натиснати. Скеоморфизмът представлява достъпност в цифровите потребителски интерфейси. Той съвпада с нашата естествена интерпретация на обектите, пренесена в цифровия свят. Проектирането по подобен начин е широко разглеждано като част от причината, поради която толкова интуитивно се използва и възприема мобилният дизайн от хора, които никога преди това не са използвали сетивни дисплеи на смартфони (Ил. 2).



Ил. 2. Пример за скеоморфен дизайн

Широко се обсъжда дали потребителите вече са достатъчно свикнали да взаимодействат с графичните потребителски интерфейси, което да намали процента проектиране чрез скеоморфен дизайн. Противниците му твърдят, че природно изглеждащите обекти могат да направят интерфейса объркан, натруфен и буквален и някои от обектите, използвани от този дизайн стават остарели и безсмислени за потребителите (напр., дискетата за действие „Save“), както и поставящи външния вид над съдържанието. Привържениците, от друга страна, твърдят, че хората никога не могат да свикнат с дигиталния свят, тъй като човек съществува преди всичко във физическия свят, така че скеоморфизмът ще продължи да бъде полезен.² Този вид проектиране се отнася до всеки „произведен обект“, който използва декоративни дизайнерски знаци, които се отнасят до атрибути, които са били необходими чрез оригиналната си визия. Например гадено приложение за бележник може да изобрази страниците му да изглеждат зърнести, за да приличат на истински хартиени страници, които са такива по необходимост, защото са произведени от дървесна маса. На практика обаче понятието скеоморфизъм се използва по-общо за обозначаване на всички цифрови интерфейсни елементи, които са направени да приличат на физически обекти в реалния свят, заедно с текстура, сянка и видима дълбочина (Ил. 3). Този вид проектиране интуитивно насочва потребителя (повдигнат бутон съобщава „може да се щракне тук“, докато плоският правоъгълник в пространството може да не го направи), освен това провокира положителна емоционална реакция, като отразява външния вид и

² Interaction Design Foundation - IxDF. (2016). What is Skeuomorphism?. Извлечено на 11 март 2019 от <https://www.interaction-design.org/literature/topics/skeuomorphism>

усещането на реалния свят, за разлика от по-студеното, по-„безлично“ усещане на киберпространството, и въвежда повече сложност в интерфейса, помага да се разграничи един продукт от подобни (приложение за метеорологично време може да бъде изобразено с икона на стъклен термометър).



Ил. 3. Пример за скеоморфен дизайн (Редизайн на приставка за синтезатор на Isaac Sanchez)

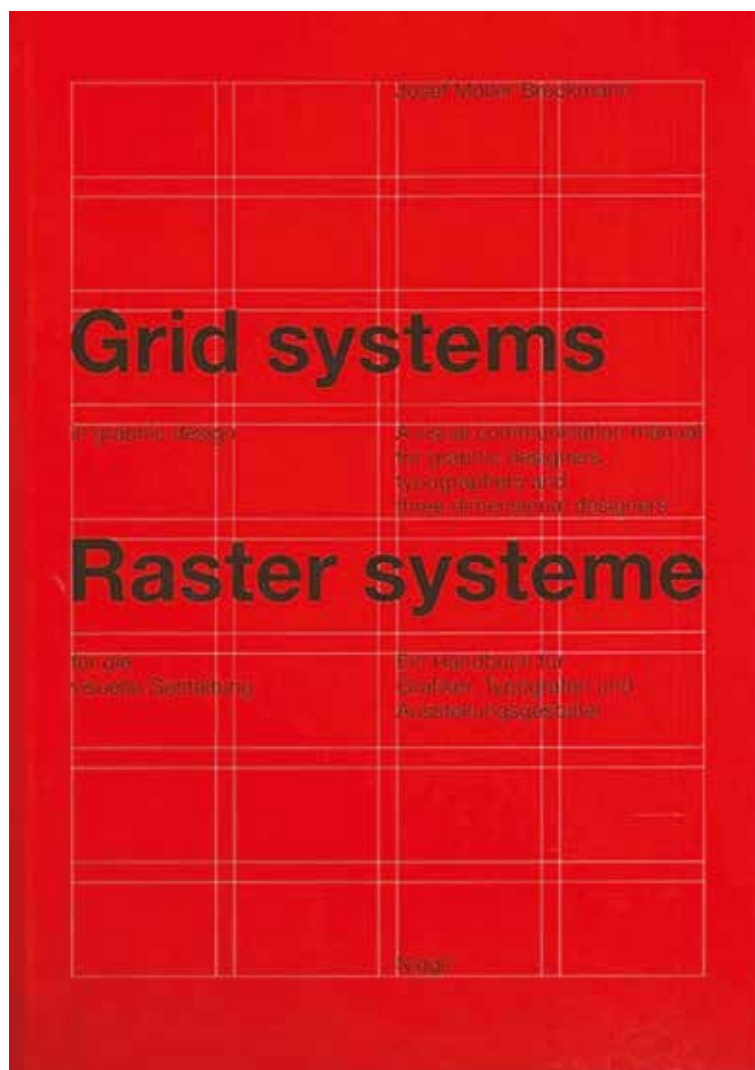
ПЛОСЪК (ОПРОСТЕН, ИЗЧИСТЕН) ДИЗАЙН

В историческия преглед на изкуството и дизайна често е налице максимата, че новото е добре забравено старо. Така е и с минималистичния дизайн, който води своето начало от т.нар. Швейцарски стил (Swiss style), който е под влияние на такива явления като международния типографски стил, руския конструктивизъм, традицията на училището Баухаус, международния стил и класическия модернизъм. Той набляга на яснотата, чистотата и минимализма³. Дизайните от това движение са утилитарни, използват ефективно пространството и са плоски.

Един основопологащ дизайнер от това движение е Йозеф Мюлер-Брокман⁴, който революционизира мрежовите системи. Неговата работа използва пространството по възможно най-ефикасния начин – една много важна концепция по отношение на дизайна на потребителски интерфейс и плоския дизайн (Ил. 4).

³ Wikipedia contributors. Swiss Style (design). (2023, October 19). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved October 25, 2023, from [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Swiss_Style_\(design\)&oldid=1180824349](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Swiss_Style_(design)&oldid=1180824349)

⁴ Wikipedia contributors. Josef Müller-Brockmann. (2023, October 19). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved October 25, 2023, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Josef_M%C3%BCller-Brockmann&oldid=1180846856



Ил. 4. Книгата „Мрежови системи в графичния дизайн: Наръчник за визуална комуникация за графични дизайнери, типографи и триизмерни дизайнери“

Опростеното проектиране е създадено в отговор на скеоморфното и подобно на повечето други дизайнерски движения, то има своите корени в споменатите по-горе дизайнерски тенденции. Естетически плоският дизайн не включва никакви дизайнерски елементи, които не са напълно необходими, като използва елементи, взети директно от въгнховителите си като висок контраст, ефективно използване на пространството, минимализъм, използване на цвят и контраст за създаване на дълбочина и употреба на символи вместо точни интерпретации за предаване на идеи. Основната му идея е минималната (сведена почти до нула) употреба на триизмерни елементи като светлосенки, градиенти, текстури и т.н. и фокусиране върху употребата на минималистични и опростени елементи, типография и цветове. Това позволява на дизайнерите да насочат вниманието на потребителя към самия продукт доста по-ефективно.

например е, за да се съобщи къде потребителят трябва да натисне, за да завърши транзакцията, като тя е видима, но няма призив за действие „щракнете тук“. Изгражда се разбиране на информацията на дадена страница с различни цветове на фона, като се придава на всеки абзац отделна част и тя се показва върху различен цвят. Като похват се използват специфични цветови комбинации, които да насочат зрителя как да се отнася към определени изображения и информация. Когато нещо е спешно, то е с яркочервен текст.

Целият уеб дизайн е създаден, за да води потребителя през сайт или приложение. Плоският дизайн подхожда към тази роля по много различен начин от своя предшественик скеоморфния дизайн. Докато първият използва визуални и слухови сигнали, за да каже на потребителя как работи, като го сравнява с аналогов елемент, който изпълнява същата задача, плоският дизайн чрез стилизирани и минималистични похвати се опитва да превърне изживяването в потапящо и интуитивно (Ил. 6).



Ил. 6. Сравнение между Скеоморфен и плосък дизайн

В днешно време плоският дизайн е изключително разпространен, като вероятно дори се е превърнал в незабележим, което импонира на неговия смисъл. Този тип проектиране надхвърли интерфейсия дизайн, за да обхване илюстрации, реклами, дизайн на лого и много други. Плоският дизайн е неразривно свързан с минимализма, което го прави полезен за редица нужди на визуалния дизайн и брандирането.

Често се използва при съобщения за ефективна комуникация като „докоснете тук“, „плъзнете насам“ и „ето как работи продуктът“. Той е подходящ метод за инфографики, чиято цел е да се дестилира сложна тема в лесно смилаеми примери, при страници с ръководства или упътвания на уебсайтове, които превеждат потребителя през инструкции стъпка по стъпка и при реклами, които зрителят не е търсил и не иска да полага допълнителна умствена работа, за да ги разбере. Плоският дизайн често се използва в дизайн на лого и брандиране, при които бизнес концепцията може да е непозната и трябва незабавно да предаде своята атмосфера, в икони на приложения и други дизайни, които са твърде малки, за да бъдат прекалено детайлни, в интерфейси за мобилни игри, където потребителите обикновено търсят разсейване, а не някаква прекалено сложна симулация, и за интерфейси, при които потребителят трябва да знае какво следва веднага.

Плоският дизайн не е детайлен, но това не означава непременно, че е скучен. Обикновено минималистичните дизайни са лесни за възприемане и имат елегантно, модерно усещане. Ключът към работата на дизайн като този е да се използва композиционно правилно

бялото пространство, за да се насочи окоето на зрителя към най-важните елементи, като по този начин може да се въгради смисъл и естетическа привлекателност. При този метод за проектиране цветът, контекстът и контрастът се превръщат във важни инструменти. Използване на по-наситен цвят може да подчертае определен текст или бутон и така да се дадат на потребителя контекстни указания. Използването на определени елементи, като например поставяне на стрелка от дясната и лявата страна на страницата, показва на потребителите, че могат да плъзгат надясно и наляво за повече съдържание. Пренамерени естетически избори като тези предават послания на зрителя как да използва дизайна при липсата на скеоморфни дизайнерски елементи. Анимацията и плоският дизайн са естествени приятели. Това е така, защото детайлните рисунки изискват много повече работа, за да направят движението убедително (като преначертаване на фигурата в различни пози), докато плоският дизайн може да се размине с опростени анимации. Въпреки че може да използва тази техника за разказване на истории, анимирането на елементи с плосък дизайн също може да бъде начин да се компенсират това, което липсва при премахване на засенчване и текстури. Изборът на типография също е от значение и не бива да се пренебрегва. Тя трябва да е ориентирана в същия проектантски стил и да бъде опростена, като не съдържа декоративни елементи като серифи⁷ (Ил. 7).



Ил. 7. Пример за плосък веб дизайн

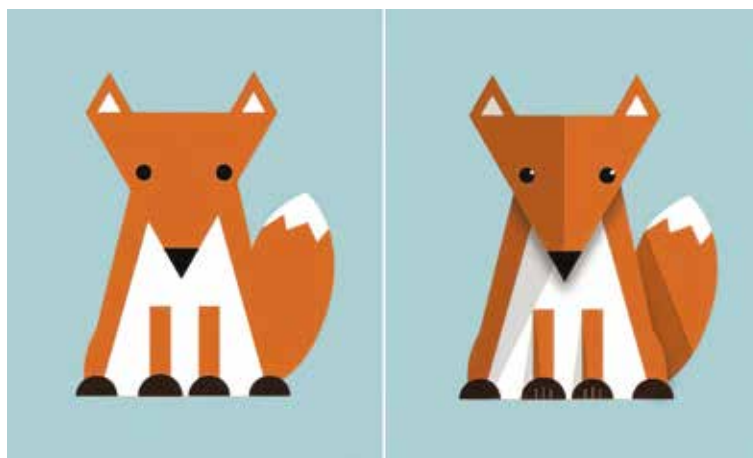
Опростяването, фокусирането върху съдържанието и използването на икони в стил пиктограма са ключови насоки, които плоският дизайн следва. Проектирането му има много тънкости и все още може да се смята за „тенденция“, но фактът, че той съществува от почти десетилетие, показва че е многофункционален и ценен.

Несигурността при използването на този метод за дизайн произлиза от ситуации, в които при взаимодействие липсват триизмерни ефекти, като падащи сенки, трансакции, които изглеждат еднакви, и бутони, които не изглеждат като бутони, така че потребителите не знаят с какво да взаимодействат.

⁷ Kramer, L. (2018). Flat design and semi-flat design: what it is and how to use it. Извлечено на 14 април 2019 от <https://99designs.com/blog/design-history-movements/flat-design-and-semi-flat-design/>

ПОЛУПЛОСЪК ДИЗАЙН

Полуплоският дизайн, известен също като плосък 2.0, е плосък дизайн с няколко добавени реалистични щрихи. Той заема пространството между плоския и триизмерния дизайн, като съчетава външния вид на плоския дизайн, с добавени естетически детайли. Това проектиране се опитва да компенсират недостатъците на плоския дизайн, като например да намали количеството информация, която може да предизвика неяснота и липса на взаимодействие с продукта. При строго минималистичното проектиране потребителите може да не разберат къде да натиснат или превъртят, защото плоският дизайн може да направи някои сигнали недостатъчно очевидни. От по-малко утилитарна гледна точка, полуплоският дизайн добавя визуален интерес към изображението. Традиционният плосък дизайн е ефективен, но полуплоският позволява на дизайнерите да постигнат подобен ефект, без да жертват всички тънкости и специални щрихи, които придават на дизайна стилистично излъчване или позволяват използване на тенденции като цветове преходи. Той по същество е 2D илюстрация с малко нотка на реализъм, като това може да бъде представено чрез обикновена падаща сянка, променящ се нюанс на цвета (Ил. 8) или фон, който предполага дълбочина.



Ил. 8. Сравнение между плосък и полуплосък дизайн

Проектирането чрез този метод може да се похвали с фини, но значителни подобрения в използваемостта⁸. Той е предимно плосък и минималистичен, но използва нотки на сенки, акценти и наслагване по оста z /или трето измерение/, за да добави фина дълбочина. Въпреки това все още е лишен от гланц и градиенти. Елементите се движат и действат според законите на физиката, за да помогнат на потребителите да разберат тяхната функция. Големи изображения, текст и бутони, които да направят трайно впечатление на потребителя; прекалено големите бутони на мобилните екрани също увеличават зоната за докосване и намаляват възможността за грешка от страна на потребителя. При това проектиране има ненаатрапчиви анимации, които имат цел – като предоставяне на обратна връзка – и никога не пречат на потребителя или дизайна.

⁸ Kebbati, H. S., Blonde, J. P., & Braun, F. (2006). A new semi-flat architecture for high speed and reduced area CORDIC chip. *Microelectronics journal*, 37(2), 181-187.

Полуплоският дизайн се основава на принципи, установени от плоския – като например намаляване на визуалния шум, за да позволи на съдържанието да говори силно и ясно, но не жертва означаващите елементи, на които потребителите разчитат, за да използват дизайна успешно. За разлика от напълно плоския дизайн този вид проектиране не избира формата пред функцията, а постига елегантен баланс между тях⁹ (Ил. 9).



Ил. 9. Пример за полуплосък уеб дизайн

МАТЕРИАЛЕН ДИЗАЙН

В еволюцията на дизайна съществува течение, което се именува материален дизайн (с кодово име Quantum Paper). Анонсирано е през 2014 година¹⁰ на Google I/O конференцията и подтиква към нов, революционен начин за позициониране и поведение на елементите при уеб и мобилните приложения. Това е жив, натурален и автономен език за дизайн, чийто стремеж е да изчисти фокуса на потребителя към съответния продукт.

Той е вдъхновен от лист хартия и мастило, като в него живее частица от скеоморфизма. Това, което го прави уникален обаче е, че е изцяло и премерено комбиниран с плоския дизайн, посредством интелигентно позициониране и движение на елементите, лимитирани сенки и анимации, както и пълния пакет от икони и цветове, които може да бъдат намерени на официалния им сайт¹¹. Правилата му включват ръководство за това как потребителя да взаимодейства с дадено приложение. Google се опитва да предостави инструмент (или по-точно съвкупност от такива) на дизайнерите, чрез който да създадат възможно най-доброто и интуитивно потребителско изживяване.

Повечето от приложенията за Android приложиха този вид проектиране на дизайн, като в това число влизат Gmail, YouTube, Google Drive, Google Docs, Sheets and Slides, Maps и Google Calendar. Материалният дизайн има за цел да разработи една основна система, която позволява обединен опит между различни платформи и размери на устройствата.

⁹ Но, Н. (2016). Flat 2.0: Why Fully Flat Design is Outdated. Извлечено на 7 октомври 2023 от https://medium.com/@ux_hai/flat-2-0-why-fully-flat-design-is-outdated-95fb5609f729

¹⁰ Interaction Design Foundation - IxDF. (2016). *What is Material Design?*. Извлечено на 19 март 2022 от <https://www.interaction-design.org/literature/topics/material-design>

¹¹ Официален сайт на материалния дизайн - <https://m3.material.io/>

Той има набор от строги визуални насоки, като никои две части от материалния дизайн не могат да се припокриват; всички елементи на този тип дизайн са непрозрачни и елементите при него не могат да се сгъват или огъват. Също така има насоки за това как потребителят може да взаимодейства с дадено приложение.

Google се опитва да предостави инструментариум за дизайнерите на приложения, за да създаде възможно най-утилитарните и интуитивни приложения. Въпреки влиянието на хартията и фините сенки, материалният дизайн на Google е създаден в духа на плоския дизайн. Може би е едновременно скеоморфен и плосък (Ил. 10). Независимо от това е необходимо да се анализира тази вълна на дизайна и как дизайнерите на приложения прилагат този инструментариум за създаване на потребителски интерфейс.



Ил. 10. Сравнение между скеоморфен, плосък и материален дизайн

Материалът е метафора и е вдъхновен от физическия свят и неговите текстури, включително това как те отразяват светлината и хвърлят сенки. Материалните повърхности преосмислят носителите на хартия и мастило. Смел, графичен и преднамерен, материалният дизайн се ръководи от методите на печатния дизайн – типография, решетки, пространство, мащаб, цвят и изображения – за създаване на йерархия, значение и фокус, които потапят зрителите в изживяването. Движението фокусира вниманието и поддържа непрекъснатост чрез фина обратна връзка и последователни преходи. Докато елементите се появяват на екрана, те трансформират и реорганизируют околната среда с взаимодействия, генериращи нови трансформации. Материалните компоненти са интерактивни градивни елементи за създаване на потребителски интерфейс и включват вградена система от състояния за комуникация на фокус, избор, активиране, грешка, задържане, натискане, плъзгане и деактивирани състояния. Библиотеките с компоненти са налични за Android , iOS , Flutter и уеб¹².

Целта на тази система за проектиране е да се доставя висококачествен дизайн последователно в различните платформи, давайки на потребителите контрол върху ясно обозначени, приятно изглеждащи компоненти, които се държат като обекти от реалния свят. За разлика от изобразяването на релевантни за културата предмети (напр., кошче-

¹² Официален сайт на материалния дизайн, библиотеки с компоненти – <https://m2.material.io/design/introduction>

та за боклук) в скеоморфизма, тук дизайнерите прилагат основни естествени закони от физическия свят, главно по отношение на осветлението и движението. И при материалния дизайн имитацията на физическия свят, позволява да се намалят когнитивните натоварвания на потребителите чрез внимателно отношение към оформлението, визуалния език и библиотеката с шаблони, като се увеличи максимално предвидимостта и се елиминира двусмислието¹³. Материалният дизайн (Ил. 11) се опитва да изгради карта, която да служи като система за наслояване на елементи и анимации и да позволи по-персонализирано преживяване.



Ил. 11. Пример за материален дизайн

Компонентите на материалния дизайн покриват различни необходими елементи за проектиране на интерфейс като поставяне и организиране на съдържание на дисплей с помощта на карти, списъци и листи; позволява на потребителите да се движат през продукта чрез навигация, съдържаща раздели и навигационни чекмеджета, както и да се изпълняват задачи с помощта на плаващ бутон за действие. Други компоненти, характерни за тази концепция, дават възможност да се въвежда информация или да се извършват действия чрез текстови полета, чипове и контроли за избор и също така да се извършва комуникация, като се предупреждават потребителите за ключова информация и съобщения с помощта на компоненти като ленти, банери и диалогови прозорци.

Материалният дизайн улеснява персонализирането чрез възможност за избор от страна на дизайнера на тема, която да съответства на външния вид и усещането на гаден продукт или услуга, с въградена поддръжка и насоки за персонализиране на цветовете, стилове на типография и форми. Освен темите при този вид проектиране е наличен организиран подход за прилагане на цветна палитра към потребителски интерфейс. Цветовите стилове имат семантични имена и дефинирана употреба чрез първични, вторични, за повърхност, фон и за грешка. Всеки цвят е представен и чрез неговия допълнителен цвят, използван за елементи, поставени „отгоре“ върху него, за да насърчи последователност и достъпен контраст. Типографията е представена чрез различни типографски стилистики, които обхващат всички елементи – от заглавия до основен текст и надписи. Всеки стил има ясно значение и предвидено приложение в интерфейса. Важни атрибути като шрифт, тегло на шрифта и големи букви, могат да бъдат модифицирани, за да съответстват на

¹³ Interaction Design Foundation – IxDF. (2016). *What is Material Design?*. Извлечено на 19 март 2022 от <https://www.interaction-design.org/literature/topics/material-design>

определена марка и/или дизайн. Сред компонентите на материалния дизайн има различни форми, които да помогнат в изграждане на визуална йерархия, да насочват вниманието, да идентифицират елементи и да съобщават за тяхното състояние. Те са групирани в категории въз основа на техния размер (малък, среден, голям). Тези глобални стилове предоставят начин за бърза промяна на формата на елементи с подобен размер. Могат да бъдат генерирани от дизайнерите и собствени стилове на фигури с инструмент за тяхното персонализиране. Категориите на формите позволяват един стил - като например изрязан ъгъл, да бъде приложен в различни размери въз основа на размера на компонента.

Материалният дизайн е метод за проектиране на уеб пространство както за потребителски интерфейс, така и за потребителски опит. Той има за цел да улесни последователното изживяване на целевата аудитория така, че приложенията да предотвратят объркване и затруднения при взаимодействие. Включените принципи на проектиране се стараят да отразят необходимостта от висококачествено изживяване при допир и да предложат усещане за минималистичен стил с елементи на физическа атмосфера.

ИЗОМЕТРИЧЕН ДИЗАЙН

Изометричният дизайн е тенденция в проектирането, която представя комбинация от плосък дизайн и 3D визия (Ил. 12), в която няма конвертиращи перспективни линии. Този вид дизайни създават различни перспективи по дадена тема, като така потребителят е в състояние да възприеме повече информация от дизайна и да събере допълнителни знания. За бизнеси, които предоставят на своите клиенти повече възможности, или за продукти или услуги, които се представят най-добре в 3D проекция, изометричните дизайни са перфектната визуална метафора. Извити екрани трудно могат да се изобразят с плосък дизайн, но чрез изометрична техника възможността да се представят повече детайли с по-малко натрупване е постижима. Възможност за показване на триизмерно пространство преди този вид проектиране не беше достъпна. Чрез това проектиране има повече място, в което да се разположи дизайнът.

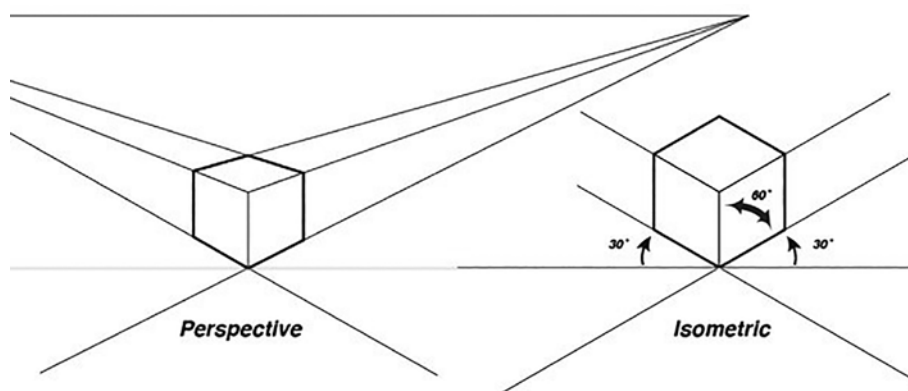


Ил. 12. Пример за изометричен дизайн

Тази дизайнерска система се явява естествена еволюция на плоския дизайн, като запазва опростената стилистика, но буквално добавя нова дълбочина. Когато дизайнът разполага с три страни, а не само с фасаден изглед, възможностите се обогатяват. По този начин се представят визуални ефекти чрез рисуване на триизмерни обекти в двуизмерни равнини. Подобни графики са все по-често срещани в персонализираните илюстрации и изображения, като значително увеличават ангажираността и реализациите на потребителите.

Изометричните дизайни са чисти и опростени, като добавят дълбочина и визуален интерес. Професионалните дизайнери интегрират сенки върху изометрични обекти, създадени на двуизмерен екран, но с триизмерно възприятие, благодарение на използваните линии и ъгли с еднакви и точни измерения. Този метод за проектиране създава визуален интерес поради своя реализъм и дълбочина.

Понятието „изометрия“ изисква измеренията по всичките три координатни оси да са еднакви.¹⁴ При изграждане на дизайн чрез този метод се следва правилото да е наличен ъгъл от 120° между осите x , y и z . Освен това хоризонталните линии трябва да са под ъгъл от 30° градус от тяхната точка на събиране. Този стил се различава от начина, по който очите на хората възприемат света, а именно чрез перспектива. Паралелните линии в перспективен дизайн се отдалечават в хоризонта и се срещат в отдалечена точка. В изометричните обекти успоредните прави никога не се събират. Това е така, защото при него няма трансформирани линии и всички ъгли на осите са равни – така обектите изглеждат такива, каквито са (Ил. 13).



Ил. 13. Съпоставяне на проектиране чрез перспектива и чрез изометрия

Изометричният дизайн показва няколко ъгъла и това може да въздейства обърквашо в случаите, когато са поставени много различни елементи. Като се има предвид това, най-добре е подобна графика да бъде проектирана опростено, без ненужно претрупване. Обикновено това се постига с наличие на малко елементи, които същевременно изобразяват посланието на изображението, а цветовете са живи, но приглушени.

¹⁴ Wikipedia contributors. Isometric projection. (2023, September 30). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved October 28, 2023, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Isometric_projection&oldid=1177908141

Този дизайнерски метод е особено подходящ, когато е необходимо да се предадат повече подробности, да се илюстрира взаимосвързана информация, да се изобразят маршрути или карти. Традиционното представяне на подобна информация я свежда до поглед отгоре, а изометричната техника може да показва сложен градски живот по лесен и симпатичен начин, да изобрази маршрути по приятелски / дружелюбен и лесен начин чрез семпъл дизайн, който да добави дълбочина. Може да бъде показан цял квартал по разбираем начин, като се включи информация не само за сгради, водни обекти, улици, автомобили, дървета, билбордове, паркови пейки, хора, а дори и животни, които да бъдат изобразени и разбрани с един поглед (Ил. 14).



Ил. 14. Изометричен дизайн на карта

Изометричният дизайн е съвременен метод за проектиране, но с исторически корени, поради постоянната необходимост да се наблюдават обекти с форма и дълбочина. Илюстраторите на комикси например, представят произведенията си с по-голямо проникновение, яснота и дълбочина от последните десетилетия на 20 век до днес¹⁵.

Изометричните икони са актуална категория, защото тази техника увеличава визуалната привлекателност и разпознаваемостта на една икона. Те улесняват навигацията

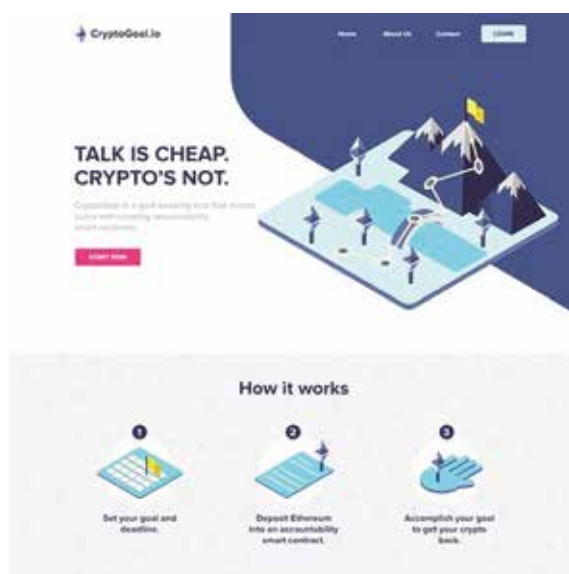
¹⁵ Hooks, R. (2018). *Isometric design: everything you need to know about the design trend*. Извлечено на 11 октомври 2023 от <https://99designs.com/blog/trends/isometric-design-trend/>

на потребителите в сайт и приложение. Недостатъкът на плоските икони е, че не се различават от другите елементи на дизайна и обикновено се сливат с фона. Потребителите лесно разпознават и възприемат подобни елементи, когато те имат 3D структура, релеф или повдигане, и могат бързо да видят къде трябва да натиснат. Тъй като те обикновено са малки, иконите трябва да бъдат възможно най-прости. Това обаче не означава, че те не могат да имат структура и дълбочина. Особено за хора с увредено зрение и хора с различни познавателни способности, възможността да се види страничната и горната част на иконата може да я направи по-удобна. Зрителите няма да натоварват очите си толкова много и могат да бъдат по-ефективни при взаимодействието с устройството си. Изометричните икони изглеждат така, сякаш стърчат от фона, което ги превръща в по-очевидни.

Силната страна на изометричния дизайн е, че той е запомнящ се, което го прави добър начин за приложение при създаване на отличаващи се логота. Опростените цилиндрични и квадратни мотиви се поддават на видимост отпред, отстрани и отгоре, което предоставя на дизайнера повече възможности за изграждане на впечатление, внушение и забавление.

Типографията също може да бъде представена чрез изометричен подход и така да предложи повече визуален интерес и закачлив стил. Възприемчивостта на надписите може да бъде по-жива и разпознаваема, когато е представена в 3D проекция. Освен това изометричната типография е по-интересна за гледане от всички ъгли, тя може да изгради елегантна архитектура чрез един цвят, засенчване, където е необходимо, и четлив шрифт.

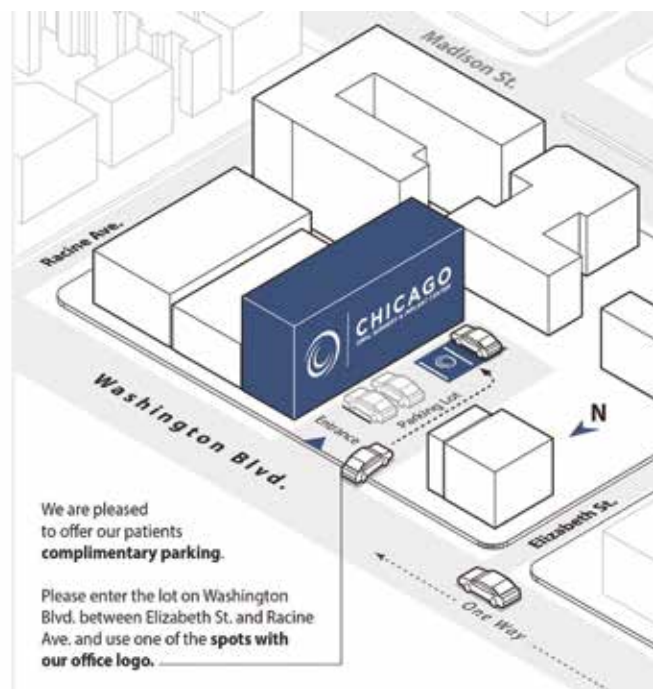
Маркетинг специалистите често включват в стратегиите си изготвяне на целеви уеб страници, за да увеличат реализацията на даден продукт или услуга. В сравнение с обикновените, целевите уеб страници имат за цел да конвертират потенциални клиенти (Ил. 15). Следователно цялостната структура и дизайн трябва да се основават на основни компоненти и да бъдат освободени от разсейващи елементи. Визуалният реквизит е една от най-важните съставки на целевата страница. За да могат потребителите да прочетат информацията и да натиснат върху призива за действие, трябва да са покорени от завладяващи изображения като изометричните илюстрации. Представянето на това как информацията „пътува“ и се „движи“ в едно виртуално пространство често може да бъде досадно или усложнено. Изометричната техника създава условия, чрез които сложните концепции и понятия да бъдат представени ясно, по-лесно и достъпно.



Ил. 15. Изометричен дизайн на целева страница, показваща пътя към постигане на целта
Оформление на уебсайта CryptoGoal.io от KisaDesign

Изометричният дизайн е идеален за прецизно разясняване на графична информация¹⁶. С изометрична инфографика отлично може да се обобщава сложна тема в лесно смилани части от информацията. Единственият недостатък при това проектиране може да бъде включването на прекалено много детайли и сведения върху едно платно. Така цялостният дизайн може да изглежда претрупан и объркващ за читателите. Когато се използват изометрични илюстрации и икони за инфографика, това може да допринесе за отличителност на всеки детайл. Така се придава възприемчивост и дълбочина на елементите, което ги прави по-лесни за проследяване. Може да се представи лесно не само как работи един офис, къде какви дейности се извършват, но и да се придаде усещане за самото офис пространство. Много големи фирми и дизайнери използват изометричния метод като нов ъгъл на творчеството, особено в подобни дизайни, превръщайки ги в начин за визуално показване на стойности, без да се налага те да бъдат писмено представени. Представена е инфографика (Ил. 16), показваща местоположението на терапевтична клиника. Медицинските интервенции могат да бъдат достатъчно притеснителни за пациентите. Последното нещо, от което човек се нуждае в подобна ситуация, е да мисли къде и как може да паркира, преди да се подложи на операция. Този изометричен дизайн разяснява всичко и е лесен за запомняне.

¹⁶ Barnhart, B. (2022). *Isometric design: A designer's guide*. Извлечено на 20 октомври 2023 от <https://www.linearity.io/blog/isometric-design/>



Ил. 16. Пример за изометрична инфографика

Голямата психологическа полза от изометричното проектиране е, че то поставя потребителя психически „над“ продукта или услугата. Ако двама души комуникират на едно и също визуално ниво, те се възприемат за равнопоставени. Високият ъгъл, осигурен от изометричната техника, кара аудиторията да се чувства овластена, защото тя може да гледа надолу към дизайна и да има надмошние, подобно на начина, по който го прави зgrabливата хищна птица.

Изображенията на герои в уеб дизайн обикновено са банерни изображения, които се поставят в горната част на даден сайт. Те често са по-големи от останалите обичайни елементи в дизайна. Тези изображения се показват отпред и в центъра, в пълна ширина и потребителите ги възприемат от първия момент, в който попаднат на уебсайта. Ето защо те незабавно привличат вниманието, а когато са създадени изометрично, са по-изриви спрямо използването на стокови снимки.

Използването на изометрично проектиране подчертава всички детайли на дизайна и съдейства на потребителите да обработват данните отгоре, отстрани или отпред, като помага за бързо и лесно постигане на целта. Той запазва иконите, илюстрациите и останалите визуални елементи минималистични и креативни, за да се избегне объркващ резултат. Тук опростената визия не се свързва със скучни дизайни, а с такива, които са разпознаваеми, ясни и с повече визуална привлекателност. При композиране на продукти отпред и в центъра, изометричната стилистика ги представя в най-добра светлина, защото чрез функциите под ъгъл потребителите могат да видят някои вътрешни или скрити части. Това може да бъде отличен подход при продуктови уеб страници или по време на презентации. Този стил на проектиране представя визуализациите по-отчетливо, по-освежаващо и модерно, позволявайки на дизайна да се актуализира и открие.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Шатова, В., (2025. с.125). *Дигиталните технологии като съществена част от съдържанието на музейната сграда в подкрепа на изложбата*. Сборник доклади от Национална научно-практическа конференция „Дигитални технологии в архитектурата, дизайна и визуалните изкуства“, 27-28 април, 2023.НБУ. ISSN: 2815-5211
2. *Официален сайт на материалния дизайн* [онлайн] Достъпен на: <https://m3.material.io/>
3. *Официален сайт на материалния дизайн* [онлайн] Библиотеку с компоненти. Достъпен на: <https://m2.material.io/design/introduction>
4. Barnhart, V., 2022. *Isometric design: A designer's guide*. [прегледан на 20 октомври 2023] Достъпен на: <https://www.linearity.io/blog/isometric-design/>
5. Но, Н., 2016. *Flat 2.0: Why Fully Flat Design is Outdated*. [прегледан на 7 октомври 2023] Достъпен на: https://medium.com/@ux_hai/flat-2-0-why-fully-flat-design-is-outdated-95fb5609f729
6. Hooks, R., 2018. *Isometric design: everything you need to know about the design trend*. [прегледан на 11 октомври 2023] Достъпен на: <https://99designs.com/blog/trends/isometric-design-trend/>
7. Interaction Design Foundation - IxDF [онлайн]. (2016). *What is Flat Design?*. [прегледан на 23 март 2019] Достъпен на: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/flat-design>
8. Interaction Design Foundation - IxDF [онлайн]. (2016). *What is Material Design?*. [прегледан на 19 март 2022] Достъпен на: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/material-design>
9. *Interaction Design Foundation - IxDF* [онлайн]. (2016). *What is Skeuomorphism*[прегледан на 1 март 2019] Достъпен на: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/skeuomorphism>
10. Kebbati, H. S., Blonde, J. P., & Braun, F., 2006. A new semi-flat architecture for high speed and reduced area CORDIC chip. *Microelectronics journal*, 37(2), 181-187.
11. Kramer, L., 2018. *Flat design and semi-flat design: what it is and how to use it*. [прегледан на 14 април 2019] Достъпен на: <https://99designs.com/blog/design-history-movements/flat-design-and-semi-flat-design/>
12. Wikipedia contributors. *Isometric projection* [онлайн] (2023, September 30). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved October 28, 2023, Достъпен на: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Isometric_projection&oldid=1177908141
13. Wikipedia contributors. *Josef Müller-Brockmann* [онлайн]. (2023, October 19). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved October 25, 2023. Достъпен на: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Josef_M%C3%BCller-Brockmann&oldid=1180846856
14. Wikipedia contributors. *Skeuomorph* [онлайн]. (2023, October 3). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved October 25, 2023. Достъпен на: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Skeuomorph&oldid=1178475651>
15. Wikipedia contributors. *Swiss Style (design)* [онлайн]. (2023, October 19). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved October 25, 2023. Достъпен на: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Swiss_Style_\(design\)&oldid=1180824349](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Swiss_Style_(design)&oldid=1180824349)
16. Wikipedia contributors. *Windows XP Media Center Edition* [онлайн]. (2023, October 20). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved October 26, 2023. Достъпен на: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Windows_XP_Media_Center_Edition&oldid=1180992028

ИЗОБРАЖЕНИЯ

- Ил. 1. Apple за iPhone, (2014). Mobile Safari developer talks about crafting Apple's first iPhone apps [Updated] <https://cdn.arstechnica.net/wp-content/uploads/2014/04/home-11.jpg>
- Ил. 2. Wisconsin Milk Marketing board. (2009). commarts.com https://image1.commarts.com/images1/2/4/8/84230_102_1160_LTE5MjA4MzIzMS0xMTAzMDM2Nzgw.jpg
- Ил. 3. Sanchez, I. (2015). Synth plugin redesign (.sketch) <https://cdn.dribbble.com/users/118309/screenshots/2191628/open-uri20150812-3-1bzxenc?resize=800x600&vertical=center>
- Ил. 4. Müller-Brockmann, J. (1996) Grid Systems in Graphic Design: A Visual Communication Manual for Graphic Designers, Typographers and Three Dimensional Designers https://books.google.bg/books?id=MLYiAQAAIAAJ&redir_esc=y
- Ил. 5. Windows 8 (начален екран) Wikipedia contributors. Windows 8. (2023, October 12). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved October 26, 2023, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Windows_8&oldid=1179757508
- Ил. 6. Storyly.io. (2021). Skeuomorphic vs. Flat Design: Is Skeuomorphism Revived? [2023] https://cdn.prod.website-files.com/6231812313e8661d7da3a4e7/6284d8d0c8cf00319854b164_image-009.png
- Ил. 7. HireFullStackDeveloperIndia. (2019). https://cdn.dribbble.com/users/3298735/screenshots/6328164/hirefullstackdeveloperindia_marketing_post_01_12_04_2019_900x675.jpg?resize=800x600&vertical=center
- Ил. 8. Cola, J. (2016). The shape of flat design <https://www.thundertech.com/thundertech/media/thundertech/trends/Fox-Illustration.jpg>
- Ил. 9. Cao, J. (2020). The Rise of the Almost-Flat Design Web Trend <https://speckyboy.com/wp-content/uploads/2015/08/christmas-joy.png>
- Ил. 10. Myrick, S. (2021). Skeuomorphism_vs_flatdesign_vs_materialdesign https://github.com/sean-pm2001/Skeuwie/blob/c78da4e19d036bd2bcdfe943fc925651908c4bd4/.github/SocialPreview/Skeuomorphism_vs_flatdesign_vs_materialdesign.jpeg?raw=true
- Ил. 11. xpresswebsolutionz.com. (nd) Mobile app <http://xpresswebsolutionz.com/xpress/mobile-app-2.png>
- Ил. 12. Poisson, L.(2017). Isometric Workspace <https://cdn.dribbble.com/users/571755/screenshots/3864009/media/25e39a10d366a43a1f34a624fdc541a4.jpg?resize=800x600&vertical=center>
- Ил. 13. Walker, C. (2011). Working With Orthographic Projections and Basic Isometrics https://cdn.tutsplus.com/cdn-cgi/image/width=600/vector/uploads/legacy/tuts/86_Vector_Isometrics/image005.jpg
- Ил. 14. LittleFox. (nd). Presentation Illustrations <https://99designs.com/profiles/littlefox/designs/1371347>
- Ил. 15. KisaDesign, (2019). CryptoGoal.io web page https://images-platform.99static.com/dsK0XK_h0a-SC-QJLIPBDQ9uMvA=/0x0:2040x2040/500x500/top/smart/99designs-contests-attachments/95/95983/attachment_95983369
- Ил. 16. Omake. (nd). Parking lot map <https://99designs.com/profiles/omake/designs/966902>

AR VS. VR ИЛИ ЗАЩО ДА ПРЕДПОЧЕТЕМ ДОБАВЕНАТА ПРЕД ВИРТУАЛНАТА РЕАЛНОСТ

НАДЯ СТАМАТОВА

AR VS. VR OR WHY WE PREFER AUGMENTED REALITY TO VIRTUAL REALITY

NADYA STAMATOVA

РЕЗЮМЕ

Тази публикация се основава на опита в научната и развойната дейност на студио Архитекчъръл Спайс, придобит по време на работата (2018–2022) по научния проект BIM-SPEED по програма Хоризонт 2020, където авторът ръководи разработването на AR и VR решения за реновация на сгради. Примери за тези XR решения могат да бъдат видяни в YouTube канала на Architectural Spies Ltd., както и в канала на проекта BIM-SPEED. Публикацията дава препоръки за смекчаване на негативните физиологични усещания при виртуална реалност, причинявани от отчитаното от мозъка противоречие между визуалните данни и пространствените данни, постъпващи от вестибуларния апарат. Изложените в публикацията препоръки са лесно постижими, тъй като не се отнасят до технологичните качества на устройствата, а само до сценариите за разработка на VR.

Ключови думи: extended reality, XR, augmented reality, AR, mixed reality, MR, virtual reality, VR, разширена реалност, добавена реалност, гопълнена реалност, аугментирана реалност, насложена реалност, смесена реалност, виртуална реалност

SUMMARY

This publication is based on the R&D experience of the studio Architectural Spies, acquired during the work (2018 - 2022) on the scientific project BIM-SPEED under Horizon 2020 program, where the author led the development of AR and VR solutions for building renovations. Examples of these XR solutions can be viewed on the YouTube channel of Architectural Spies Ltd., as well on the channel of the BIM-SPEED project. The publication provides recommendations for mitigating negative physiological sensations in virtual reality caused by the brain-reported conflict between visual data and spatial data coming from the vestibular apparatus. The given recommendations are easily achievable as they do not refer to the technological qualities of the devices, but only to the VR development scenarios.

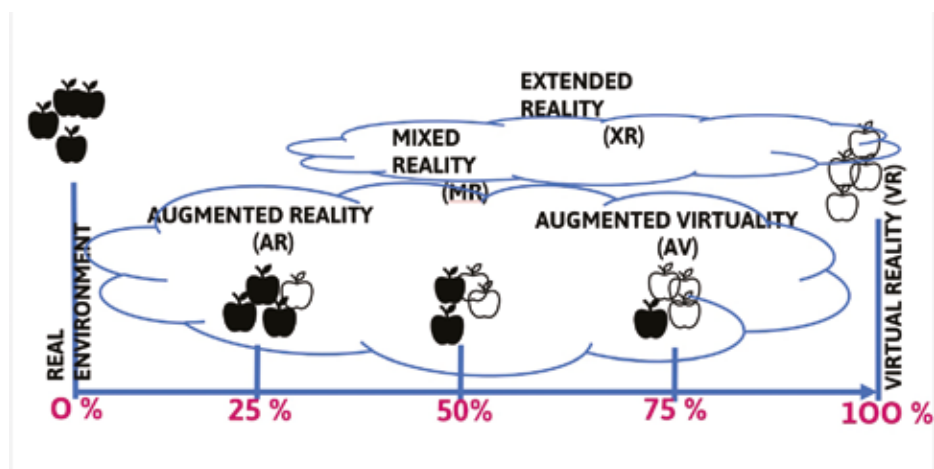
Keywords: extended reality, XR, augmented reality, AR, mixed reality, MR, virtual reality, VR

Тази публикация има за цел да отговори от първо лице чрез споделяне на собствен опит на често предхождащия всички останали въпроси, отправяни към създателите на разширената реалност (XR), а именно – защо да предпочетем добавената пред виртуалната реалност. Иновативно настроените производители на стоки и услуги, желаещи да

зи представят на своите клиенти чрез XR, могат да изберат добавена (AR), смесена (MR), или виртуална (VR) реалност. Те често се колебаят по коя технология да достигне до тях планираното за показване съдържание (продукти или процеси).

Тъй като тази публикация е на български език, за да няма объркване, ще бъдат използвани следните абривиатури за по-горе цитираните технологии:

- XR - eXtended Reality = разширена реалност
- AR - Augmented Reality = аугментирана реалност
= добавена реалност
= допълнена реалност
= насложена реалност
- MR - Mixed Reality = смесена реалност
- VR - Virtual Reality = виртуална реалност



Ил. 1. Схема за различните видове разширена реалност

Уебинар на ACE и BIM-SPEED за Камарата на архитектите в Гърция (Брюксел, 2021)

Панелен доклад в събитие на VRARA - клон Чикаго

„Имерсивни технологии в архитектурата, инженерството и строителството“ (Чикаго, 2021)

Дефиниции на тези технологии могат да бъдат намерени в различни източници, като дефинициите в Wikipedia са сравними по изчерпателност с тези в специализираните издания. В онлайн дискусиите на Асоциацията по виртуална и аугментирана реалност (VR/AR Association), както и в уебинари и други предимно провеждани онлайн мероприятия все още не е изяснен въпросът за мястото на смесената реалност в обхвата на XR – дали тя е AR от по-висок клас или е отделен вид XR.

По формулировката за MR засега има противоречия (Wikipedia; Tremosa), което обаче не може да се каже, че оказва съществено влияние върху работата на създателите на MR. Има едно мълчаливо съгласие сред тях: накратко, ако има „заханка“ (техническият термин е „оклузия“), то става въпрос за смесена реалност (MR). Примери за тези два вида разширена реалност могат да се видят в приложенията за AR и MR, разработени от студиото на Аркитекчъръл Спайс в рамките на проекта BIM-SPEED и други самостоятелни проекти.

Към настоящия момент на развитието на тези технологии нека да приемем за меродавни определенията в редакцията на Wikipedia от средата на юли 2024 г., с което да оставим настрана темата за разликата между MR и AR като ги обобщим, и да се фокусираме върху двата различни по въздействие върху човешките възприятия вида разширена реалност, а именно аугментираната (вкл. смесената) и виртуалната.



Ил. 2. Аугментирана реалност в градска среда на обект на ул. „Драгоман“28, Варна по проект BIM-SPEED

Неслучайно в терминологията на XR се ползват някои термини, характерни за медицината. Тук е мястото да си спомним тезата за „удълженията“ на несъвършената човешка физика на тримата големи мислители Едуард Хол, Маршал Маклюън и Ралф Емерсон (Н. Стаматова, 2007), теза, още повече актуална, ако пренесем тези съждения върху днешното състояние на XR технологиите: „... големия американски антрополог Едуард Хол: „Човекът е организъм с чудесно и необичайно минало. Той е отличен от другите животни поради факта, че е развил онова, което аз съм наименовал с термина „удължения“ на неговия организъм. Компютърът е удължение на част от мозъка, телефонът – на гласа, колелото – на краката. Езикът пренася опита във времето и пространството, докато писането – езика.“, пише той през 1966 г. в книгата си „Скритото измерение“. През 1962 г. Маршал Маклюън казва: „Човекът е животно, създаващо средства, дали в речта или писането, или радиото, той отгавна е бил ангажиран с удължаване на един или друг сетивен орган. Всъщност, и двамата са заимствали тази идея от американския философ Ралф Емерсон – „Всички приспособления и машини на земята са само удължения на човешките крайници и сетива.“

Наборът от „удължения“ на разширената реалност касае не само визуалните и звуковите възприятия. Например, американската фирма OVR, занимаваща се с олфакторни (обонятелни) решения за разширена реалност, напоследък предлага софтуерни плъгини за разработчиците на игри с Unity или Unreal, които позволяват добавянето на аромат към

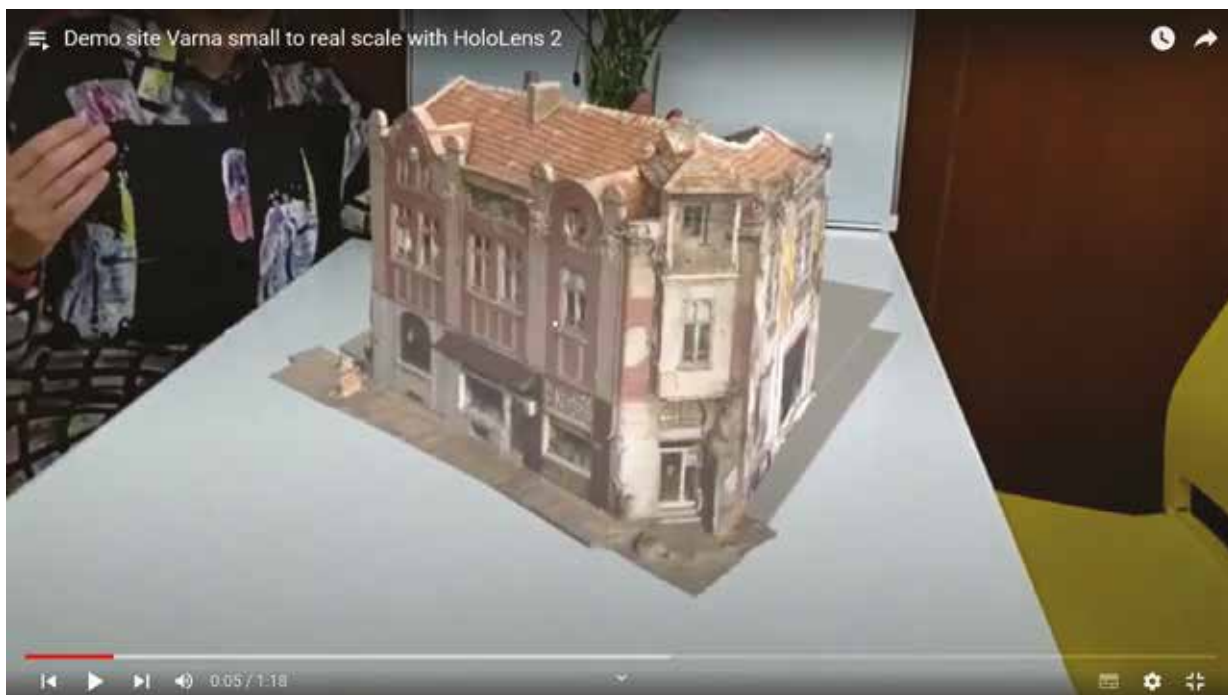
Всеки проект, подобно на добавянето на пространствено аудио. Но и на този етап в изложението ще ограничим разпространето в темата, като се спрем само на визуалната компонента и се насочим към предимствата на аугментираната пред виртуалната реалност.



Ил. 3. Аугментирана реалност в градска среда на обект база „Велека“ в Малко Търново по проект BIM-SPEED



Ил. 4. Аугментирана реалност (2020) за книгата „Архитектурни шпиони: Япония“ С. Скипуърт, Н. Стаматова (2005), грант на Японската Фондация (2005)



Ил. 5. MR в студийна среда за обект на ул. "Драгоман" 28, Варна, проект BIM-SPEED

Въпреки че има технически разработки за виртуална реалност с компенсирани усещанията от двигателния апарат (комбинация с уреди като тренажорна пътека, велоергометър, движеща се платформа и др.), вестибуларният апарат на потребителя, особено ако е чувствителен, е в състояние да засече несъответствието между местоположението на тялото му и зрителната информация, постъпваща от устройството за виртуална реалност, изцяло заменяща реалния свят. При най-разпространената употреба на VR движенията на потребителя са силно ограничени в обхвата на виртуален „кафез“ с около 1.5 м радиус, независимо дали той седи на стол или стои прав. В същото време визуалната информация обикновено е изобилна, преживяванията на потребителя са свързани с големи придвижвания във виртуалното пространство. Това особено много важи за така наречените телепортирания.

Добавянето на устройства, за които по-горе беше споменато (тренажорни пътеки и др.), смекчаващи противоречието между визуалните данни и данните, постъпващи в мозъка от вестибуларния апарат, не е достатъчно за решаването на проблема. В книгата си „Мозъкът, това си ти“ Дейвид Игълман дава пример за изследване на две котета, които са възприемали по различен начин цилиндрично пространство с нанесени по оградящите стени вертикални линии, подобни на бар код. Първото коте е обхождало това демонстрационно пространство свободно, а второто – возено в количка. В резултат когато и второто е било пуснато свободно на същото място, се е дезориентирало, тъй като зрителните възприятия, съпътстващи движението му до този момент не са съответствали на двигателния му опит.



Ил. 6. MR в студийна среда за обект в М.Търново, проект BIM-SPEED



Ил. 7. MR в студийна среда за обект в М.Търново, проект BIM-SPEED



Ил. 8. Отдалечена симулация на обект База „Велека“, Малко Търново в сградата на Дома на науката и техниката, Варна, проект BIM-SPEED



Ил. 9. VR с технология CAVE на американската компания VISBOX

Съществува и друга технология за виртуална реалност с абревиатура CAVE, на български преводима като „пещера“. Всъщност CAVE е съкращение на Computer Added Virtual Reality. Може да се прожектира от всички стени, плюс под и таван, но по-разпространена е по-икономичната Corner CAVE, при която прожекцията е само върху две стени. Напоследък има и друг вид CAVE, който не е с прожекция. При него обаче физическото пространство е по-малко. При CAVE технологията усещането е много по-близко до действителността, отколкото при традиционно ползваните VR устройства, тъй като хората (оптимално по трима) могат да се движат в помещението. Вън от прожекционната площ могат да наблюдават действието още около 15 души. Тракинг системата засича движението само на един от хората, които са в демонстрационната площ и какво се прожектира върху екраните зависи единствено от неговото движение.

Другите потребители, намиращи се в площта на прожекцията, виждат това, което е активирал потребителят, чийто движение тракинг системата проследява. Примерно той се навежда да види виртуално изградения детайл на захващане на краката на маса за плота ѝ. Ако той не е се е навел под плота, а това направи друг потребител, намиращ се в демонстрационното пространство, той няма да види този детайл. Или пък проследяваният от тракинга се приближава до прозорец и поглежда надолу към улицата. Ако тя е изградена от 3D дизайнерите, той ще я види. Също така ако другите участници в демонстрационната площ се приближат до прозореца и погледнат надолу, те ще видят улицата. Те обаче няма да я видят, ако управляващият чрез движението си потребител все още не е направил това, т.е. моделът на улицата все още няма да бъде активиран. Технологията CAVE причинява по-малко замайване от типичната VR и по физиологично усещане е близка до MR с HoloLens2 особено когато се намали прозрачността на Хололенса. При CAVE замайване може да се появи при разлика в мащаба на VR изображението спрямо реалната площ, в която потребителите се движат. Например при подготовката на един проект ние имахме проблем с демонстрационния обект – зала с дължина около 60 м да бъде демонстрирана с технология Corner CAVE с прожекция на 2 екрана в квадратна площ от около 6м/6м. В този

случай с всяка крачка от около 60 см би трябвало да се изминава 10 пъти по-голямо виртуално разстояние (около 6 м). Такава разлика в мащаба също би причинила замайване и засега не сме намерили решение на този проблем.

Предотвратяването на високата степен на замайване, причинявано от VR, би могло да става още на етап подготовката на сценария за VR да се зложат следните принципи:

- плавно въвеждане във виртуалната среда и постепенно постигане на имерсивността („потопяването“)
- да се избягват телепортиранията
- във всеки един момент потребителят да знае откъде може да излезе виртуално (врата, люк, дори само виртуален бутон), без да смесва реалността с виртуалната реалност (както е при AR), след което да премине физически от виртуалната среда към реалността (да свали устройството от главата си)
- наличие на виртуални ориентири, подобно на физическите ориентири в градската среда в урбанистичната теория на Кевин Линч – точки, линии и площи.

Досега като най-успешен пример за прилагане на горните принципи (за пръв път формулирани в настоящата публикация), считам виртуалният учебен център на Университета на Южен Уелс в Сидней (UNSV-Sydney). За съжаление, към настоящия момент в Интернет не може да се намери неговият оригинален вариант (има други варианти, които са загубили качествата му). Точно това решение ме доведе до размисъл дали с прости средства може да се коригират негативните физически усещания от гледането на виртуална реалност от хора с чувствителен вестибуларен апарат. При оригиналния вариант на споменатото по-горе решение, въвеждането на потребителя започва с абсолютно бял фон с постепенно появяващ се текст „Вие се намирате във виртуалното пространство“. После се появява куб, възприеман от потребителя с големина около 1 куб.м и се появява текст с подкана да бъде разгледан. Постепенно се включват цвят и сянка, след което върху куба се появява плътна сфера. Едва след това въвеждане, зад тези фигури отгоре се спуска рамка със затворена врата в нея. Вратата се открехва и потребителят се подканва ако иска, да влезе в учебния център. В самият учебен център няма нещо особено, но където и да отиде човек в това пространство, той не губи видимост към вратата, т.е. знае откъде е влязъл в него и откъде може да излезе. За сравнение мога да кажа неприятното усещане във физическите quiz rooms, при които след няколко завъртания в пространството с превръзка на очите човек може да се ориентира само по звука на климатиците. Точно това не бива да се допуска в проектите с VR, тъй като дезориентацията е една от причините за появата на морска болест. Що се отнася до излизането от виртуалната среда, е добре то също да става постепенно, а не просто да свалим шлема от главата си. При дадения пример за виртуалния учебен център на австралийския университет потребителят спокойно може да напусне центъра, излизайки през вратата, през която е влязъл.

Аркитекчъръл Спайс разработи виртуален контролер, заменящ физическите контролери на Oculus Quest 2. Намирайки се във виртуалното пространство, човек очаква изцяло той да е в него и взаимодействието чрез физически устройства възпрепятства имерсивното преживяване. Виртуалният контролер позволява ползването на VR само с

Окулус шлема без комплектованите към него контролери, по един за всяка ръка.

В заключение може да се каже, че причините нашето студио да се фокусира главно върху AR и MR, които са много по-трудни за разработка от VR (за да ги постигнем, трябва вече да сме разработили нужното за VR), са именно физиологичните проблеми, съпътстващи хората с чувствителен вестибуларен апарат, когато те се намират във виртуална



Ил. 10. Виртуален контролер във VR градска среда, проект BIM-SPEED



Ил. 11. Виртуален контролер във VR на строителен обект, проект BIM-SPEED

реалност.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Wikipedia. (2024 a). *Extended reality* [онлайн] Достъпно на: https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality [Посетена 15 юли 2024]
2. Wikipedia. (2024 b). *Augmented reality* [онлайн] Достъпно на: https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality [Посетена 15 юли 2024]
3. Wikipedia. (2024 c). *Mixed reality* [онлайн] Достъпно на: https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality [Посетена 15 юли 2024]
4. Wikipedia. (2024 d). *Virtual reality* [онлайн] Достъпно на: https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality [Посетена 15 юли 2024]
5. Tremosa, L. (2024). *Beyond AR vs. VR: What is the Difference between AR vs. MR vs. VR vs. XR? Design Foundation - IxDF.* [онлайн] Достъпно на: <https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr> [Посетена 14 юли 2024]
6. Stamatova, N., 2021. *Extended Reality Tools presentation at Greek National Workshop organized by BIM-SPEED, ACE, and the Chamber of Architects in Greece* [онлайн] Достъпно на: https://www.youtube.com/watch?v=S4CX_2Y0IMk&list=PLLPub6v6tThMkRuhWxFS5aLNM7Y60FV7__&index=3 [Посетена 8 август 2024]
7. VR/AR Association [онлайн] Достъпно на: <https://www.thevrara.com> [Посетена 15 юли 2024].
8. Stamatova, N., 2022. *Immersive technology in Architecture, Engineering, and Construction, Immersive Technology Event VRAR CHICAGO* [онлайн] Достъпно на: https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch_permalink&v=3010806862564678 [Посетена 15 юли 2024]
9. YouTube channel: Architectural Spies Ltd. (2023 a) *AR at demonstration site Varna* [онлайн] Достъпно на: https://www.youtube.com/watch?v=40842FPKMJk&list=PLLPub6v6tThOO_J4slr6wo7nlcMlc6zYi&index=5 [Посетена 8 август 2024]
10. YouTube channel: Architectural Spies Ltd. (2023 b) *Mobile AR application, demosite Malko Tarnovo* [онлайн] Достъпно на: https://www.youtube.com/watch?v=70nDPSTVtXc&list=PLLPub6v6tThOO_J4slr6wo7nlcMlc6zYi&index=6 [Посетена 8 август 2024]
11. YouTube channel: Architectural Spies Ltd. (2023 c) *Augmented Reality application ARCHITECTURAL SPIES: JAPAN* [онлайн] Достъпно на: https://www.youtube.com/watch?v=GJ3P-CG2PY8&list=PLLPub6v6tThOO_J4slr6wo7nlcMlc6zYi&index=2 [Посетена 8 август 2024]
12. Skipworth S., Stamatova N., 2005. *Architectural Spies: Japan*, ISBN: 9549143511, Varna
13. YouTube channel: Architectural Spies Ltd. (2022 a) *Demo site Varna small to real scale with HoloLens 2* [онлайн] Достъпно на: <https://www.youtube.com/watch?v=aKBu4NBXfeg&list=PLLPub6v6tThPkmxf-5PKA8rdSal8IZ1Yy&index=5> [Посетена 8 август 2024]
14. YouTube channel: Architectural Spies Ltd. (2023 d) *MR demo site Malko Tarnovo small to real scale with HoloLens 2* [онлайн] Достъпно на: <https://www.youtube.com/watch?v=0Nithjvj220&list=PLLPub6v6tThPkmxf-5PKA8rdSal8IZ1Yy&index=4> [Посетена 8 август 2024]
15. YouTube channel: Architectural Spies Ltd. (2023 e) *MR off-site simulation with HoloLens 2* [онлайн] Достъпно на: <https://www.youtube.com/watch?v=M1U4m0BGvWM&list=PLLPub6v6tThPkmxf-5PKA8rdSal8IZ1Yy&index=7> [Посетена 8 август 2024]
16. Stamatova N., A. Angelov, 2021. *Case Study: Demonstration of a Real Scale Hologram of a Remote*

- Large Scale Object at the Space of Another Large Scale Object via Mixed Reality Application by Device Microsoft HoloLens 2, В: *ИЗВЕСТИЯ на Съюза на учените - Варна. Серия Технически науки 1'2021 (Izvestiâ na S"ûza na učenite - Varna. Seriâ Tehničeski nauki), ISSN: 1310-5833, Варна*
17. Stamatova, N., 2007. Философската платформа на Тоѝо Ито при проектирането на медиатека в Сенгай като нов архитектурен прототип на библиотечна сграда, В: *Четвърта международна научно-приложна конференция „Архитектура, строителство - съвременност“, Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“, 2007, Варна*
 18. OVR (2024) [онлайн] Достъпно на: <https://ovrtechnology.com/> [Посетена 8 август 2024]
 19. Изгълман Д., 2017. Мозъкът. Това си ти, Сиела, София
 20. VISBOX (2024) [онлайн] <https://www.visbox.com/wp/wp-content/uploads/2019/03/NASA-crop-2000.jpg> [Посетена 8 август 2024]
 21. Lynch K., 1960. *The Image of the City*, M.I.T. Press, Cambridge and London
 22. YouTube channel: Architectural Spies Ltd. (2023 e) *VR with Oculus Quest 2, demosite Varna* [онлайн] Достъпно на: <https://www.youtube.com/watch?v=GJ3P-> https://www.youtube.com/watch?v=BMwEYyADZ6A&list=PLLPub6v6tThPBuetvFv5nlj_BOgHU98DV&index=7 [Посетена 8 август 2024]
 23. YouTube channel: Architectural Spies Ltd. (2023 f) *Safety Training in VR* [онлайн] Достъпно на: https://www.youtube.com/watch?v=DVJ29uZRAHg&list=PLLPub6v6tThPBuetvFv5nlj_BOgHU98DV&index=4 [Посетена 8 август 2024]

ИЗОБРАЖЕНИЯ

- Ил. 1. Схема за различните видове разширена реалност
Уебинар на ACE и BIM-SPEED за Камарата на архитектите в Гърция (Брюксел, 2021);
Панелен доклад в събитие на VRARA – клон Чикаго; „Имерсивни технологии в архитектурата, инженерството и строителството“ (Чикаго, 2021)
- Ил. 2. Аугментирана реалност в градска среда на обект на ул.„Драгоман“28, Варна по проект BIM-SPEED
- Ил. 3. Аугментирана реалност в градска среда на обект база „Велека“ в Малко Търново по проект BIM-SPEED
- Ил. 4. Аугментирана реалност (2020) за книгата „Архитектурни шпиони: Япония“ С. Скипуърт, Н. Стаматова (2005), грант на Японската Фондация (2005)
- Ил. 5. MR в студийна среда за обект на ул.„Драгоман“28, Варна, проект BIM-SPEED
- Ил. 6. Ил. 6 MR в студийна среда за обект в М.Търново, проект BIM-SPEED
- Ил. 7. MR в студийна среда за обект в М.Търново, проект BIM-SPEED
- Ил. 8. Отдалечена симулация на обект База „Велека“, Малко Търново в сградата на Дома на науката и техниката, Варна, проект BIM-SPEED
- Ил. 9. VR с технология CAVE на американската компания VISBOX
- Ил. 10. Виртуален контролер във VR градска среда, проект BIM-SPEED
- Ил. 11. Виртуален контролер във VR на строителен обект, проект BIM-SPEED

ИМПЛЕМЕНТИРАНЕ НА СТОРИТЕЛНО-ИНФОРМАЦИОННОТО МОДЕЛИРАНЕ (BIM) ЗА АРХИТЕКТИ И ИНЖЕНЕРИ В ИНВЕСТИЦИОННОТО ПРОЕКТИРАНЕ. ПРАКТИЧЕСКИ НАСОКИ

ПЕТЪР ПЕНЧЕВ

IMPLEMENTATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) FOR ARCHITECTS AND ENGINEERS IN INVESTMENT DESIGN. PRACTICAL GUIDELINES

PETAR PENCHEV

РЕЗЮМЕ

Публикацията има за цел да даде практически насоки за успешното имплементиране на BIM технологията като част от дигитализацията на строителния сектор. Фокусът е върху дейностите и процесите, свързани с проектантите, като част от инвестиционния процес в Република България. Разглежда се принципната същност на строително информационното моделиране и примери с конкретен софтуерен продукт Autodesk Revit, позволяващ имплементирането на този вид технология. Направена е съпоставка между най-разпространените до този момент методи на работа и нов подход с ползване на BIM. С цел извличане на практически насоки се идентифицират най-честите предизвикателства пред въвеждането на този нов подход на работа. Те са групирани в пет основни категории: технологични, знания и опит, организационни (фирмени), легални и регулаторни, финансови. След разглеждане на всяка група се дават конкретни насоки по преодоляването на дадените предизвикателства с цел успешно имплементиране на строително информационното моделиране.

Ключови думи: строително-информационно моделиране, BIM, проектанти

SUMMARY

The publication aims to provide practical guidance for the successful implementation of BIM technology as part of the digitalization of the construction sector. The focus is on the activities and processes related to designers as part of the investment process in the Republic of Bulgaria. The basic essence of building information modeling and examples with a specific Autodesk Revit software product enabling the implementation of this type of technology are considered. A comparison has been made between the most common working methods up to now and a new approach using BIM. In order to derive practical guidance, the most common challenges to the implementation of this new approach to work are identified. They are grouped into five main categories: technological, knowledge and experience, organizational (company), legal and regulatory, financial. After examining each group, specific guidelines are given to overcome the given challenges in order to successfully implement building information modeling.

Keywords: Building Information Model, Modeling, BIM, architects and engineers

1. Въведение

Последните години са изключително динамични от гледна точка на развитие на дигиталните технологии. Те намират все по-широко приложение във всяка сфера на живота.

„Всички сме свидетели на това, че в световен мащаб има значителен импулс в навлизането на цифровите технологии...“ (Шатова, В., 2025. с.125).

Строителният сектор е един от най-слабо дигитализираните сектори на икономиката, наред със селското стопанство. Част от целите заложи в европейските политики е да променят този факт. Все повече са инициативите за внедряване на дигиталните технологии в процесите на проучване, проектиране, строителство и поддръжка на сгради и съоръжения. Търси се решение за целия жизнен цикъл. Успоредно с тези нарастващи нужди се развива и технологичната обезпеченост. Хардуерът става все по-достъпен и има все по-голяма изчислителна мощност и възможности.

Тук идва мястото и времето на BIM технологията. Това е технология, която в същността си намира приложение във всеки етап от жизнения цикъл на инвестиционния проект. В България аббревиатурата BIM често се среща като СИМ или „Строително информационно моделиране“. Тълкуването обаче невинаги е еднозначно и е възможно да се разглежда като няколко различни неща:

- **Процес по създаване – Строително-Информационно Моделиране (СИМ)**
- **Продукт – Строително-Информационен Модел (СИМ)**
- **Процес по управление – Строително-Информационен Менеджмънт (СИМ)**

В глобален мащаб това е основната технология, която е залегнала в стратегиите за дигитализация на строителния сектор. По линия на Европейския съюз има разработен **Наръчник за въвеждане на строително-информационното моделиране (СИМ) от европейския публичен сектор.**[1]

Следвайки неговите препоръки и европейските политики и тенденции в България, е разработена и се приема **„Национална стратегия за цифрова трансформация на строителния сектор 2030 г. Въвеждане на строително информационното моделиране (СИМ) при проектирането, изпълнението и поддържането на строежите“.**[2] Заедно с ПЪТНА КАРТА за изпълнение на Националната стратегия за цифрова трансформация на строителния сектор 2030 г. [3] Документът е приет с Решение № 270 на Министерския съвет от 06.04.2023 г. [4]

Документите очертават постепенното въвеждане на BIM технологията като задължителна – първо в публичния сектор, а впоследствие и в частния. Този процес е неизбежен и рано или късно проектантите и всички участници в инвестиционния процес ще бъдат задължени да владеят този вид технология.

Световните примери за задължително използване на BIM в различна степен са вече налице. Такива съществуват в държави като Великобритания, Германия, Франция, САЩ, ОАЕ и други.

2. Стандартен подход на работа

Основната част от работа на проектантите е по създаването на техния продукт – проект по дадената част. От своя страна всеки проект се състои от разнообразни съставни части като обяснителна записка, чертежи, количествени сметки и други. При най-разпространения в момента на територията на България подход на работа за създаване на чертежи се ползва дигитална среда, но не и BIM технология. Широко се използват CAD базирани софтуерни продукти. При този начин на работа се преповтаря логика, присъща за работа на ръка. Работи се с геометрични примитиви като линии, точки, полигони и други. Комбинацията от отделните съставни елементи изграждат графиката на всеки чертеж. В сравнение с работата на ръка се печели много време и процесът е далеч по-ефективен, но въпреки това по същността си процесът е идентичен. Всяка промяна в план следва да се отрази допълнително в даден страничен изглед или таблица за количества. Липсва принципна връзка между отделните елементи, изграждащи чертежа. Ползваме дигитална среда, която можем да определим като „дигитална чертожна дъска“

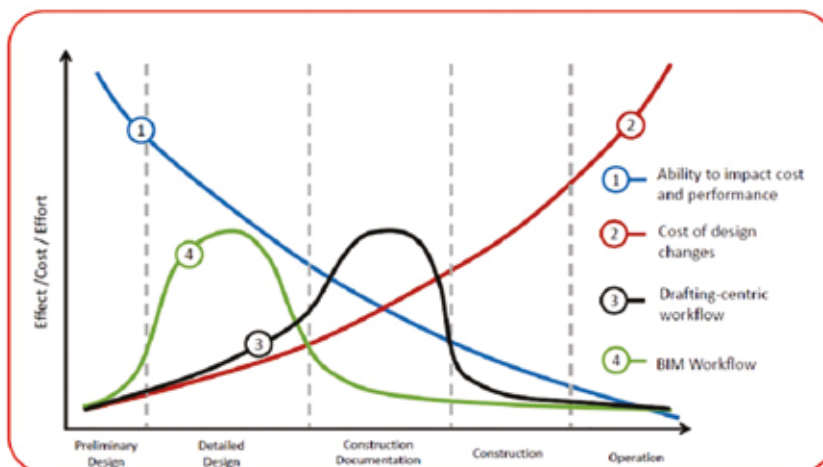
3. Подход на работа с ползване на строително информационно моделиране (BIM)

При подхода на работа с BIM технологията ние боравим с обекти. Всеки обект има своите геометрични и информационни характеристики. С помощта на отделни обекти изграждаме цифров модел на дадената сграда или съоръжение, предмет на инвестиционния проект. Работим в дигитална среда, която можем да определим като „виртуална реалност“ Отделен обект е дадена стена, врата, прозорец или друг строителен продукт или материал. BIM базираните софтуерни продукти разполагат с ясно изградена йерархия на организация на елементите в даден BIM модел. Следва се ясна структура и взаимовръзка между отделните обекти. Основна концепция е единната база данни, в която всеки отделен чертеж или таблица всъщност представляват извличане на информация от тази централна база. Така при промяна на един обект в даден изглед, то той се променя във всички останали. Например промяна на размер на прозорец в план се отразява във фасада, разрез и дори таблица. Тези характеристики обуславят спецификата на този подход, при който се инвестира повече време в първоначалната фаза на работа, за да се натрупат необходимите обекти и информация. След това обаче промените и усилията по приключване на проекта са по-ниски. При CAD подход на работа в първоначалната фаза се напредва бързо, но с напредване на времето става все по-трудоемко. Особено ресурсоемък при стандартен подход е процесът по отразяване на промени в напреднала фаза на проектиране. (Ил. 1)

BIM е фундаментално различен начин на работа в сравнение с CAD или създаване на проект на ръка. Принципът на генериране е различен и следва други правила. Именно в това се корени и основното предизвикателство по прилагането на нова технология, която е толкова различна от добре познатото до момента.

С оглед текущите процеси, запазването и повишаването на конкурентоспособността на проектантите и техните екипи, нуждата от прилагане на BIM става все по-голяма. В България разпространението на този подход на работа не е така широко. Важно е възможно по-скоро да се осъзнаят и използват предимствата, като се преодолеят предизвикателствата по процеса на имплементиране.

BIM технологията не е универсален отговор или подход, който ще реши всички проблеми в строителния сектор и в частност създаването, одобряването и изпълнението на инвестиционни проекти. Съществуващият опит показва, че прилагането на подобен подход на работа може да повиши в пъти ефективността на работа, да редуцира бюджети и да спести време. Съществува сериозен потенциал за подобрене в сравнение с текущите начини на работа, но имплементацията на технологията изисква определени ресурси и подход.



Ил. 1. 'MacLeamy Curve' on BIM workflow / „Кривата MacLeamy“ в работния процес на BIM. [1]

4. Предиизвикателства при имплементиране на строително-информационното моделиране (BIM)

Дори доказаните предимства на BIM технологията и възможностите, които дава, се оказват недостатъчни, за да се преодолее бариерата по внедряването на този подход на работа. Първите пречки най-често са технологичните. Те са свързани с набавяне на необходимите софтуерни продукти и осигуряване на хардуерната обезпеченост. Последващи са трудностите, свързани с липсата на квалифицирани кадри. Не на последно място стоят и казуси, свързани с дадена проектантска структура и организация. Освен тях налице е липса на ясна нормативна рамка на територията на Република България. Не по-малко важен се оказва и факторът финанси. Можем да обобщим основните предиизвикателства в следните групи:

- **Технологични**
- **Знания и опит**
- **Организационни**
- **Легални и регулаторни**
- **Финансови.**

| Challenges | Importance <i>Based on repetition</i> | Challenge Applicability | | |
|---|--|-------------------------|----------------|-------------------------------------|
| | | <i>Organization</i> | <i>Project</i> | <i>Organization and Project</i> |
| Time needed for hiring/training people to use BIM | 9 | 1 | | |
| Cost of hiring or training people to use BIM | 8 | 1 | | |
| No official standard or process to evaluate the use of BIM | 8 | 1 | | |
| Copyright protection for ownership of data | 7 | | 1 | |
| Determining who owns data/ components used | 7 | | 1 | |
| Reference to legal or contract issues | 7 | | 1 | |
| Who is responsible for/ manages data entry | 6 | | 1 | |
| Cost of hardware | 6 | 1 | | |
| Compatibility issues between Software | 6 | | | 1 |
| Who is responsible for inaccuracies and errors | 5 | | | 1 |
| Software license and update cost | 5 | 1 | | |
| Lack of businesses desire to change to BIM processes/ or against change | 5 | 1 | | |
| Require competent quality hardware | 4 | 1 | | |
| Who is responsible for maintaining and updating model | 3 | | 1 | |
| Difficult to determine when and who made what error | 3 | | 1 | |
| Complexity of BIM | 3 | | | 1 |
| Requires more time for high detail model for stakeholders | 3 | | 1 | |
| Customers do not know how to use BIM models/ do not implement | 3 | | | 1 |
| No standard for Contractual BIM document | 2 | | | 1 |

Ил. 2. BIM Implementation Challenges and its association with Project, Organization, or both / BIM предизвикателства при изпълнението и връзката им с проект, организация или и двете [2]

4.1 Технологични. Основните аспекти на технологичните предизвикателства са:

4.1.1 Програмни продукти – Без необходимите софтуерни продукти реализирането на BIM е невъзможно. Това често е и първата стъпка към преминаването към този подход на работа. Налице са различни софтуерни продукти, които отговарят на BIM изискванията. Подбирането на подходящ не е лесно. Част от важните фактори са начин на дистрибуция, срок на лиценз, начин на лицензиране – плаващ за неограничен брой работни станции или фиксиран, методи на инсталиране и налична поддръжка, цена.

4.1.2 Хардуерна обезпеченост – софтуерните продукти за BIM имат завишени изисквания в сравнение със стандартните CAD решения. Това може да наложи нужда не само от набавяне на софтуер, но и подмяна или обновяване на наличния хардуер. Допълнително за осигуряване на обща среда на работа е възможна нуждата от закупуване на елементи за изграждане на локална мрежа.

- 4.1.3 Съвместимост** – При BIM подход на работа трябва да бъдат взети предвид и форматите за обмен на информацията. При стандартния подход на работа ползваме най-често .DWG формат. Ползването на различен софтуер обуславя други технологични процеси по трансфер от една проектна част към друга, към клиент или други свързани лица и организации. Това е валидно както за изпращане, така и за получаване на информация. Тук трябва да се обърне внимание на съвместимостта на дадено решение с файловете формати за импортиране и експортиране, както и версиите на съответните продукти и тяхната съвместимост, за да се осигури безпроблемен трансфер между всички заинтересовани страни.
- 4.2 Знания и опит.** Допълнително може да въведем следното обособяване на предизвикателствата:
- 4.2.1 Човешки ресурс** – Общ проблем в сферата на проектиране и строителство е липсата на достатъчен човешки ресурс. Липсват кадри, които да работят дори по стандартните и широко разпространени подходи, включващи CAD. Иновативността и слабото разпространение на BIM технологията допълнително обострят този проблем. Това е сериозно предизвикателство към всеки екип, който има за цел да внедри BIM Методологията.
- 4.2.2 Обучителни ресурси** – От друга страна, липсват и обучителни ресурси по темата за BIM, приложими за практическата част на процеса. Най-често се среща информация, отнесена към функционалността на конкретен софтуерен продукт, но не и за BIM процеси и методология.
- 4.2.3 Време за обучение** – при внедряване на нов подход на работа, неминуемо е нужно време за усвояване на новите концепции и умения. Времето е ключов фактор при проектирането и често сроковете за изпълнение на даден проект са къси. Осигуряването на допълнително време и съвместяването му с времето нужно за основния работен процес е много трудно.
- 4.2.4 Цена на обучение** – Все още спецификата на BIM, липсата на широко приложение водят до висока цена на малкото обучения, които съществуват.
- 4.3 Организационни.** Предизвикателствата на това ниво са свързани с организацията на дадената проектантска структура и начинът ѝ на управление. Могат да се дефинират няколко подгрупи:
- 4.3.1 Съпротива срещу промяна** – определени структури и организации са водени от принципи, които са унаследени и липсва импулс и желание за промяна. Те са инертни с ръководство, което следва принципи, установени с времето и не предприемат промяна. Възможно е това да е продиктувано на локално ниво или да са специфични културни особености.
- 4.3.2 Липса на установени фирмени процеси** – Проектантската работа понякога е по-скоро артистична или подчинена на индивидуален усет и подход. В много

структури и организации липсват ясно дефинирани стъпки и процеси. Липсват протоколи за работа. Това е в разрез с начина на работа при внедряване на ВІМ, където структурата и протоколирането е в основата на успешната работа.

- 4.3.3 Липса на фирмени стандарти** В допълнение към организацията на процесите е важно наличието на фирмени стандарти. Такива стандарти може да има както за информацията по гадени проекти, като организация на папки, файлове и начин на комуникация, така и за изисквания към проектната документация във връзка с оформянето на чертежи, формат за количествени сметки и други. Когато подобни стандарти липсват, това се оказва сериозна пречка пред имплементирането на ВІМ подход на работа.
- 4.4 Легални и регулаторни** В тази група разглеждаме предизвикателствата, свързани с действаща нормативна уредба, законодателство и стандартизация на национално ниво:
- 4.4.1 Липса на национални стандарти** – На територията на Република България липсват действащи ВІМ стандарти по отношение на приложението на технологията, формати за предаване, съдържание и други атрибути характерни за ВІМ проектирането.
- 4.4.2 Липса на нормативна уредба за ВІМ** – Бидейки нова технология, все още липсват и ясни законови рамки по отношение на ВІМ методологията. Това може да създаде несигурност и недоверие към технологията. Например по отношение на защита на авторските права и обмена на информация, отговорни лица и др.
- 4.4.3 Договори при изискване за ВІМ** – Основно предизвикателство е определяне на обхват и съдържание на ВІМ проект. Ясно е определен обхвата и съдържанието на проект при стандартен подход, но при ВІМ могат да се появят изисквания за информацията и характеристиките на обектите, използване за изграждане на ВІМ Модела, неговата структура и др.
- 4.5 Финансови** – В отделна категория обобщаваме и финансовите предизвикателства, макар и те да са част от вече изброените по-горе:
- 4.5.1 Първоначална инвестиция** – при въвеждането на новия подход на работа, комбинацията от изискванията на ВІМ методологията, описани по-горе – софтуерен продукт, хардуер, обучения и др. водят до висока първоначална инвестиция, която понякога се оказва непреодолима и спира въвеждането на ВІМ.
- 4.5.2 Проектантски хонорари** – текущите проектантски хонорари не са високи, дори при използване на стандартните подходи на работа. ВІМ технологията в определени аспекти, особено в началния етап по имплементиране, има по-високи разходи, което обуславя сериозното предизвикателство по оправдаване на имплементацията ѝ.

- 4.5.3 Рентабилност при малки и средни проекти** – за определени проекти при направена оценка може да се окаже, че ползване на BIM не е оправдано и разходите и изискванията около такъв подход са прекалено високи за дадената цел. Често малките проекти нямат високи проектантски изисквания и при тях е по-рентабилно да се ползва стандартен подход.

5. Практически насоки за преодоляване на предизвикателствата при имплементиране на строително информационното моделиране (BIM)

Безспорно са налице набор от предизвикателства пред имплементирането на BIM. Въпреки тях успешното имплементиране е възможно. То може да е строго индивидуално към дадена организация и екип. На база текущия опит и анализ са дадени възможни стъпки и насоки за действия по всяка група предизвикателства.

5.1 Технологични

- **Анализ Софтуерен продукт.** По отношение на технологичните предизвикателства е важно да се започне с анализ на възможностите за основен софтуерен продукт. Така наречения инструмент за BIM авторство. Важните параметри следва да бъдат съвместимост по отношение на трансфера на информация и файлови формати на избрания продукт с останалите процеси в организацията, с външни консултанти, цена на продукта, период на лицензиране, поддръжка.
- **Анализ Хардуер.** В комбинация с тези параметри се прави и анализ на наличния хардуерен ресурс. Всеки софтуерен продукт има спецификация за препоръчителен хардуер. Възможно е да се окаже, че наличният хардуер е на необходимото ниво.
- **Помощ от консултанти.** Възможностите за преодоляване на технологичните предизвикателства са свързани с намиране на подходящ консултант по дадените въпроси.
- **Програми за подпомагане.** Допълнително са налице програми за подпомагане на малки и средни предприятия и финансиране по различни европейски програми за закупуване на необходимия софтуер и хардуер. Някои от софтуерните производители имат и свои програми за подпомагане. Пример за такава е програмата [5] за нови компании на Autodesk. Ако отговорят на техните изисквания, те ви предоставят софтуерните им продукти за определен период напълно безплатно.

5.2 Знания и опит

- **Анализ на текущо ниво.** В първоначалния момент е необходим анализ на текущото състояние. Прави се анализ на уменията и квалификацията на текущия проектантски екип. Възможно е да се окаже, че част от него вече има поне базово ниво на разбиране или владение на BIM.

- **Избиране на отговорно лице.** За успешната имплементация е ключово да има отговорно лице или дори няколко души, които да водят процеса по имплементиране. При липса на такива в текущия екип вариантите са или да се премине обучение, или да се наемат външни кадри, които да застанат начело. При външни кадри процесът се засилва, но е трудно да се намерят подобни хора. Също така те няма да познават добре дадения екип и ще е необходимо време за адаптация. Ако се избере подход с обучение на член от текущия екип, то най-подходящи са хората с изразен интерес към технологиите и такива, които са по-технически насочени.
- **Избиране и провеждане на обучения.** По отношение на обученията е ефективно те да се проведат на две фази: базово и специализирано обучение. При базовото обучение целият екип се запознава на начално ниво с BIM концепциите и даден програмен продукт. Впоследствие с натрупан опит се преминава към следващата фаза, в която се търси специализирано обучение, което да покрие липсите по конкретната дейност на дадения екип и казусите, с които се сблъскват. Добър формат за провеждане на обученията е полудневният. Така работният процес не се преустановява, нещо което в общия случай е невъзможно. Подобни обучения са налични като част от дейността на Европейския Цифров Иновационен Хъб в строителството [6]. На територията на страната има и частни обучителни центрове, които също предлагат BIM обучения и консултации.
- **Пилотен проект.** Важна стъпка от успешното въвеждане на BIM е изпълнението на пилотен проект. Подходящ момент е след фазата на базовото обучение при наличие и на избрано отговорно лице по имплементацията. През такъв проект най-добре се идентифицират всички предизвикателства и има възможност в реална среда да се тестват всички процеси. Постава се цел за изпълнение на даден проект изцяло с новия подход и така знанията придобити по време на обученията и теорията се обличат с практика, която впоследствие се надгражда. Добра стратегия е да се избере по-малък и немного сложен обект.

5.3 Организационни

- **Доверие на управленско ниво.** Запознаването с технологията трябва да започне на високо управленско ниво. За успешното имплементиране на BIM е необходимо преимуществата, ползите, както и недостатъците да бъдат разбрани и анализирани от водещите на съответните екипи и организации. Това е част от първите стъпки. Ако на това ниво липсва разбиране или желание, то имплементирането на по-долно ниво и генерално за организацията става невъзможно. При добро разбиране на високо ниво и желание, то съответните цели са поставени и се следват от целия екип.
- **Организационни процеси.** Неизменна част от успешното въвеждане на BIM са ясните стъпки и действия от работния процес. Те се дефинират в протоколи. Такива протоколи съдържат информация за действията при получаване и из-

пращане на информация по имейл, водене на комуникация, работа с конкретни софтуерни продукти създаване на BIM Модели, добри практики.

- **Организационни стандарти.** Освен протоколи част от успешно въвеждане на BIM зависи и от наличните стандарти. Такива стандарти са въвеждането на ясна файлова организация. Тя съдържа определена структура в която е ясно кой файл къде се намира. Добра практика е да има разделение на работната папка, в която се съхранява само една последно актуална версия на работния файл. Всички други версии са в отделна архивна папка. Допълнително да са въведени папки със съответни дати за изходяща и входяща информация. Това е примерно разделение, което допълнително може да бъде изменено. Част от стандартизацията е ползването на шаблони за проектната документация и софтуерни продукти. Това ще гарантира еднаквата визия и минимално съдържание. Подобни шаблони могат да се ползват за обяснителна записка, количествена сметка и други документи. В центъра остава основният BIM софтуерен продукт, който се ползва. Задължително е да се използва програмен шаблон. Такива шаблони могат да бъдат създадени от съответната организация на база опит от предходни проекти или да се ползват готови шаблони. Готови шаблони могат да бъдат част от дадения софтуерен продукт или да се предоставя от трети страни, като министерства, одобряващи органи, браншови и частни организации. У нас Камара на Архитектите в България е разработила и предоставя за ползване на своите членове шаблони за различни продукти, включително Revit. При софтуерен продукт Revit например той съдържа най-често ползваните типове елементи: стени, полове, покриви, ок. Тавани, обзавеждане и др. Съдържа се информация за графичното оформление, дебелини на линии, типове анотативни елементи като дименсии, текстове и други. Съвкупността от всички обекти и настройки се запазва и се използва за всеки проект. Много важен аспект са и библиотеките с обекти, които се ползват за изграждане на дадения BIM модел. За постигането на добър резултат трябва да се следват и стандарти за обектите. В среда на програмния продукт Revit това са така наречените фамилии. Те трябва да са построени по определен начин и организацията на информацията в тях трябва да следва дадените стандарти, за да се гарантира качеството на крайния модел.

Организационните процеси и стандарти се записват в специални документи. Те се предоставят за ползване от членовете на дадения екип, за да се запознаят с тях и да ги използват в работата си. За по-лесна работа и достъп те могат да се качат в онлайн пространство. Допълнително могат да бъдат вградени във функционалността на дадения софтуерен продукт, ако той позволява надстрояване чрез допълнителни приложения за него.

5.4 Легални и регулаторни. Липсата на ясна регулаторна рамка, изисквания и легална информация е основно предизвикателство. Въпреки това, вече са налице документи, които започват да попълват тези липси.

- **Запознаване с национални документи.** Основният документ, с който всяка организация, интересуваща се от BIM, е „Национална стратегия за цифрова трансформация на строителния сектор 2030 г. Въвеждане на строително информационното моделиране (СИМ) при проектирането, изпълнението и поддържането на строежите“. Заедно с ПЪТНА КАРТА за изпълнение на Националната стратегия за цифрова трансформация на строителния сектор 2030 г. Документът е приет с Решение № 270 на Министерския съвет от 06.04.2023 г. Международният и основен BIM стандарт – ISO 19 650. Той се състои от 5 части.
- **Запознаване с международни документи и опит.** При липса на достатъчно информация и документи на местно ниво логичната стъпка е да се обърнем към международния опит и примери. За успешното имплементиране можем да почерпим опит от страни, в които тези процеси вече са в ход или са успешно преминали. Такава информация може да намерим в Наръчник за имплементиране на BIM от европейската BIM работна група. Страницата на британските национални строителни спецификации NBS[7]. Там се намират множество статии, изследвания, BIM съдържание и др. Съществуват и много форуми и организации, като BIM Forgive[8], където се споделя информация за нива на информация, протоколи за работа и други, които могат да се ползват и прилагат на местно ниво след адаптация. Подобни материали се намират и на специално разработен сайт за BIM в Нова Зеландия[9]. Там ще намерите шаблони, наръчници и друго полезно съдържание, което също може да послужи като ценен опит и отправна точка.

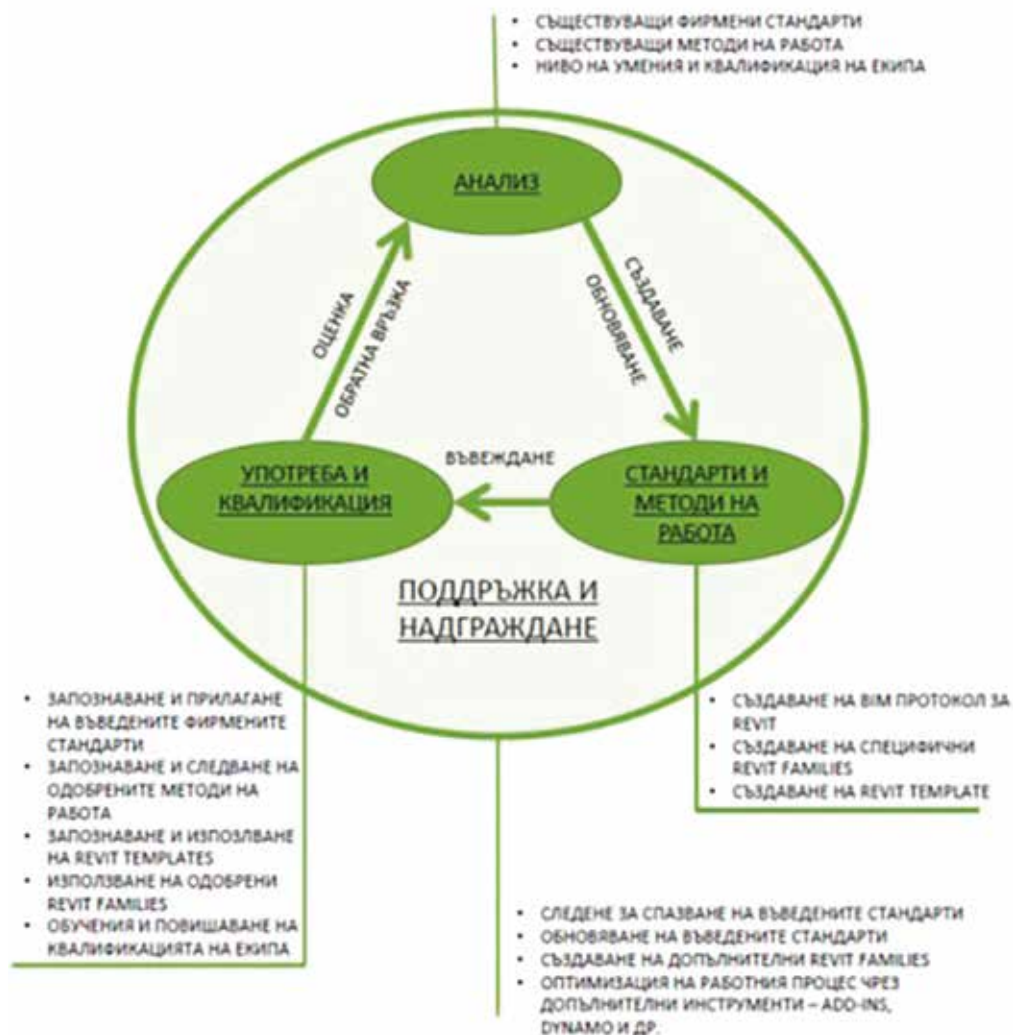
5.5 Финансови. Финансовите предизвикателства могат да се окажат и възможности. Зависи как се подходи към тях.

- **Намаляване на разходи.** Чрез повишената ефективност при имплементирането на този тип технология е възможно по-малки екипи да извършват по-голям обем работа за по-кратко време. Това би позволило да се намалят разходите, но е въпрос на оценка съпоставено срещу заплащането на кадри, които имат добро владение на BIM.
- **Възможност за международна колаборация.** Постигане на по-висок проектантски хонорар може да се осъществи с работа по международни проекти. BIM Методологията отваря вратата към проекти, по които се търсят подобни специалисти. Овладяването на технологията би дало конкурентно предимство и възможност за по-добро заплащане.
- **Основание за по-висок хонорар.** Дори на местно ниво този тип проектиране и изпълнение на проекти е основание за защита на по-висок хонорар в сравнение със стандартен подход на работа. За да се защити успешно тази теза, е важно клиентът да се запознае с допълнителната стойност, която се създава чрез BIM методологията. Трябва да бъде образован в посока BIM и

какво би получил в допълнение спрямо стандартен проект. Тук следва да се застъпят възможностите за виртуална демонстрация, повишено ниво на съгласуване на специалностите в тримерно пространство, възможности за по-добро планиране, по-точни количества и др., най-вече фокус върху спестяване на време и ресурси, което води до спестяване и на финанси.

6. BIM имплементационен цикъл

Следвайки насоките, дадени в предходните точки, може да се обособи схема на имплементацията на BIM. Това не е еднократен процес, за това най-точно може да се дефинира като цикъл. За целите в примера се разглежда сценарий с ползване на софтуерен продукт Autodesk Revit.



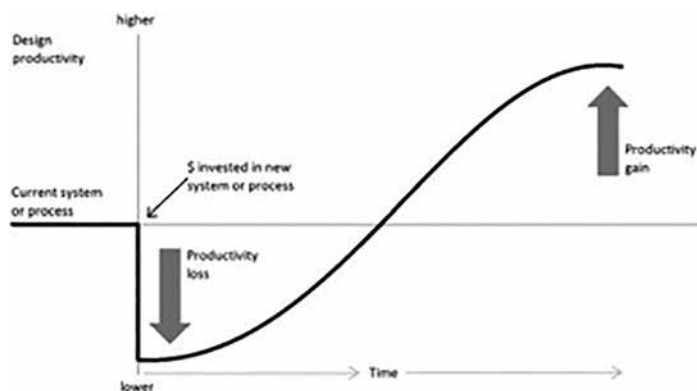
Ил. 3. BIM Имплементационен цикъл. Автор П. Пенчев

- 6.1 Анализ** – Всеки от процесите започва с анализ на текущото състояние и положение. Резултатите от анализа служат за отправна точка при съставяне на стратегията за имплементация и определят следващите стъпки. Основен фокус е човешкият ресурс и текущата фирмена организация.
- 6.2 Стандарти и Методи на работа** – На база анализа се актуализират или създават организационни стандарти и протоколи за работа. Следват се добрите примери и практики. Минималната работа по тази фаза е въвеждане на файлова организация, въвеждане на шаблон за Revit, въвеждане на фирмени стандарти за обем и съдържание на моделите и чертежите, които се генерират от тях.
- 6.3 Употреба** – След създаването на съответните стандарти, протоколи и необходими процеси се пристъпва към същинската работа с използване на BIM технологията. Това е същността на имплементацията. За успешното овладяване на новия метод всеки член на екипа следва да бъде запознат с новите стъпки и начин на работа.

За успешен краен резултат всяка от тези стъпки се разглежда като ниво от непрекъсната спирала. Не говорим за еднократни действия, а за непрекъснат цикъл. След определено време на употреба на въведени шаблони, протоколи и др. се прави нова оценка и се търси обратната връзка на екипа. Често въведен процес не е най-оптимален или даден шаблон има нужда от обновяване във времето. Процесът се повтаря многократно и само по този начин може да се постигне максимален резултат и ефективност. Ако това не се случва, рискът е на управленско ниво да се въведат правила, които на практика да не работят и да водят до негативен ефект и излишно забавяне, или дори грешки в работния процес.

7. Заключение

В обобщение можем да заключим, че имплементирането на BIM за проектанти е сложен процес. Изисква сериозен ресурс от време и финанси, особено в началния етап. Именно в него трябва да са съсредоточени усилията и е важно да се подходи с търпение. Целта е дългосрочна и хоризонтът дълъг. Постоянството е ключът към успеха. Лесно е след първоначален период и похарчен бюджет да се изостави новият подход на работа. Това трябва да бъде избегнато и да се продължи до реализиране на същинските предимства. Дори работата по един проект следва подобна крива на времето спрямо усилията. При въвеждането на BIM методологията трябва да се устои на първоначално високите усилия и вложени ресурси, за да се стигне до момента на постигане на повишената ефективност и спестяването на време, финанси и всички съпътстващи ползи.



Ил. 4. Design productivity after BIM system implementation /
Производителност на проектиране след внедряване на BIM система [3]

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Шатова, В., (2025. с.125). *Дигиталните технологии като съществена част от съдържанието на музейната сграда в подкрепа на изложбата*. Сборник доклади от Национална научно-практическа конференция „Дигитални технологии в архитектурата, дизайна и визуалните изкуства“, 27–28 април, 2023.НБУ. ISSN: 2815-5211
2. *Камара на строителите в България* [онлайн]. Работната група на Европейския съюз по въпросите на BIM („EUBIMTG“), „Наръчник за въвеждане на строително-информационното моделиране от европейския публичен сектор „(Стратегически действия за ефективност на строителния сектор: стимулиране на стойността, иновациите и растежа)“. 06.03.2020 [прегледан на 15.07.2024]. Достъпен на <https://ksb.bg/wp-content/uploads/2020/03/GROW-2017-01356-00-00-BG-TRA-00.pdf>
3. *Министерство на регионалното развитие и благоустройството на Република България* [онлайн] „Национална стратегия за цифрова трансформация на строителния сектор 2030 г. Въвеждане на строително информационното моделиране (СИМ) при проектирането, изпълнението и поддържането на строежите“ 26.03.2024 [прегледан на 15.07.2024]. Достъпен на [https://www.mrrb.bg/static/media/ups/categories/attachments/Национална стратегия за цифрова трансформация на строителния сектор062c1ba90c0952c2b2b2126770df4e60d577e97287bc63b7996b713feb197f84.docx](https://www.mrrb.bg/static/media/ups/categories/attachments/Национална_стратегия_за_цифрова_трансформация_на_строителния_сектор062c1ba90c0952c2b2b2126770df4e60d577e97287bc63b7996b713feb197f84.docx)
4. *Министерство на регионалното развитие и благоустройството на Република България* [онлайн] Пътна карта за изпълнение на националната стратегия за цифрова трансформация на строителния сектор 2030 г.. 26.03.2024 [прегледан на 15.07.2024]. Достъпен на https://www.mrrb.bg/static/media/ups/categories/attachments/%D0%9F%D1%8A%D1%82%D0%BD%D0%B0%20%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0_%D0%9D%D0%A1%D0%A6%D0%A2%D0%A1%D0%A1c6a53cde834d2f372da896a872b978ac.doc
5. *Министерство на регионалното развитие и благоустройството на Република България* [онлайн]. Решение №270 за одобрение на Национална стратегия за цифрова трансформация на строителния сектор 2030 г. и на пътна карта за нейното изпълнение. 26.03.2024 [прегледан на 15.07.2024]. Достъпен на https://www.mrrb.bg/static/media/ups/categories/attachments/%D0%A0%D0%9C%D0%A1_270_06.04.20237a4bce3b7ff30d676bd5f912f5a358e6.pdf

6. Autodesk [онлайн]. Technology Impact Program Technology for a better world. 2024 [презлеган на 15.07.2024]. Достъпен на <https://www.autodesk.com/sustainability/technology-impact-program>
7. Европейски цифров иновационен хъб в сектор строителство [онлайн]. [презлеган на 15.07.2024]. Достъпен на <https://www.edih-construction.bg/>
8. National Building Specification [онлайн]. [презлеган на 15.07.2024]. Достъпен на <https://www.thenbs.com/>
9. BIM Forum [онлайн]. [презлеган на 15.07.2024]. Достъпен на <https://bimforum.org/>
10. BIMinNZ [онлайн]. [презлеган на 15.07.2024]. Достъпен на <https://www.biminnz.co.nz/>

ИЛЮСТРАЦИИ

- Ил. 1. Halim E., A. Mohamed, M. S. Fathi, 2022. Building Information Modelling (BIM) Implementation for Highway Project from Consultant's Perspectives in Malaysia, ResearchGate [презлеган на 15.07.2024]. Достъпен на <https://www.researchgate.net/publication/358669042/figure/fig1/AS:11431281103627887@1669747365910/MacLeamy-Curve-on-BIM-workflow-15.png>
- Ил. 2. Criminale A., S. Langar, 2017. Challenges with BIM Implementation: A Review of Literature. ResearchGate [презлеган на 15.07.2024]. Достъпен на <https://www.researchgate.net/profile/Sandeep-Langar/publication/317842173/figure/tbl1/AS:654394848718848@1533031298559/BIM-Implementation-Challenges-and-its-association-with-Project-Organization-or-both.png>
- Ил. 3. Пенчев П., BIM Имплементационен цикъл
- Ил. 4. Reizgevičius M., L. Ustinovičius, D. Cibulskienė, Vl. Kutut and L. Nazarko, 2018. Promoting Sustainability through Investment in Building Information Modeling (BIM) Technologies: A Design Company Perspective. ResearchGate [презлеган на 15.07.2024]. Достъпен на <https://www.researchgate.net/profile/Lukasz-Nazarko-2/publication/323401191/figure/fig2/AS:598349925335058@1519669147885/Design-productivity-after-BIM-system-implementation-56.png>

ИЗГОТВЯНЕ НА 3D MESH МОДЕЛИ ОТ ИЗОБРАЖЕНИЯ. ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА НА ЛИПСВАЩА ИНФОРМАЦИЯ ПО ОБУЧЕНИ МОДЕЛИ В АРХИТЕКТУРАТА

ПЕТЪР ПЕТРОВ

CREATING 3D MESH MODELS FROM IMAGES. CHALLENGES OF MISSING INFORMATION IN TRAINED MODELS IN ARCHITECTURE

PETAR PETROV

РЕЗЮМЕ

Моделите за генериране на изображения се основават основно на два модела. Първият модел е свързан с дифузно генериране на изображения от текст (text-to-image) по разпознаваеми модели и цветове, като с итерации се достига до изображение с приемливо съдържание за визуализиране и предоставяне на потребителя. Вторият модел, използващ Control Net, се основава на технологията Image-to-Image и технологии, които са сходни и изследващи дълбочините с улавяне на перспективата и изготвяне на карти за дълбочина.

Huawei Moon Mode бе първият комерсиално въведен алгоритъм през 2019 г., който допълва изображенията по общи разпознаваеми или предварително зададени детайли при заснемане и генериране на изображение.

В текста се изследват модели, които могат да генерират 3D mesh и съответстващите им цели модели, а на следващ етап, и да разпознават различните елементи за детайлно разработване на модели по обучени алгоритми за допълнително набиране на информация от ключови думи или детайлни снимки.

Ключови думи: ai architecture, text to image, image to 3d, recontextualize / реконтекстуализирам (поставям или разглеждам в нов или различен контекст)

SUMMARY

The image generation models are mainly based on two models. The first model is related to the diffuse generation images from text (text-to-image) according to recognizable patterns and colors it iteratively reaches an image with acceptable content for visualization and delivery to the user. The second model uses Control Net and it is based on Image-to-Image technology and technologies that are similar and exploring the depths of with perspective capture and drawing depth maps.

Huawei Moon Mode was the first commercially introduced algorithm in 2019 that augmented images by common recognizable or predefined details in image capture and generation.

The text explores models that can generate 3D meshes and their corresponding entire models, and at a later stage, recognize the various elements for detailed development of models using trained algorithms for additional information gathering from keywords or detailed photos.

Keywords: ai architecture, text to image, image to 3d, recontextualize.

ВЪВЕДЕНИЕ

Първите фотограметрични изображения, използвани за да бъде генериран план, са изпълнени от французина Еме Лоседа (E. Laussedat) през 1859 – 1861 г. (Фотограметрия, 2024). Днес, с напредване на технологиите и обучението на алгоритми за разпознаване на изображения все повече се разширява, обогатява и класифицира Big data от изображения, текстовото описание към тези изображения и самообучаващите се алгоритми за разпознаване на сходни обекти в различно разположение, комбинация, цвят, осветеност и др. параметри.

Първият комерсиално разпространен модел на добавени елементи в изображенията е въведен при дигиталната фотография през 2019 г. с технология на Huawei, наречена Moop Mode. Този модел представлява нов начин на възпроизвеждане между заснемано изображение и изображение, представено на потребителя и представлява нов тип реконтекстуализъм (Zhang, 2022). Това е процес на добавяне или оформяне на детайли, които въпросното устройство не може да възпроизведе поради различни причини: слаба осветеност, несъвършенство в матрицата на камерата, отдалеченост на обекта и други „шумове“, възникнали от рефракция, движение и т.н.

Единствените предизвикателства пред генерираното от текст изображение (Score Distillation Sampling (SDS)) и второстепенното моделиране на изображенията и тяхното визуализиране, независимо дали са модели на животни, цветя, ландшафт или сгради, е необходимостта от достатъчна Big Data с изображения със съответното съдържание и обучен модел за изготвяне на финалното изображение. Този модел представлява подготвянето на сцената с всички характеристики: фон, перспектива, композиция от обекти, мащаб, осветеност и т.н.

Основните модели за генериране на изображения и технологиите зад тях са:

- Score Distillation Sampling (SDS) – машинно обучен модел на генериране на изображения от думи / промптове с помощта на дифузионни модели;
- Image-to-Image – трансформация на съществуващо изображение в ново, базирано на зададени промени, въвеждани с думи / промптове или с предварително зададени параметри, като например, перспектива, стил, цвятова схема, фон или други нови елементи;
- Sketch-to-Image – превръщане на скица или контур в завършено изображение, запазвайки основните форми и структури.

Поставяне на задача и резултати

Поради универсалността на моделите, които са разработени към днешна дата, за генерирането на мрежа 3D модел ще разгледам универсални и най-често срещани модели, използвани в архитектурата. Първите два модела са на хора в различно положение, а вторите два на сгради, като първата е на еднофамилна къща, а втората е обществена сграда.

Представени са резултати, генерирани с csm.ai, които обобщават и дават едни от най-добрите резултати при генерирането на модел от различни по тип изображения.

Резултатите от изграждането на 3D модели са интересни от гледна точка на възможностите за генериране не само от видимата част, но и от възможностите за генериране на гръб или на тази част от модела, която се вижда частично.

При „модел 1“ на хора (Ил.1, 2 и 3) може да стигнем до извода, че при симетрични модели, генерирането на 3D модел е доста по-реалистичен от гледна точка на визуализирането и разбирането какво се очаква да има в невидимата част на снимката и добавянето и правилното разполагане на невидими детайли.



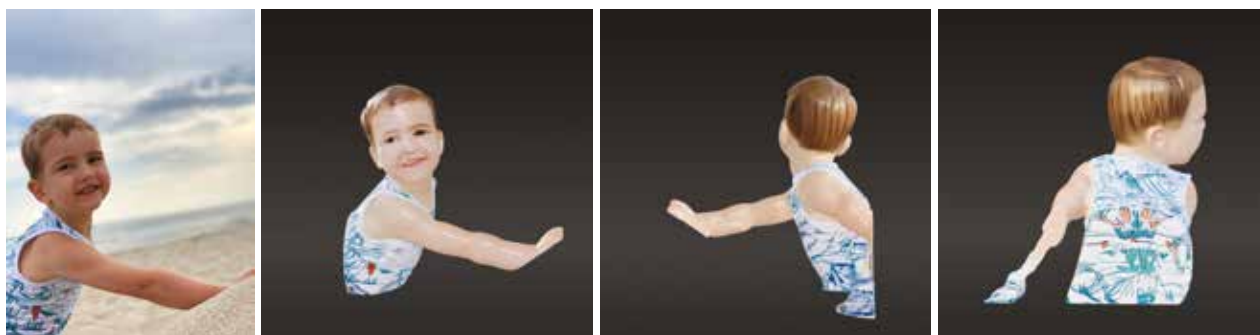
Ил. 1. Снимка на дете (Петров, Дете 1, 2024)

Ил. 2. 3D модел, генерирано изображение 1 в различна позиция. (tripo3d.ai, 2024)

Ил. 3. 3D модел, генерирано изображение 1 в различна позиция. (tripo3d.ai, 2024)

Правени са експерименти и с други сходни генеративни инструменти, като някои от тях генерират неправилен тил със странни халюцинации в изграждането на модела и визуализира форми на носове и върху тила, като това най-вероятно се дължи на алгоритъма при изграждане на права и обратна симетрия.

При „модел и изображения 2“ на хора (Ил.4, 5, 6 и 7) – моделът включва човешка фигура със завъртяна глава, част от торса и една ръка, който е значително по-сложен и несиметричен модел.



Ил. 4. Снимка на дете (Петров, Дете 2, 2024)

Ил. 5. 3D модел, генерирано изображение 4 в различна позиция. (tripo3d.ai, 2024)

Ил. 6. 3D модел, генерирано изображение 4 в различна позиция. (tripo3d.ai, 2024)

Ил. 7. 3D модел, генерирано изображение 4 в различна позиция. (tripo3d.ai, 2024)

При него се наблюдават частични изкривявания. Тялото до голяма степен е правилно генерирано, но веднага се забелязват наложените възможни резултати при генерирането на главата. Има неправилно генерирано око и поради липсата на информация при гланта на лявата ръката е реализирана с нелогично пренасяне на елементи от дрехата. Тук се откриват симетрия в лицето с проблем с по-голямо ляво око и липсата на симетрия при изграждане на гърба с визуализирана изгатаина под гясното рамо.

При „модел 3“ и нейните варианти на изображения (Ил. 8, 9 и 10) е представена малка къща с правилна форма и двукатен покрив.



Ил. 8. Малка къща. (Петров, 2024)

Ил. 9. 3D модел, генериран от предното изображение в позиция спрямо снимката. (tripo3d.ai, 2024)

Ил. 10. 3D модел, генериран от предното изображение в позиция спрямо невидимия гръб на къщата. (tripo3d.ai, 2024)

Генерирането на резултат от обработката на изображенията представляват интерес и от гледна точка на моделите, които се генерират. Въпреки разбирането на сценария за еднофамилна къща, когато къщата няма прозорци, освен остъклената тераса, вероятно моделът предполага липса и на други елементи в сградата. Въпреки всичко, алгоритъмът изгражда с много голяма точност и гладкост всички елементи по готовия 3D модел.

При генериране на модели на обществени сгради се съпоставят два алгоритъма, за да се съпостави развитието им. Първият е църква „Св. София“ в град София. Избрана е такава сграда, поради нейната симетричност. Получават се достатъчно добри резултати, за разлика от моделите при генерирането на човек. Може да се направи сравнение между двата модела – csm.ai и tripo3d.ai на разчитане на изображенията и генериране на моделите.



Ил. 11. „Св. София“ преди възстановяването ѝ с останки от ислямското минаре (Стара София, 2013)

Ил. 12. 3D модел, генериран от предното изображение в позиция спрямо снимката (3d.csm.ai, 2024)

Ил. 13. 3D модел, генериран от предното изображение в позиция спрямо снимката и цялостен модел на църквата. (3d.csm.ai, 2024)



Ил. 14. 3D модел, генериран от предното изображение в позиция спрямо снимката и цялостен модел на църквата. (tripo3d.ai, 2024)

Ил. 15. 3D модел, генериран от предното изображение в позиция спрямо снимката и цялостен модел на църквата. (tripo3d.ai, 2024)

В резултат на подаване на симетрични сгради при генериране се генерират точни резултати и в голяма степен сходни. Моделът на tripo3d.ai разчита и дава повече детайли на видимата част от модела, но и csm.ai се справя значително по-правилно в сравнение с генерирането на човешка фигура, там резултатите му са доста некоректни от гледна точка на позициониране на елементи при изграждане на 3D модел, и ако той не е централно разположен като композиция, има и съществени проблеми с неговата перспектива.

Интересен експеримент за генерирането на 3D модели от текст е възможността да се генерира изображение по ключови думи – промптове и след това на тази основа да се генерира модел. За разлика от църквата „Св. София“, то следващото изследване не предполага генерираното изображение на сграда да бъде симетрично и това представлява предизвикателство при генерирането на целия 3D модел.

За генерирането на следващото изображение е използван csm.ai. Той има функционалност от генерираното от него изображение да изготви 3D модел и примерът е подходящ, за да се покаже колко важно е да има достатъчно добър алгоритъм при генерирането на изображения, от една страна, но също така, и самият модел да разпознава правилно перспективата, очертанията, дълбочината на изображения и да прави връзки при генерирането на гръб.



Ил. 16. Генерирано изображение от ключови думи: *float building in the empty field* (3d.csm.ai, 2024)

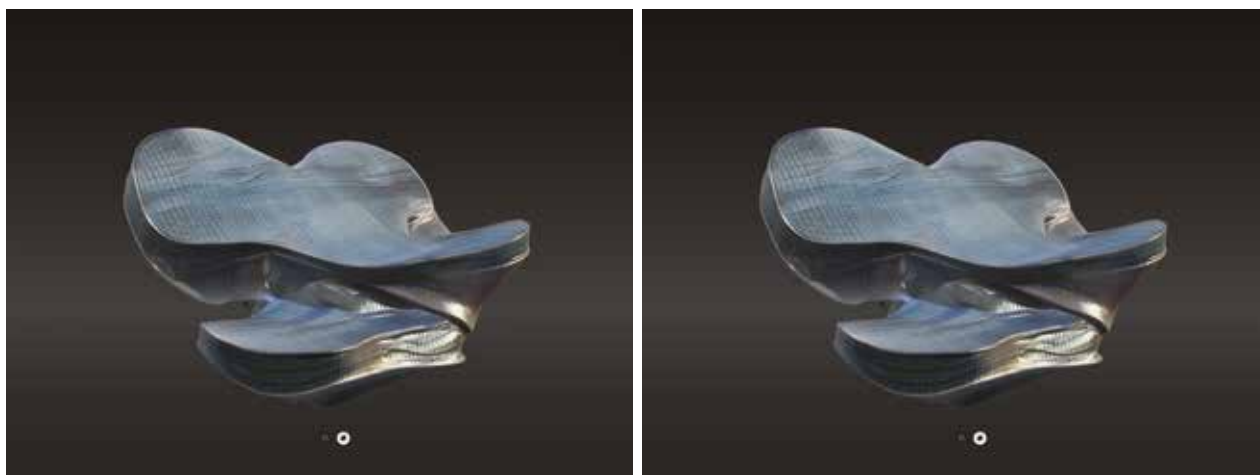
Тук разликите в генерираните 3D модели стават значителни. Поради невъзможността да знаем точно каква би била невидимата част от сградата, ще сравним резултатите и те са, че csm.ai генерира модел по-скоро изцяло симетрично. Това се вижда от сходните отвори от двете страни, но също така и от покрива, който е във формата на фуния.



Ил. 17. 3D модел, генериран от изображение 16 в позиция спрямо изображението. (3d.csm.ai, 2024)

Ил. 18. 3D модел, генериран от изображение 16 в поглед отгоре към видимата част. (3d.csm.ai, 2024)

Ил. 19. 3D модел, генериран от изображение 16 в поглед отгоре към обратната страна. (3d.csm.ai, 2024)



Ил. 20. 3D модел, генериран от изображение 16 в позиция спрямо изображението. (3d.csm.ai, 2024)

Ил. 21. 3D модел, генериран от изображение 16 в поглед отгоре към видимата част. (3d.csm.ai, 2024)

3D моделът генериран от trip3d.ai не е симетричен и от снимките се вижда, че има явен опит по-ниското тяло да остане такова и да се свърже с другия край на изображението. Трябва да се отбележи, че и мрежата на 3D модела е непрекъснато свързана.

Независимо от всички недостатъци на този модел за генериране на изображения, той може да се разглежда като възможност за предпроектни проучвания в помощ на местните власти за възможностите за бъдещо развитие на изоставени или слабо развити територии така, че да се създаде нов градски образ, а с това и икономически тласък, както отбелязва и В. Шатова. (Шатова, 2019-2020)

Закljučение

Фотограмметрията от нейното възникване се променя значително, следвайки съвременните технологии. Днес тази технология еволюира и намира решения при генерирането на 3D модели от изображения до системите на 3D лазерно заснемане и възможностите, които те предлагат.

Технологиите за добавена реалност или подробност ще реконтекстуализират нашите предложения или ще създават изцяло нови такива, ще дават възможности при търсене на предложения за решения, но естествено, няма да отговарят на всички архитектурни въпроси.

Алгоритмите на изкуствения интелект ще дават много бързо резултати при реконструкция на сгради или архитектурни обекти при обучени модели от натрупаните до този момент теоретични познания от изследвани сходни обекти, които, естествено, трябва да бъдат допълнително потвърдени и от изследователите и проектантите, заради възможността всеки път да дават различен резултат.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. 3d.csm.ai. (2024). CSM Home. Извлечено от Image to 3D: <https://3d.csm.ai/>
2. tripo3d.ai. (2024). TRIP03d.ai. Извлечено от Generate Anithing in 3D: <https://www.tripo3d.ai/app/home>
3. Zhang, Y. (2022, 04 22). Algorithmic photography: a case study of the Huawei Moon Mode controversy. doi:<https://doi.org/10.1177/01634437211064964>
4. Петров, П. (2024). Генериран 3D модел с помощта на csm.ai от снимка от личен архив.
5. *Стара София* [онлайн]. Софийската църква „Света София“. (П. Д.-р. Филов, Рег.) [прегледан на 5 май 2024 г.]. Достъпен на: http://stara-sofia.blogspot.com/2013/05/blog-post_20.html
6. *Фотограметрия* [прегледан на 9 декември 2024 г.]. Извлечено от Wikipedia: <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F>
7. Шатова, В. (2019–2020). *Значими връзки между култура, архитектура и туризъм*. В: Сборник научни публикации 6 / 2019–2020, Издателство на Нов български университет, София, 7–17

ИЗОБРАЖЕНИЯ

- Ил. 1. Снимка на дете (Петров, 2024)
- Ил. 2. 3D модел генерирано изображение 1 в различна позиция. (tripo3d.ai, 2024)
- Ил. 3. 3D модел генерирано изображение 1 в различна позиция. (tripo3d.ai, 2024)
- Ил. 4. Снимка на дете (Петров, 2024)
- Ил. 5. 3D модел генерирано изображение 4 в различна позиция. (tripo3d.ai, 2024)
- Ил. 6. 3D модел генерирано изображение 4 в различна позиция. (tripo3d.ai, 2024)
- Ил. 7. 3D модел генерирано изображение 4 в различна позиция. (tripo3d.ai, 2024)
- Ил. 8. Малка къща. (Петров, 2024)
- Ил. 9. 3D модел генериран от предното изображение в позиция спрямо снимката. (tripo3d.ai, 2024)
- Ил. 10. 3D модел генериран от предното изображение в позиция спрямо невидимия гръб на къщата. (tripo3d.ai, 2024)
- Ил. 11. "Св. София" преди възстановяването ѝ с останки от ислямското минаре (Стара София, 2013)
- Ил. 12. 3D модел генериран от предното изображение в позиция спрямо снимката (3d.csm.ai, 2024)
- Ил. 13. 3D модел генериран от предното изображение в позиция спрямо снимката и цялостен модел на църквата. (3d.csm.ai, 2024)
- Ил. 14. 3D модел генериран от предното изображение в позиция спрямо снимката и цялостен модел на църквата. (tripo3d.ai, 2024)
- Ил. 15. 3D модел генериран от предното изображение в позиция спрямо снимката и цялостен модел на църквата. (tripo3d.ai, 2024)

- Ил. 16. Изображение от ключови думи: float building in the empty field (3d.csm.ai, 2024)
- Ил. 17. 3D модел генериран от изображение 16 в позиция спрямо изображението. (3d.csm.ai, 2024)
- Ил. 18. 3D модел генериран от изображение 16 в поглед отгоре към видимата част. (3d.csm.ai, 2024)
- Ил. 19. 3D модел генериран от изображение 16 в поглед отгоре към гърбът. (3d.csm.ai, 2024)
- Ил. 20. 3D модел генериран от изображение 16 в позиция спрямо изображението и поглед отгоре и от невидимата част на изображението. (tripo3d.ai, 2024)
- Ил. 21. 3D модел генериран от изображение 16 в позиция спрямо изображението и поглед отгоре и от невидимата част на изображението. (tripo3d.ai, 2024)

EYE TRACKING ТЕХНОЛОГИЯТА – ПРИЛОЖЕНИЕ В АРХИТЕКТУРНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

ПОЛИНА КЪОСЕВА

EYE TRACKING TECHNOLOGY – APPLICATION IN ARCHITECTURAL RESEARCH

POLINA KYOSSEVA

РЕЗЮМЕ

Архитектурата е пространство, създадено от човек за човека, в което зрителното сетиво е доминиращо. Разбирането как човекът вижда и възприема своето обкръжение може да помогне на архитекти, градостроители и дизайнери да създават по-хуманна среда, съобразена със зрителните потребности на конкретни социални групи. Статията представя накратко технологията айтракинг и нейните приложения в полето на архитектурните изследвания, както и възможната практическата полза от тях. Приложенията са разделени общо в две групи – утилитарни (свързани със зрителната ориентация в пространството) и художествени (свързани с естетическото преживяване на архитектурата). Изказани са размисли на автора за възможността визуалната естетика да се корени във физиологията и в естествените принципи, които движат гледащото око.

Ключови думи: айтракинг, окулография, архитектура, ориентация, естетика, човешка среда

SUMMARY

Architectural space is made by humans for humans and dominated by the visual sense. The understanding of how people see and perceive their surroundings can help architects, urban planners and designers in creating a more humane environment, adapted to the optical specifics of certain social groups. The article briefly presents eye tracking technology and its applications in the field of architectural research as well as their potential practical benefits. The applications are generally divided in two groups – utilitarian (related to visual orientation in space) and artistic (related to aesthetic experience of architecture). Some author's thoughts are given to the possibility of visual aesthetics to be rooted in physiology and in the natural principles that drive the seeing eye.

Keywords: eye tracking, oculography, architecture, orientation, aesthetics, human environment



Ил. 1.6. Как човек вижда архитектурата? Айтракинг технологията в помощ на архитектите за създаване по-хуманна среда, адаптирана към човешкото зрително поведение. © П. Късева

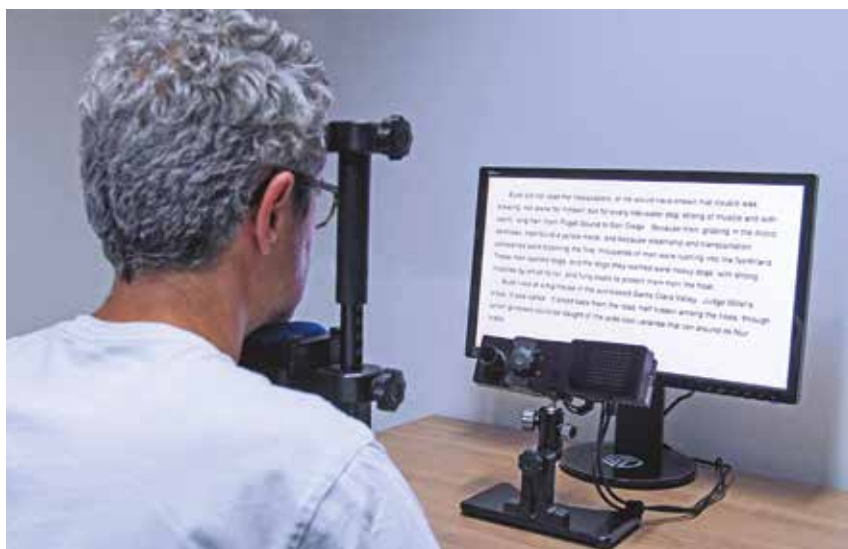
1. СЪЩНОСТ И ВЪЗНИКВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЯТА. ВИДОВЕ АЙТРАКЕРИ

Къде гледат хората? Колко дълго и върху какво задържат погледа си? Колко време им отнема да забележат определен обект от обкръжението си? Каква е самата траектория на окото? Eye Tracking (в буквален превод „следене на погледа“, на руски е приет терминът „окулография“) е технология, чрез която се наблюдава и записва движението на зениците при гледане. Първият айтракер е конструиран още в далечната 1908 година от Едмунд Хюи и се поставял в окото под формата на контактна леща. А първото приложение на технологията било да изследва движенията на погледа при четене. Силен тласък в развитието на окулографията дава Алфред Ярбус със своите експерименти от 60-те години на XX-ти век. Той показва на даден доброволец една и съща рисунка, като му задава различни въпроси за нея (Yarbus, 1967, p. 174). В зависимост от въпроса, траекторията на погледа всеки път се променя, откъдето Ярбус заключава че зрителното поведение следва мисловните процеси и разкрива тяхната динамика. На базата на това откритие той допуска, че в някаква степен движението на очите може да бъде инструмент в изследването на човешкото мислене, макар самото съдържание на мисълта да остава черна кутия за изследвателя.

За един век технологията претърпява огромна еволюция. Докато първите айтракери били неудобни и тромави апарати, които изисквали механично прикрепване към очната ябълка на гледащия, с годините технологията се усъвършенствала и днес е напълно безконтактна, като ориентацията на зеницата в пространството се отчита чрез отражението на насочен към нея инфрачервен лъч. Голям напредък е постигнат и по отношение на мобилността – докато в началото айтракерите били само настолни и всяко движение на главата водело до влошаване на точността, днес съществуват мобилни айтракери, които се носят под формата на очила и позволяват свободно движение в пространството. Това прави възможно изследванията да се провеждат в реална нелабораторна среда.

Към днешна дата на пазара се предлагат три основни вида айтракери:

- **настолни**, при които апаратът е фиксиран към монитор, на който се показват изображения (Ил. 2)
- **мобилни**, които се носят под формата на очила и позволяват свободно движение на човека в реална среда (Ил. 3)
- **VR интегрирани**, т.е. приставки за VR очила, с които човекът се движи във виртуална среда (Ил. 4)



Ил. 2. Настолен айтракер.

Ил. 3. Мобилен айтракер.

Ил. 4. VR интегриран айтракер.

2. ПРИЛОЖИМОСТ. ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ

С технологичното усъвършенстване на окулографа и все по-лесната му употреба се разрастват и областите му на приложение. Ето някои от най-разпространените области:

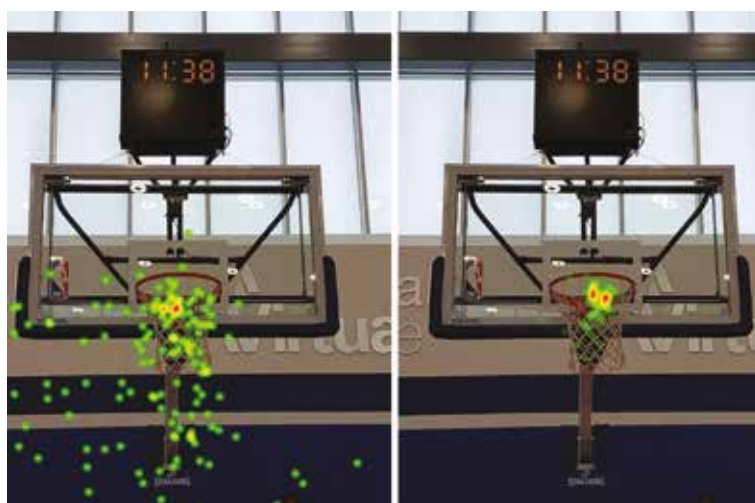
- **маркетинг** - наблюденията върху зрителното поведение на купувачите разкриват на търговците нови стратегии за по-ефективното визуално представяне на техните продукти (Ил. 5).
- **софтуерна и уеб разработка** - IT специалистите подобряват своите продукти като ги съобразяват с естествените принципи, по които човешкото око се движи по монитора.
- **шофиране** - сравнение между зрителното поведение на опитните шофьори и младите шофьори разкрива най-честите причини за ПТП и спомага за подобряване на пътната безопасност (Ил. 6).
- **спорт** - начинът, по който шампионите в спорта фокусират и движат погледа си, е обвързан с отличната им пространствено-двигателна координация. Информацията от тези наблюдения се използва после при обучението на младите спортисти (Ил. 7).
- **медицина** - определени модели на зрително поведение се свързват със специфични заболявания като аутизъм, алцхаймер, пр.
- **психология** - зрителното поведение на специфични социални и възрастови групи; зрителния фактор в ученето и паметта, разчитане на невербалната комуникация, т.н.
- **технология** - дистанционното управление с поглед е сред най-иновативните посоки на развитие в технологията към момента.



Ил. 5. Приложение в маркетинга.



Ил. 6. Приложение в шофирането.



Ил. 7. Приложение в спорта.

Независимо от областта на приложение, в айтракинг изследванията основен интерес представляват точките на фокусиране на погледа, неговата траектория, продължителността на фиксациите и др. Ето част от основните понятия, с които борави окулографията:

- **зрително поле** - определя се от положението на главата и включва централното и периферно зрение. Това, че даден обект влиза в зрителното поле, все още не означава, че той е забелязан и възприет.
- **фиксация** - това е точка от зрителното поле, в която погледът спира неподвижно. Приема се, че когато окото се фиксира върху даден обект, последният е влезнал във фокуса на вниманието и във възприятието на гледача. Продължителната фиксация може да бъде индикатор за протичане на мисловни процеси.

- **сакага** - това е бързо движение на очите между две фиксации. Счита се, че по време на сакагите мозъкът не обработва зрителната информация, т.е. ако погледът се стрелне през някакъв обект, без да спре върху него, въпросният обект вероятно е останал незабелязан и невъзприет.
- **зона на интерес** - това е зона от зрителното поле, където погледът прави серия от фиксации близо една до друга. Гъстотата на фиксации в тази зона показва, че наблюдаващият се опитва да извлече повече зрителна информация за обекта в тази зона, т.е. обектът се откроява във вниманието като важен.

3. ПРИЛОЖЕНИЯ В АРХИТЕКТУРАТА

Архитектурата е пространство, създадено от човек за човека, в което зрителното сетиво е доминиращо. Разбирането как хората виждат архитектурата, сградите и други елементи от градската среда е информация, която може да ни помогне в много отношения да подобрим жизнената среда като я адаптираме към човешките зрителни потребности. Разбира се, тук трябва да отбележим, че виждането е нещо повече от гледане, тъй както възприятието е нещо повече от проста сетивност. Едно и също зрително усещане може при две различни лица да доведе до възприятие с различен смислов, емоционален и контекстуален оттенък. Именно това напастяване на асоциации, интерпретации и тълкувания върху обективния зрителен стимул разгръща цялото многообразие и богатство на субективното човешко преживяване. За окулографа възприятието в този най-пълнокръвен смисъл остава енигма. И въпреки това, информацията къде и как гледа човекът може да е от изключителна полза за архитектите, градостроителите, дизайнерите и всички съзидатели на човешката жизнена среда. Настоящата статия има за цел да очертае чрез една палитра от примери приложимостта на айтракинг технологията в полето на архитектурата и да освети изследователския потенциал, от който практиката може да се възползва. За по-добра яснота на изложението тези приложения могат да се представят в две групи:

- **Утилитарна - оптимизиране на ориентацията**

Доколкото архитектурно е това пространство, в което човек се ситуира физически и извършва своите жизнени дейности, първата цел на възприемането му е ориентацията. Ориентацията се извършва спрямо репери, стоящи в определени пространствени взаимоотношения. Изследвайки с окулограф фиксации на погледа върху елементите от заобикалящата среда, ние можем не само да установим кои от тях се използват за репери, но също в какъв ред се разкриват и в каква йерархия стоят помежду си. Съществуват множество айтракинг изследвания за ориентация както в сгради, така и в откритата градска среда (Kiefer, Giannopoulos, Raubal, Duchowski, 2017).

Кои са визуалните репери, по които се ориентираме, за да намерим пътя - часовникови кули, статуи, мостове, постройки, площади? А кои параметри превръщат едно зрение

във визуален репер за ориентация – височина, цвят, местоположение? Къде и как да бъде позиционирано по оптимален начин? Това са все въпроси, чиито отговор може да ни помогне да планираме **по-добри градове с оптимизирана комуникация и силует**. Особено полезни са айтракинг изследвания за зрителното възприятие в урбанистична среда на конкретни социални групи – напр. хора в неравностойно положение (Azimi, Mostafavi, Best, Dommès, 2023), от които разбираме как тази среда може да се адаптира към техните специфични нужди. Но проблемът за зрителната ориентация е ключов не само на ниво градоустройство, но и вътре в зданията. Особено важен е в сградите на обществения транспорт като гары и летища, където всичко е под часовник и пътниците трябва бързо да намерят къде е касата, къде се чекира багажът, как да стигнат до точно техния перон или гейт, преди да са си изпуснали влака или самолета.

С помощта на VR интегриран айтракер вече може да се изследва и **оптимизира ориентацията в тези сгради още на ниво проект**, като се анализира погледа на доброволци във виртуална симулация на бъдещата сграда (Schrom-Feiertag, Settgast, Seer, 2016). С айтракинг може също така да се тества и подобри **безопасността на сградите**. Зрителната ориентация е изключително критична в случай на пожар или друга спешност, когато хората трябва бързо да се ориентират по евакуационните табели и да намерят изходите. Съществуват окулографски експерименти, които тестват видимостта на табелите и знаците, тяхната ефикасност при различен дизайн, цвят, надписи и разположение (Ding, 2020), (Jiang, Ning, Shi, Fan, 2022).

Айтракинг намира приложение дори в подобряването на безопасността на строителната площадка, където често стават инциденти, защото хората не виждат навреме рисковете около тях. Информацията как да подобрим този параметър е била предмет на окулографски изследвания (Pinheiro, Pradhananga, Jianu, Orabi, 2016) и може буквално да спаси човешки живот (Ил. 8).



Ил. 8. Приложение на айтракинг в изследване на пространствената ориентация.

- **Художествена – размисли върху архитектурната естетика**

Но архитектурното пространство е нещо повече от материя и въздух, където ориентираме физическите си действия. Нашите представи, спомени, намерения – целия мисловно-ефимерен пласт на нашето съществуване се генерира, насочва и организира във взаимодействието ни с жизнената среда. Поради водещата роля на субективната интерпретация тук приложението на айтракинг технологията е доста по-сложно. **Къде е фокусиран погледът и къде – умът, са два различни въпроса.** Макар окулографът да разкрива нещо за зрителното внимание на човека, възприятието остава черна кутия. Някъде тук стои и въпросът за архитектурната естетика. Какво определя една сграда като красива или като грозна? Изцяло субективна категория ли е красотата? И ако да, защо все пак има сгради, за които оценката е единодушна и безпощадна? Сградата на общината в Бостън неведнъж е класирана като една от най-грозните сгради в САЩ и са изказвани немалко мнения за нейно събаряне (Ил. 9).



Ил. 9. Сградата на общината в Бостън, САЩ.

Това само по себе си вече я прави достатъчно интересен обект за окулографско изследване – как виждат хората тази сграда, та толкова не я харесват? Този въпрос силно вълнува арх. Ан Сусман и Джанис Уорд, които през 2019 г. провеждат специално айтракинг изследване върху 33 души пред сградата на бостънската община. Отговорът, до който стигат е, че сградата не се харесва на хората, „защото не осигурява точките за фиксация“ (Sussman and Ward, 2019, p. 54), от които мозъкът се нуждае. С други думи, погледът блуждае – т.е. няма елемент в тази фасада, който да прикове категорично зрителното внимание и да предизвика съзерцание. Очите на наблюдателите по-скоро се стрелкат хаотично и вероятно на психологическо ниво това върви с едно чувство на обърканост. А както знаем по думите на Аристотел красотата е порядък. Хаосът – обратно, е нещо грозно. Но кое е първопричината? Дали погледът бяга, защото вижда грозота или обратно – погледът вижда грозота, защото не може да се фиксира върху нищо? А това как окото се движи и как фиксира е в някакъв смисъл физиологически предопределено. Макар да дава своя

отговор, статията пропуска да зададе фундаменталния въпрос – **наистина ли е възможно да търсим корените на естетиката във физиологията?** Не, не в обективните свойства на гледания предмет, а в обективните принципи, движещи гледащото око? А ако ние познаваме и отчитаме тези естествени механизми на човешкото гледане, дали това би ни помогнало да създаваме по-красиви сгради? Нима не сме чували, че „красотата е в окото на наблюдателя“? Но в сентенции като тази „окото“ се схваща като синоним на „душата“ зад него, която прави естетическата преценка. Нима е възможно самото око като физиологически орган да се движи по собствени закони, предшестващи съзнателното мислене, а „душата“ просто да оцветява в емоция преценката за красиво, погадена от тялото? И все пак подобна теза не е безпочвена. В друго айтракинг изследване се доказва, че погледът „игнорира“ празни стени (Sussman, Hollander, 2021, p. 233). Звучи съвсем логично, че очите ни са устроени да се заглеждат там, където има нещо, а не нищо. Нали трябва да бъдем бдителни за нещата, които ги има? Но ето че тази физиологическа склонност на окото е обвързана с естетическа оценка – слепите фасади се възприемат като негостоприемни и отблъскващи. Ако на същата сляпа фасада се добавят прозорци, тя автоматично става по-привлекателна за очите. Т.е. „става по-красива“, защото окото отива там, а не че окото отива там, защото е красива?

Изграждането на зрителна връзка е предпоставка за изграждането на емоционална връзка. А какви са законите, по които ние бихме могли целенасочено да стимулираме изграждането на тази зрителна връзка? По този въпрос съществуват множество изследвания за движението на човешкия поглед в отворена градска среда (Spanjar, Suigenbroek, 2020); върху фасади с различни характеристики (Azzam, Almoqam, 2024); в интериорната композиция (Weber, Choi, Stark, 1995) и др. Интерес представляват и айтракинг експериментите в областта на архитектурното наследство (Li, Zhang, Xia, Wu, 2022). От тях бихме могли да се научим как да го експонираме по-добре в градската среда, как да увеличим неговата ценност в очите на местните хора и на туристите и как да изявим или тушираме в зрителното възприятие определени характеристики.

Любопитно е, че при историческите сгради винаги има някаква зона на интерес, където взорът на наблюдателите е интензивен, докато при съвременните сгради по-често се среща моделът на блуждаещия поглед. Дали това че традиционните средства като симетрията и орнаменталната артикулация на формата създават по-категорични точки за фиксиране на погледа може да обясни факта, че според масовия вкус на хората извън архитектурната професия една барокова фасада обикновено се схваща като по-красива от една минималистична?

В подобна посока е и първото българско айтракинг изследване върху архитектурна проблематика (Кьосева, Металкова-Маркова, Раденков, 2020), което показва как определен исторически стил поражда интензивни зрителни фиксации, съпроводени с висока естетическа оценка. Стои също въпросът как образованието или друг културен багаж на човека изменя естествения му начин на гледане, а оттам и естетическия му вкус. В тази връзка има проведени айтракинг изследвания, доказващи предпочитанията на архитектите към асиметрични фасади и обратно – на не-архитектите към симетрични фасади (Azemati, Jam, Ghorbani, Dehmer, Ebrahimpour, Ghanbaran, Emmert-Streib, 2020). Във всяко от изслед-

ванията в тази група интерпретацията на резултатите изисква особено внимание и не може да се приеме еднозначно. И макар че архитектурната естетика далеч не се изчерпва със зрителното сетиво, окулографските изследвания все пак имат сериозен потенциал да допринесат в нейното по-добро разбиране и творене.

Независимо дали обсъждаме утилитарните или художествени измерения на архитектурата, технологията айтракинг предоставя безценна възможност тя да бъде изследвана през погледа на човека. Не човекът като абстрактно събирателно понятие, а човекът с конкретни характеристики от конкретна възрастова, етническа или друга социална група. Колко по-хуманна би могла да е например една клиника, която е съобразена със зрителното възприятие на конкретното заболяване на своите пациенти? Или дом за възрастни хора, проектиран съобразно зрителните потребности на съответната възраст? Или културен център за посетителите от конкретен регион и националност? **Познанието как хората виждат архитектурата е ключ към нейното хуманизиране.** И напук на страха, че технологиите ще ни роботизират или отнемат човешкото в нас, айтракинг е технология, която има потенциала да върне фокуса на архитектурата именно върху човека.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Къосева, П., М. Металкова-Маркова, Вл. Раденков, 2020. *За взаимовръзката между архитектурния стил и зрителното възприятие: айтракинг експеримент в две университетски сгради.* Годишник на УАСГ, том 53 2020, бр. 2, 371-388
2. Azemati, H., F. Jam, M. Ghorbani, M. Dehmer, et al., 2020. *The Role of Symmetry in the Aesthetics of Residential Building Façades Using Cognitive Science Methods.* *Symmetry.* (online) https://www.researchgate.net/publication/344040770_The_Role_of_Symmetry_in_the_Aesthetics_of_Residential_Building_Facades_Using_Cognitive_Science_Methods
3. Azimi, S., et al., 2023. *Investigating the Navigational Behavior of Wheelchair Users in Urban Environments Using Eye Movement Data.* In *Web and Wireless Geographical Information Systems* (online) https://www.researchgate.net/publication/371295360_Investigating_the_Navigational_Behavior_of_Wheelchair_Users_in_Urban_Environments_Using_Eye_Movement_Data
4. *Proceedings of the International Symposium on Web and Wireless Geographical Information Systems*, edited by M. A. Mostafavi and G. Del Mondo, 57-75. *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 13912. Springer
5. Azzam, Z., A. Almoqaram, 2024. *Simulating eye tracking in buildings facades to understand the impact of visual experience and sensory responses. University of Baghdad facades as a case study.* *AIP Conference Proceedings*, Volume 3051, Issue 1, id.100008, 16
6. Ding, N., 2020. *The Effectiveness of Evacuation Signs in Buildings Based on Eye Tracking Experiment.* *Natural Hazards* 103 (1): 1201-1218
7. Jiang, F., D.Ning, J. Shi, Z. Fan, 2022. *Verify the Validity of Guidance Sign in Buildings: A New Method Based on Mixed Reality with Eye Tracking Device.* *Sustainability* 14 (18): 11286
8. Kiefer, P., Giannopoulos, I., Raubal, M., Duchowski. A., 2017. *Eye Tracking for Spatial Research: Cognition, Computation, Challenges.* *Spatial Cognition and Computation* 17 (1-2): 1-19

9. Li, N., Zhang, S., Xia, L., Wu, Y., 2022. *Investigating the Visual Behavior Characteristics of Architectural Heritage Using Eye-Tracking*. Buildings 2022, 12(7), 1058
10. Lisińska-Kuśnierz, Małgorzata, and Michał Krupa, 2020. Suitability of Eye Tracking in Assessing the Visual Perception of Architecture—A Case Study Concerning Selected Projects Located in Cologne. Buildings 10, no. 2: 20
11. Pinheiro, R.B.O., Pradhananga, N., Jianu, R., Orabi. W., 2016. *Eye-Tracking Technology for Construction Safety: A Feasibility Study*. In Proceedings of the 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2016), 282-290. Auburn, USA
12. Schrom-Feiertag, H., Settgest, V., Seer. St., 2016. *Evaluation of Indoor Guidance Systems Using Eye Tracking in an Immersive Virtual Environment*. Spatial Cognition & Computation 1
13. Spanjar, G., Suurenbroek, F., 2020. *Eye-Tracking the City: Matching the Design of Streetscapes in High-Rise Environments with Users' Visual Experiences*. Journal of Digital Landscape Architecture (JoDLA), 5(2020), 374-385
14. Spanjar, G., Suurenbroek, F., 2020. *Eye-Tracking the City: Matching the Design of Streetscapes in High-Rise Environments with Users' Visual Experiences*. Journal of Digital Landscape Architecture 5 (2020): 374-385
15. Sussman, A., Hollander, J.B., 2021. *Cognitive Architecture: Designing for How We Respond to the Built Environment*. 2nd Edition. New York: Routledge
16. Sussman, A., Ward, J.M., 2019. *Eye-Tracking Boston City Hall to Better Understand Human Perception and the Architectural Experience*. New Design Ideas 3, no. 1: 53-59
17. Weber, R., Choi, Y., Stark, L., 1995. *The Impact of Formal Properties on Eye Movement During the Perception of Architecture*. In Proceedings of the ACSA European Conference Lisbon History/Theory/Criticism 1995, 173-182
18. Yarbus, A. L., 1967. *Eye Movements and Vision*. New York: Plenum Press

ИЛЮСТРАЦИИ

Ил. 1. Авторска илюстрация, генерирана с AI

Ил. 2. SR Research. (2023). <https://www.sr-research.com/wp-content/uploads/2023/08/eyelink-1000-plus-eye-tracker-reading-1.jpg>

Ил. 3. Tobii. (2020). <https://www.inceptivemind.com/wp-content/uploads/2020/06/Tobii-Pro-Glasses3-1-1068x712.png>

Ил. 4. Pupil Labs. (2019). <https://docs.pupil-labs.com/core/assets/vive.b0a3986e.jpg>

Ил. 5. Package InSight (2015). <https://i0.wp.com/packageinsight.com/wp-content/uploads/2015/09/How-Do-We-Measure-Attention.jpg?w=1000&ssl=1>

Ил. 6. Yole Group. (2018). https://medias.yolegroup.com/uploads/2022/06/Smart_Eye-1.jpg

Ил. 7. Laby. D. (2023). <https://www.tobii.com/imagevault/publishedmedia/gjrvxjhtpn3yc4oxdp4d/Tobii-Dan-Laby-baskets-heat-maps.png?w=1920&q=80>

Ил. 8. Tobii AB. (2018). https://mb.cision.com/Public/2874/2534417/9b2dea27bb7b1d47_800x800ar.jpeg

Ил. 9. Andrewjsan. (2012). <https://www.flickr.com/photos/andrewsan/6776358460/>

ПАРАМЕТРИЧЕН ДИЗАЙН, АЛГОРИТМИЧНО МОДЕЛИРАНЕ И ДИГИТАЛНО ПРОИЗВОДСТВО НА ДВОЙНО ОГЪНАТИ ПОВЪРХНИНИ В ЕЛЕМЕНТ ОТ ИНТЕРИОРА - ВЪТРЕШНА СЪЛБА

РАДУЛ ШИШКОВ

PARAMETRIC DESIGN, ALGORITHM MODELING AND DIGITAL PRODUCTION OF DOUBLE CURVED SURFACES IN AN INTERIOR ELEMENT - INTERIOR STAIRCASE

RADUL SHISHKOV

РЕЗЮМЕ

Докладът изследва иновативна методология, интегрираща параметричен дизайн, алгоритмично моделиране и дигитално производство за създаване на двойно огънати повърхнини в интериорни елементи, с фокус върху стълба. Изследването е разделено на три фази: идейна, техническа и производствена. В идейната фаза се използват алгоритми, разработени чрез платформата за визуално скриптиране Grasshopper, за дигитални модели, използвайки данни от лазерно сканиране на съществуваща метална конструкция като основа. Техническата фаза се фокусира върху алгоритмично сегментиране на повърхностите и моделиране на структурни елементи за прототипиране. Производствената фаза включва различни техники за дигитално производство, включително CNC операции и вакуумно пресоване на Corian® за производство на сложни, двойно огънати повърхнини.

Основните постижения включват разработването на точни дигитални модели както на структурни, така и на облицовъчни елементи, прилагането на CNC операции, 3D лазерно сканиране и вакуумно формоване за високопрецизно производство, и оптимизация на работния процес чрез интеграция на алгоритмично моделиране. Тази методология предлага значителни подобрения в производствените процеси чрез алгоритмично сегментиране и автоматизация, повишавайки ефективността им. Откритията предоставят ценни насоки и методологии, приложими в по-широк контекст на архитектурни и индустриални дизайнерски проекти, демонстрирайки потенциала на дигиталните технологии и алгоритмичните подходи да революционизират интериорния дизайн и производството.

Ключови думи: алгоритмично моделиране, изчислителен дизайн, параметричен дизайн, дигитално производство

SUMMARY

This study explores an innovative methodology integrating parametric design, algorithmic modeling, and digital fabrication to create double-curved surfaces in interior elements, focusing on a staircase. The study is segmented into three phases: conceptual, technical, and production. The conceptual phase employs visual scripting with Grasshopper and Rhino 3D to develop algorithms and

digital models, using laser-scanned data of an existing metal structure as a base. The technical phase focuses on algorithmically segmenting surfaces and modeling structural elements for prototyping. The production phase incorporates various digital fabrication techniques, including CNC operations and vacuum forming of Corian® to produce complex, double-curved surfaces.

Key advancements include the development of precise digital models for both structural and cladding elements, the application of CNC operations, 3D laser scanning, and vacuum forming for high-precision production, and the optimization of workflow through the integration of algorithmic modeling. This methodology offers significant improvements in manufacturing processes through algorithmic segmentation and automation, enhancing efficiency and cost-effectiveness. The findings provide valuable insights and methodologies applicable to broader architectural and industrial design contexts, demonstrating the potential of digital technologies and algorithmic approaches to revolutionize interior design and fabrication.

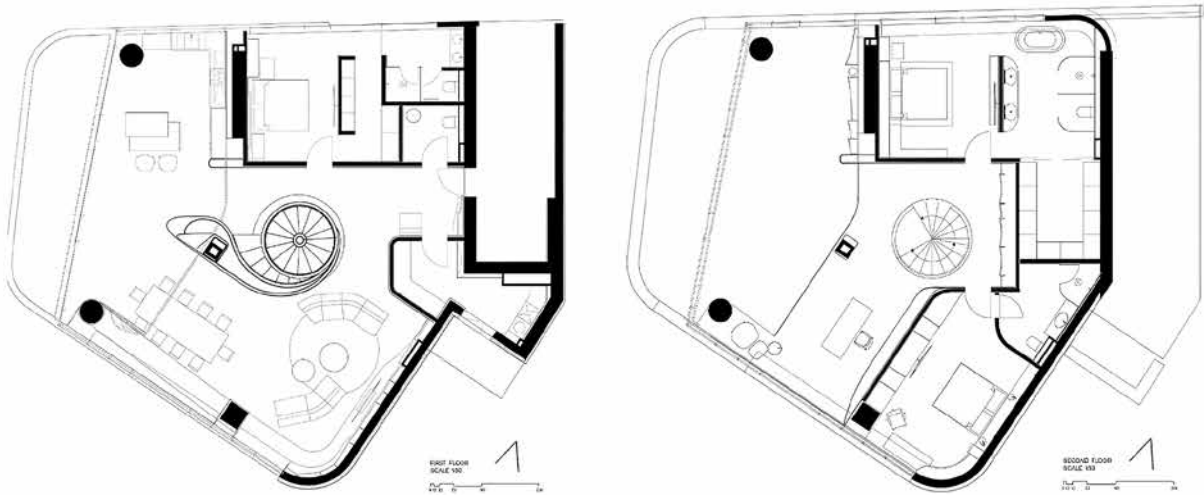
Keywords: algorithmic modeling, computational design, parametric design, digital fabrication

ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременната архитектура и дизайн стремежът към създаване на впечатляващи и уникални интериорни решения играе ключова роля, особено за успешната реализация на проектите. Тук представям разработки и резултати от реален инвестиционен проект, при който са приложени и демонстрирани интеграцията на параметричен дизайн, алгоритмично моделиране и дигитално производство, като част от инвестиционния процес на строителна компания, която се стреми да реализира и продаде имот от най-висок клас заедно с избрания дизайн. Основните цели на проекта включват:

- Постигане на впечатляващ и уникален дизайн
- Създаване на акцентен, отличителен елемент в интериорното пространство
- Оптимизиране на процеса на производство и монтаж.

В рамките на изследването и разработката са използвани различни иновативни методи и техники за постигане на тези цели. Параметричният дизайн и алгоритмичното моделиране позволяват разработването на сложни форми и структури, които са невъзможни или трудни за постигане с традиционните методи. Дигиталното прототипиране предоставя възможност за бързо и точно изработване на дизайните и оптимизация на процесите в производството. В допълнение, използването на високотехнологичния материал Corian® осигурява висока прецизност и издръжливост на крайния продукт. Като най-отличителен елемент в интериорното пространство е избрана интериорната стълба в апартамента, преминаваща през три нива и граничеща с просторно, панорамно емпоре (Ил. 1). Концепцията на дизайна залага на комплексно формообразуване във вид на сложна, непрекъсната повърхнина, която да обгръща стълбата и да следва нейната естествена, спираловидна форма.

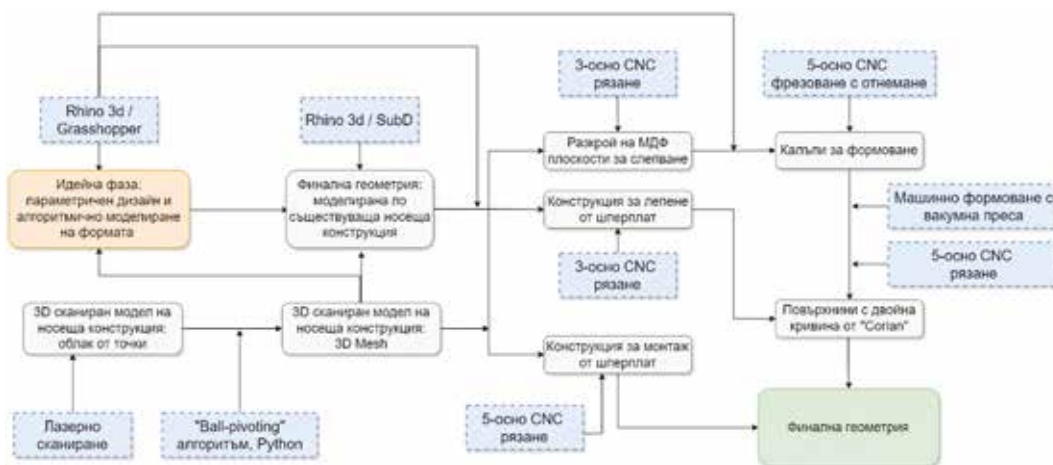


Ил. 1. Разпределение на апартамента и разположение на интериорната стълба в него. CAST Studio (2023)

Настоящият доклад разглежда подробно процеса на създаване на двойно огънати повърхнини като облицовъчни елементи за интериорната стълба чрез прилагането на споменатите методи и материали. Реализираният проект демонстрира как комбинирането на параметричен дизайн, алгоритмично моделиране и дигитално производство може да доведе до висока степен на креативност, съчетана с оптимизация на производствения процес. Този подход осигурява не само впечатляващ визуален ефект, но и ефективност и прецизност при изпълнението на проекта в контекста на интериорното пространство.

1. Дигитални процеси за дизайн и производство

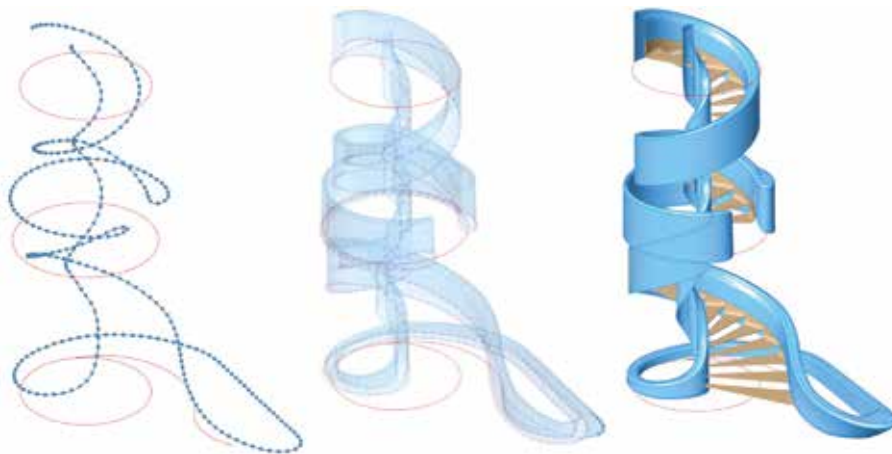
Целият процес от проектиране до изпълнение на интериорната стълба е показан схематично на Ил. 2, на нея различните приложени цифрови инструменти са маркирани в синьо.



Ил. 2. Процеси на изработка – дизайн до изпълнение. © Р. Шишков, 2024

1.1. Идейна фаза: параметричен дизайн и алгоритмично моделиране на формата.

За изграждането на идеен триизмерен модел на дизайна на стълбата е използвана средата за визуално скриптиране Grasshopper и Rhino3D. Съставен е алгоритъм за формообразуване, който да формира една непрекъсната повърхнина, дефинирана от четири пространствени криви, които преминават през трите нива. Тази повърхнина образува вътрешен и външен парапет, от двете страни на спираловидно разположени стъпала от масивна дървесина (Ил. 3).



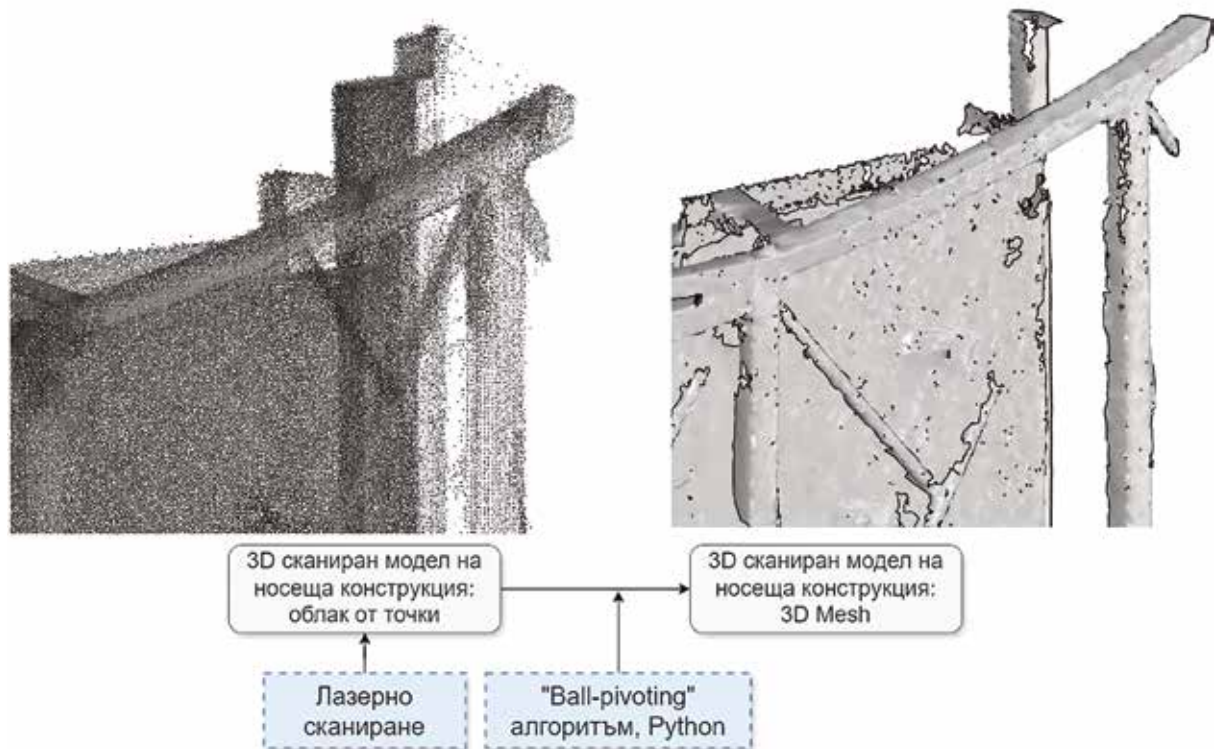
Ил. 3. Алгоритмично формообразуване – идеен модел. © Р. Шишков, 2024

Този първоначален модел на дизайна е под формата на математически дефинирана NURBS геометрия. Неговото алгоритмично изграждане позволява постигане на комплексна форма от сравнително прости начални параметри (четири водещи криви), също осигурява необходимата гъвкавост на дизайна, позволяваща неговото последващо изпълнение. В следваща фаза от разработката този основен алгоритъм за формообразуване е използван отново, за да се направят необходимите корекции във формата, така че максимално да отговаря на размерите и ограниченията във физическата среда за изпълнение на стълбата. След финализиране на идеята фаза от проекта е изградена носещата метална конструкция, която трябва да бъде облечена с повърхнините от Corian. Важна част от процеса е абсолютно точното напасване на проектните повърхнини върху съществуващата конструкция. Това налага точно заснемане и дигитализиране на конструкцията и актуализиране на идеиния триизмерен модел по нея.

1.2. Триизмерно сканиране и дигитализация на носещата конструкция.

Заснемането на металната конструкция е извършено посредством лазерно сканиране, резултатът от което е предоставен под формата на триизмерен облак от точки, съставен от 76 милиона точки (.E57 формат). Началните пространствени криви, които се използват в алгоритъма за формообразуване са модифицирани и наместени така, че геометрията, която дефинират, точно да следва изградената метална конструкция, която е репрезентирана под формата на точков облак. За последващите геометрични построения, свързани с моделиране на монтажната конструкция за повърхнините от Corian, е необхо-

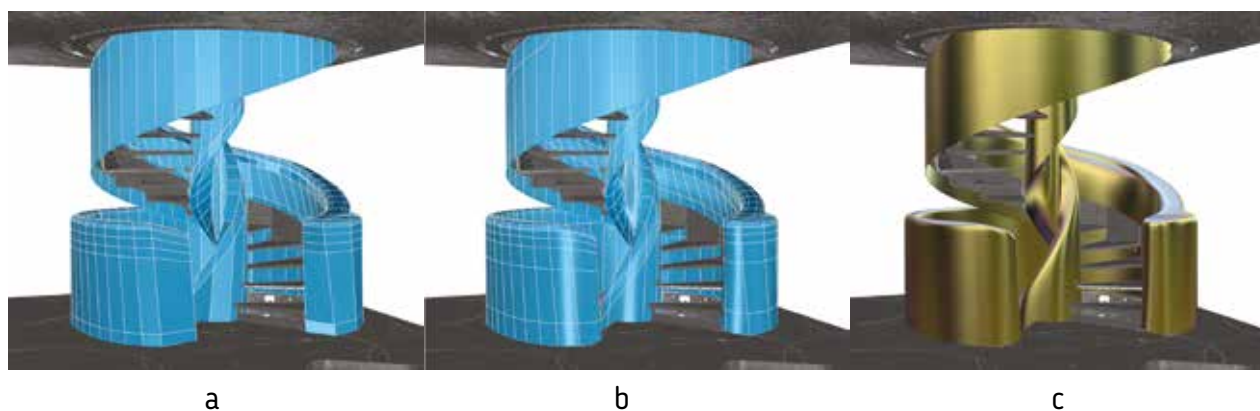
димо трансформирането на облака от точки в триизмерен меш, за да бъдат възможни геометрични построения, основани на пресичане с NURBS геометрията в триизмерната среда. Преобразуване на точковия облак в триизмерен меш е осъществено посредством "Ball-pivoting" алгоритъм, който е най-гъвкавият, ефикасен и стабилен метод за това (Bernardini, 1999)



Ил. 4. Лазерно сканиране и трансформиране на геометрията. © Р. Шишков, 2024

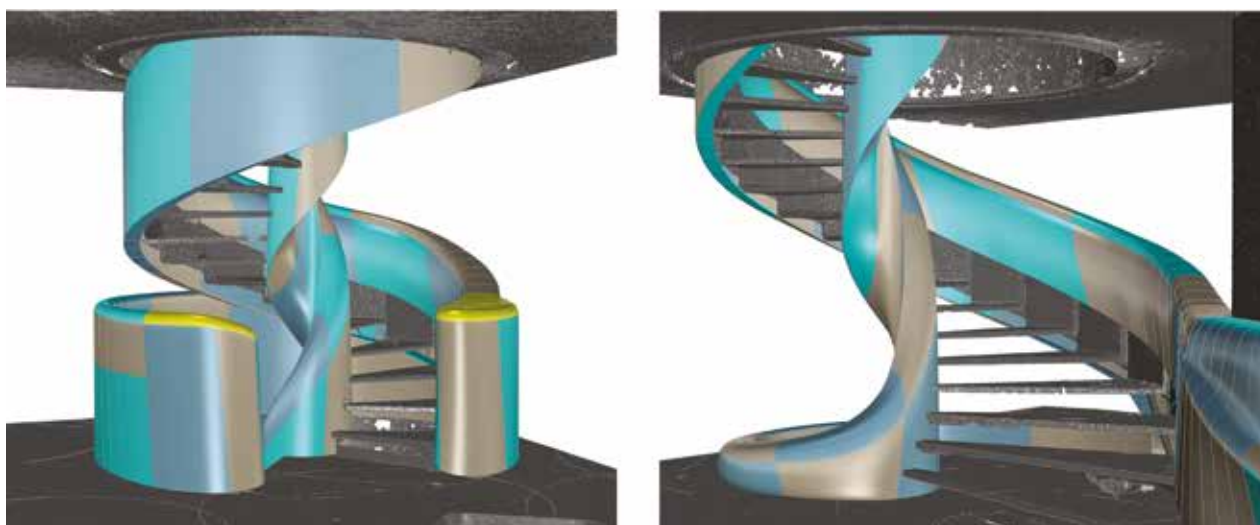
1.3. Финализиране на геометрията за изпълнение.

След актуализиране на NURBS чрез създадения алгоритъм, според наложената метална носеща конструкция, следва нейното финално моделиране и подготовка за производство. Това включва два процеса - трансформиране в SubD непрекъсната геометрия и последващо панелизиране от отделни сегменти с подходящи размери и кривина. SubD геометрията в софтуера Rhino3D е базирана на Catmull-Clark алгоритъм за изглаждане на геометрията и гарантира непрекъснатост на формата, когато тя е представена в този вид. Трансформирането в такъв вид геометрия беше наложено от нуждата от ръчно моделиране и скулптиране на формата във фините детайли, където алгоритмично моделиране е неоправдано сложно. Процесът включва алгоритмично трансформиране от NURBS в меш с намалена бройка полигони (low-poly mesh), който става контролен меш за SubD геометрията. Така получената геометрия е финализирана с процедурно моделиране, като непрекъснатостта на формата е проверявана чрез проектиране на околна среда (E-тар) върху нея, която визуално маркира евентуални допуснати неточности (Ил. 5)



Ил. 5. Трансформиране в SubD геометрия: а) алгоритмично построяване на контролен меш с намалени полигони; б) трансформиране в SubD; в) проверка на непрекъснатост след процедурно моделиране чрез E-тар проекция. © Р. Шишков, 2024

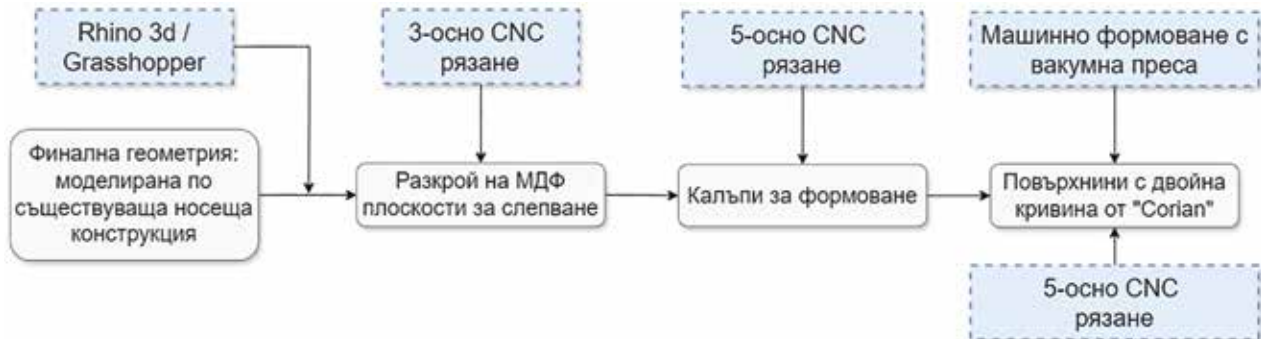
Разделението на тази финална геометрия на съставни панели за изработка е направено според кривината на повърхнината в отделните и части, оптималната големина на панелите и естествената топология на геометрията. Тази панелизация (Ил. б) е подготвителен процес за изработването на калъпи, по които да бъдат огънати повърхнините от Corian. За целта финализираната SubD геометрия е трансформирана обратно в NURBS и е офсетирана с дебелината на материала. Резултатът е точен дигитален двойник на всички елементи, които ще бъдат формовани в последващите процеси, заедно с тяхното точно положение и ориентация в пространството спрямо съществуващата среда, където ще бъдат монтирани.



Ил. 6. Панелизация на повърхнината. © Р. Шишков, 2024

1.4. Дигитално производство на калъпи и вакуумно формоване на повърхнините

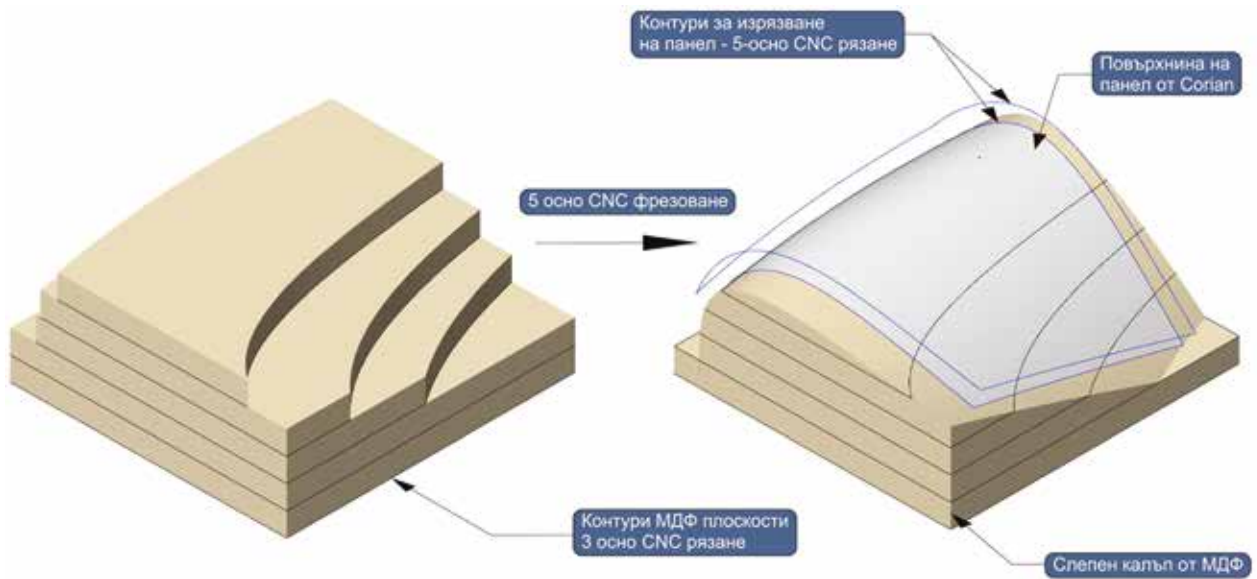
Всички цифрови инструменти, използвани в този процес са показани на Ил. 7 в синьо.



Ил. 7. Цифрови процеси при производството на калъпи за огъване. © Р. Шишков, 2024

Калъпите са изработени от слепени МДФ плоскости, по които вакуумна преса огъва загореният Corian, след което CNC фреза изрязва точния пространствен контур на панела. Геометрията на калъпите е функция от дигиталния триизмерен модел на панелите, затова е създаден алгоритъм, който да извлече необходимата информация и да я трансформира във вид, необходим за дигиталното производство (Ил. 7). Изходните данни от алгоритъмът са три неща:

- Двумерни контури на плоскости от МДФ за слепване – изготвят се чрез 3-осно CNC рязане. Тези заготовки оптимизират използваното количество материал и времето за следващите 5-осни CNC операции.
- Триизмерна NURBS повърхнина – необходима за 5-осно фрезование на слепените плоскости от МДФ. Това е повърхнината, по която се формова материалът в следващите стъпки, и тя е водеща за 5-осното фрезование. Алгоритъмът също ориентира тази повърхнина в пространството така, че калъпът да заема възможно най-малък обем. Тя е с по-голяма площ от съответния панел, за да има допълнителен материал по периферията, който да се отнеме в следващата стъпка и така да се гарантира абсолютно съответствие между дигиталния модел и физически произведения панел.
- Две пространствени криви – съответстващи на периферните контури на съответния панел, от двете му страни. Те са необходими за друга 5-осна CNC операция – изрязване на огънатата повърхнина



Ил. 7а. Дигитално производство на калъпи. © Р. Шишков, 2024

Така съставеният алгоритъм е използван за генерирането и производството на 225 калъпа, необходими за формоването на панелите от Согип. Върху тях, чрез вакуумна преса са огънати повърхнините. За монтирането на панелите върху носещата метална конструкция е необходимо да се произведат два вида спомагателни конструкции от шперплат (Ил. 8).



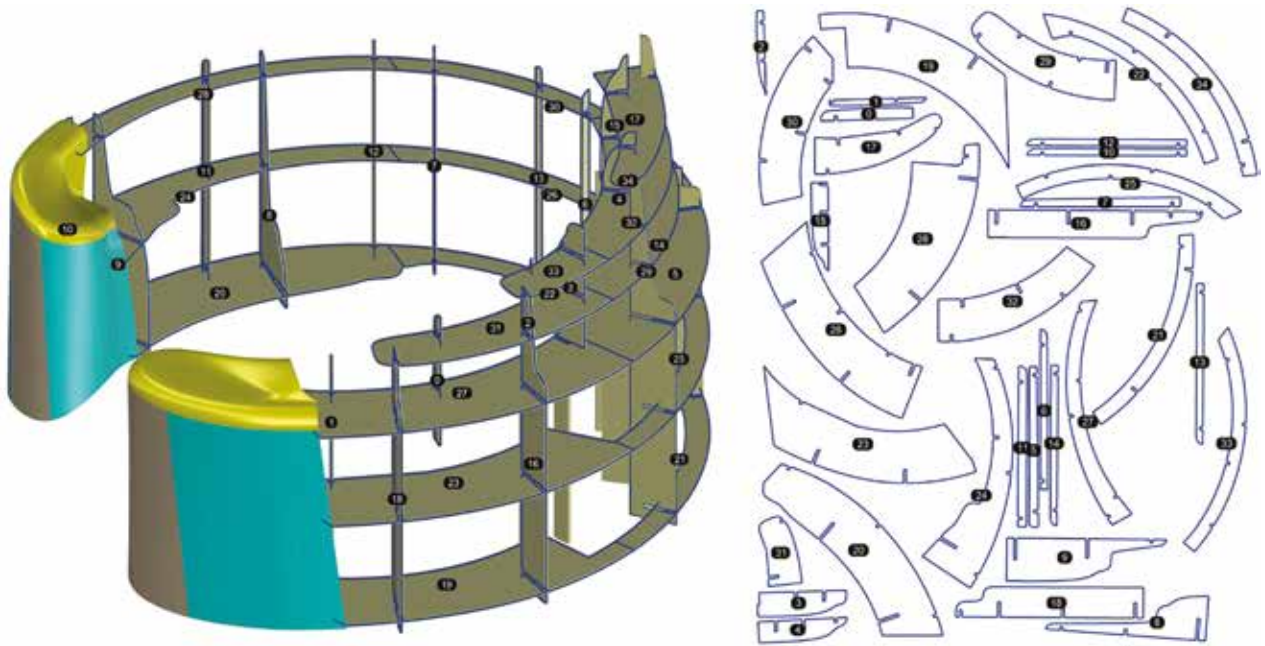
а

б

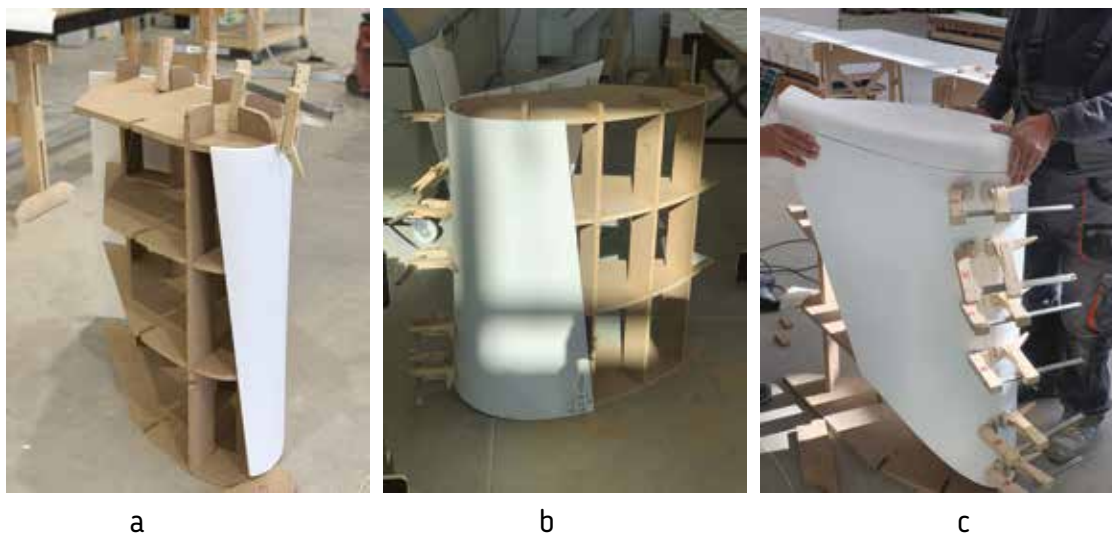
Ил. 8. Производство на калъпи; Soliform (2023)

1.5. Производство и монтаж на спомагателни конструкции.

Преди да бъдат занесени на обекта и монтирани върху изградената метална конструкция, отделни панели са слепени помежду си, образувайки по-големи облицовъчни модули. Това се прави с цел по-добра пространствена устойчивост и намаляване на времето за монтаж в извън фабрични условия. За да се осъществи това, е произведена спомагателна конструкция от шперплат, която да служи за скеле, върху което да се слепват отделните панели. Необходимите данни за нейното изпълнение отново са извлечени посредством алгоритъм, който използва общата SubD повърхнина като начален параметър, и генерира двуизмерни контури, които да служат за 3-осно CNC рязане на плоскостни елементи, които чрез зарязвания един с други да образуват пространствено устойчива конструкция, която точно да следва формата на панелите. Алгоритъмът също специфицира и индексира отделните елементи с цел лесно сглобяване, както и ги подготвя за рязането в зададен формат на листа (Ил. 9)

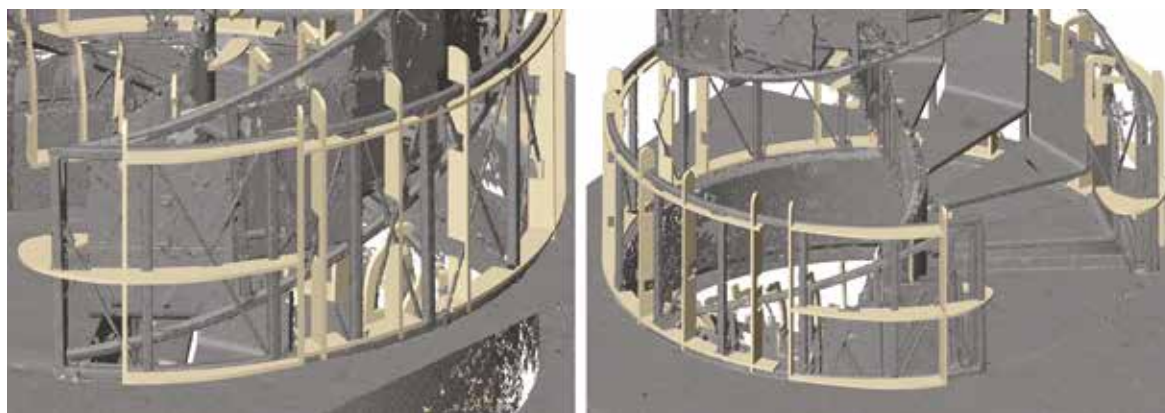


Ил. 9. Резултати от алгоритъма за генериране на спомагателна конструкция. © Р. Шишков, 2024



Ил. 9 а, б, с. Лепене на панели върху спомагателна конструкция; Soliform (2023)

Другият вид спомагателна конструкция, която е необходима за монтажа на повърхнините е тази, която осъществява връзката между тях и носещите метални профили – монтажна конструкция. Тя е функция от триизмерната SubD геометрия и триизмерния меш, който репрезентира лазерно сканираната метална конструкция. Монтажната конструкция също е генерирана чрез алгоритъм, който използва геометрични построения, за да изведе контури, получени при пресичането на равнини с повърхнините и сканирания меш. За максимална точност при монтаж всеки алгоритъм генерира по два контура за всяка плоскост, които да служат за 5-осно CNC рязане на шперплата. По този начин кантовете на плоскостите точно следват прилежащата им повърхнина за максимален контакт. Геометрията на монтажната конструкция е еднозначно определена и от металната конструкция и в комбинация с останалите монтажни елементи е невъзможно поставянето им на грешно място. Това прави монтажната конструкция да работи и като трасировъчен репер за монтажа на панелите от Corian. На Ил. 10 е показана проектната геометрия на монтажната конструкция, нанесена върху лазерно сканираната носеща конструкция.



Ил. 10. Триизмерен дигитален модел на проектна монтажна конструкция и сканирана носеща конструкция. © Р. Шишков, 2024

Резултатът от всички дигитални процеси – лазерно сканиране, алгоритмично моделиране и машинно производство е точен дигитален двойник, в който има пълно съответствие между всяко едно проектно решение и физическо изпълнение. Това осигурява и прецизния монтаж, и минимизирането на грешките.



Ил. 11 а, б Носеща конструкция, монтажна конструкция и облицовъчни панели; а) дигитален триизмерен модел; б) снимка от реално изпълнение. © Р. Шишков, 2023

2. Заключение и обобщение на резултатите

Този доклад илюстрира как интеграцията на параметричния дизайн, алгоритмичното моделиране и цифровото производство може да доведе до създаването на изключително сложни и визуално вълнуващи интериорни елементи. Реализацията на проекта и работния процес на проектиране и изпълнение на стълбата демонстрират потенциала на цифровите технологии и методи да развият архитектурния дизайн и производствените процеси. Чрез използването на тези техники дизайнерите и производителите могат да постигнат безпрецедентни нива на прецизност, ефективност и креативност, поставяйки нови стандарти в областта на архитектурата и интериора.

Методологията демонстрира значителни постижения в следните области:

- **Прецизност на дизайна:** Използването на параметричен дизайн и алгоритмично моделиране позволява създаването на изключително детайлни и точни дигитални модели, осигурявайки пълно съответствие между краен продукт и дизайнерска концепция.
- **Производствена ефективност:** Цифровите производствени техники като CNC фрезование и вакуумно формование оптимизират производствения процес, намалявайки времето и загубата на материали, докато поддържат високо качество.
- **Естетични качества:** Комбинацията от напреднали моделиращи техники и високопрецизни производствени методи позволява реализирането на сложни геометрии, които притежават висока естетична стойност.



Ил. 12 а, б. Снимки от завършения дизайн. Фото © Стефан. Н. Щерев 2023, CAST Studio

Изследването предоставя ценни насоки и методологии, които могат да бъдат приложени в по-широк контекст на архитектурни и индустриални дизайнерски проекти, демонстрирайки трансформиращото въздействие на цифровите технологии в съвременния дизайн и производство.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Давчев О., 2015. *Цифрови технологии в дизайна за архитектурата*, ИИИ, БАН
2. Давчев О., 2014. *Цифрови технологии в дизайна за архитектурата*, Международна научна конференция „От визуалното към сетивното- изследователски аспекти“, Великотърновски университет „Св.Св. Кирил и Методий“, ФИИ, В. Търново, 240-244
3. Топчиев Хр., 2021. *Класификации на дигиталните технологии в архитектурното моделиране*. Международна научна конференция по архитектура и строителство ArCivE'2021, ВСУ „Черноризец Храбър“, Варна, бр.3, 2021

4. Bernardini, F. J. Mittleman, H. Rushmeier et al., 1999. *The Ball-Pivoting Algorithm for Surface Reconstruction*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (Vol. 5.4: 349-359. Web., публ. 06 август 2002)

ИЛЮСТРАЦИИ

- Ил. 1. Разпределение на апартамента и разположение на интериорната стълба в него. CAST Studio, 2023
- Ил. 2. Процеси на изработка - дизайн до изпълнение. Шишков Р., 2024
- Ил. 3. Алгоритмично формообразуване - идеен модел. Шишков Р., 2024
- Ил. 4. Лазерно сканиране и трансформиране на геометрията. Шишков Р., 2024
- Ил. 5. Трансформиране в SubD геометрия: а) алгоритмично построяване на контролен меш с намалени полигони; б) трансформиране в SubD; в) проверка на непрекъснатост след процедурно моделиране чрез e-тар проекция. Шишков Р., 2024
- Ил. 6. Панелизация на повърхнината. Шишков Р., 2024
- Ил. 7. Цифрови процеси при производството на калъпи за огъване. Шишков Р., 2024
- Ил. 7а. Дигитално производство на калъпи. Шишков Р., 2024
- Ил. 8. Производство на калъпи. Soliform, 2023
- Ил. 9. Резултати от алгоритъма за генериране на спомагателна конструкция. Шишков Р., 2024
- Ил. 9а Лепене на панели върху спомагателна конструкция. Soliform, 2023
- Ил. 10. Триизмерен дигитален модел на проектна монтажна конструкция и сканирана носеща конструкция. Шишков Р., 2024
- Ил. 11. Носеща конструкция, монтажна конструкция и облицовъчни панели - снимка от реално изпълнение; личен архив Шишков Р., 2023.
- Ил. 12. Снимки от завършения дизайн. Щерев С., 2023 / CAST Studio

ПРОБЛЕМИ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД РЕАЛИЗИРАНЕТО НА ТЕМАТИЧЕН ДИЗАЙН ГЕНЕРИРАН С ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

РУМЕН КОЖУХАРОВ

PROBLEMS AND CHALLENGES IN IMPLEMENTING THEMATIC DESIGN GENERATED WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

RUMEN KOZHUHAROV

РЕЗЮМЕ

В създаването на дизайнерски продукт авторите следват отъпкани пътеки. Все по-рядко можем да видим работещ дизайнерски продукт – дело на случайност, импровизация и необмислени постъпки. Всички обекти покрай нас дело, на масово производство, минават през различни етапи на проучването, съпоставяне, синтез и анализ на информация, както и различни варианти на прототипиране. През десетилетията с развитие на технологиите и инструментите, достъпни за дизайнерите в тяхната професия, се обогатяват и променят. След технологиите на триизмерното принтиране на обекти навлезе и използването на изкуствен интелект за генериране на изображения.

Към момента на представяне на този доклад ползите в използването на изкуствен интелект в продуктив и интериорен дизайн остават изключително минимални. Изображенията предоставени със софтуерите за генериране на визуални материали не помагат особено на дизайнерската професия.

Ключови думи: изкуствен интелект, интериорен дизайн, продукт дизайн, мебелен дизайн, моделиране, генеративно изкуство, триизмерни визуализации, триизмерен печат

SUMMARY

In the process of designing a product, authors adhere to well-established methodologies. However, the prevalence of mass-produced items has led to a decline in the presence of chance, improvisation, and recklessness in design. In contrast, the development of a product involves a series of research, collation, synthesis, and analysis of information, as well as the creation of different prototypes. Over the last decades, the technologies and tools available to designers have undergone significant advancements and transformations. The advent of three-dimensional printing technologies and the integration of artificial intelligence in the realm of image generation have further augmented the design toolkit. However, at the time of this report, the benefits of artificial intelligence in product and interior design remain negligible. The images generated by visual generation software do not significantly contribute to the design profession.

Keywords: artificial intelligence, interior design, product design, furniture design modeling, generative art, 3D visualization, 3D print

Идеята за тематизирането на обектите от заобикалящата ни среда съпътства човечеството от най-ранните му моменти. Тематичният дизайн в повечето случаи е част от специфичен проект, създаден за определена среда. По-рядко можем да видим тематизирани продукти, които са влезли в масово производство, като в повечето случаи те са с изцяло декоративен характер.

Създаването на тема за пространствено оформление по-често се среща в обекти в сферата на обслужването, търговски обекти, обществени пространства. Предпочитаните сюжети в повечето случаи са по-отворени за масовата публика и лесни за разбиране. Изключително рядко се намира тематизиране на цялостен проект с изключително сложен лайтмотив. От една страна, реализацията на подобен проект ще бъде изключително скъпа, а от друга, често и на прага на технологичните възможности (и стандарти за безопасност). Както и д-р Диана Василева пише в нейната статия „Историческите натрупвания неизменно рефлектират върху визуалните характеристики на предметния свят във всеки период. Именно затова, в днешно време синтезът между мебелен дизайн и архитектура се случва естествено. Разнообразието в предметния свят е огромно. Дизайнерите, създаващи визията на конкретно пространство, използват различни подходи и т.н. „синтез“ е един от тях, но не изчерпва всички. Освен като единно цяло със заобикалящата ги среда, мебелите могат да бъдат акцент (примерно чрез противопоставяне на формите) или да носят информация от различно естество на потребителите“ (Василева, 2021, стр. 173). Технологията се развива непрекъснато и това се отразява пряко в дизайнерската професия.

Появата и намесата на генерираните изображения с изкуствен интелект е силно впечатляваща. Д-р Бунджулов споделя „Взраждането на актуални технологии спомагат за асоциирането на потребителя с дигиталната му същност“ (Бунджулов, 2017). Голяма част от изображенията успяват да синтезират мечтите на хората, които не боравят с дизайнерската професия. Тук се появява голяма пропаст в реализирането на по-голяма част от дизайнерските решения на изкуствения интелект. Смесването на различни теми с обекти от ежедневно пространство е твърде първично. Голяма част от визуализациите са изключително опасни за реализация в реалния живот. Изображенията които не представляват пряка заплаха за човешки/животински живот, доста често са с видимо технологични несъответствия с предметно-материалната ни среда.

Последващите проекти, създадени със софтуерите за генериране на изображения са ярък пример за красиви, но трудни (до невъзможни) за реализация проекти.



Фиг. 1.

Първият проект (фиг. 1) е на папагал-фотьойл представен като продукт, заснет в среда на фотостудио. В самото изображение можем да забележим странни размивания на перата и несигурност на софтуера къде и какъв детайл трябва да има. Разбира се, не това е темата на това изследване. Дамаската създава впечатление за това, че целият фотьойл е облечен с гигантски папагал. Този проект е сред по-лесните за реализация, но с проблемен дизайн. Всички тези „стърчащи“ елементи, имитиращи перата на папагала, със сигурност ще задържат в себе си много замърсявания. Този тип оформяне/обличане на дамаската ще задържа всякакви видове остатъчни материали – човешки косми, козина, кожа, всякакви видове случайно попаднали късове храна. Това със сигурност ще предизвиква неприятна мизма, а към по-чувствителните ползватели може да предизвика раздразнения и алергии.

Възможни решения за разрешаване на проблемната дамаска са няколко:

- Първото е преправяне на проекта и създаване на триизмерна визия без всички показани на визуализацията детайли. Предварително изрязване на композитен материал/дунапрен и шиене на дамаска със сходна форма от представената без триизмерните излизаци в пространството елементи.
- Второто възможно решение за изпълнението на проекта е периодичното обработване на текстила с висококачествена керамика за предназначение на подобен тип материали. Към този момент съществуват множество хидрофобни нано покрития за текстил и кожа. Също в автомобилната индустрия набират популярност всякакви препарати на базата на керамична защита.



Фиг. 2.

Вторият проект (фиг. 2) е на фотьойл с визия взета от фентъзи свят, наподобяващ този на World of Warcraft или друга фантастична сага. Външноскелетна конструкция от метал, „облечена“ с витражни парчета, образувачи формата на пеперудени криле в облегалката. Седалката видимо е от еко кожа. Спрямо визуализацията, генерирана с изкуствен интелект, фотьойлът е с много дълбоко място за сядане, разширяващо се към облегалката. Самото място за облягане е с висок гръб и доста сериозен ъгъл на накланяне.

Липсата на каквото и да е било омекотяване на облегалката, както и „обграждащото ѝ“ формообразуване на крилете, със сигурност ще направи фотьойла един от най-удобните обекти с възможност за реализиране някога. Плътната метална конструкция ще може да поеме тежест и на по-тежък човек, но заедно с витражните стъкла има вероятност този обект да стане изключително тежък. Транспортните разходи, както и всички останали неудобства, свързани с тази мебел за реализация, едва ли ще си струват финансите заради малко по-фантастична визия.

Възможни решения за разрешаване на заложените проблеми за оптималното реализиране на проекта са следните:

- Сериозна намеса в ергономичността на стола и корекция (макар и частична) на облегалката на стола за да отговаря на антропометричните дадености на човешко същество.
- Намиране на подходящ композитен материал със сериозно обръщане на внимание към носещата част и твърде тънките крачета за корекция. От визуализацията изглеждат твърде тънки за успешно и дългогодишно експлоатиране на предпологаемото тегло на стола.
- Витражната част няма никакъв вариант да бъде реализирана от стъкло заради изключително тежкия му и опасен характер. Това ще наруши крайната визия и всички ефекти носещи фантастичната визия, но в името на дизайна следва да бъде намалено теглото и решени повечето предпоставки за опасност.



Фиг. 3.

Третият проект (фиг. 3) е посветен на ядрото на земята. Виждаме фотьойл, създаден за специфични любители на геологията. Доста впечатляващ обект със своята подсветка и реалистичност на магмата в сърцето на вулкан. От визуализацията можем да заключим, че мястото за сягане е създадено от плътен и прозрачен материал. С последните тенденции за въвеждане на епоксидната смола в много мебели ръчно производство за интериорния

дизайн, следва да заключим, че и мястото за сядане е от епоксидна смола. Това само по себе си ще направи обектът изключително тежък. Спазвайки класическите стандарти за място за сядане ще заключим, че седалката тежи малко над 100 килограма. Друга неприятна страна е сравнително лесното надраскване на произведения от епоксид. Въпреки всички възможни върхови покрития, епоксидната смола след определен период от време почва да натрупва следи от употреба. Поради гладката повърхност представена в проекта можем да заключим, че потребителите ще се чувстват некомфортно заради хоризонталното позициониране на това „лъскаво“ покритие. Всеки правещ опит да седе върху този фотьойл със сигурност ще се плъзга постоянно и няма да се чувства добре.

Възможни решения сред търсенето на ефективно съставяне на този дизайн:

- За реализацията на проекта няма как да бъде използвана толкова много епоксидна смола. Тази визия може да бъде създадена със седалка, изработена от епоксид с определена дебелина за успешно носене на човешкото тегло. Останалата част в основата на стола може да бъде успешно изградена с доста по-леки материали.
- Ергономичните дадености на стола следва да бъдат проследени. Външната част може да бъде изработена от текстил с достатъчно меки елементи и запазена форма, наподобяваща тази на изсъхнала скала. Седалката следва да бъде прегледана отново и тествана многократно за използване на най-правилен ъгъл и дълбочина – особено спрямо твърде мекото гръбче/възглавница, заложи в визуализацията.



Фиг. 4.

Четвъртият разгледан проект (фиг. 4) е на фотьойл с триизмерни мотиви. Асиметричен проект с изящен характер на дизайна. Триизмерните мотиви започват от долната част на стола под формата на дълбока резба и впоследствие излизат извън структурата на стола. Мястото за сядане видимо е съставено от твърд материал или със съвсем лека подплата. Облегалката за сметка на това е с изключително триизмерна визия, която

изглежда неудобна. Венчелистчетата, съставящи флоралния мотив в центъра на облегалката, дават визия, че са от твърд материал. Отделно от това ергономията и пропорциите не дават вид това да е мебел, сметната за удобна и редовна употреба. Златистите елементи са със сатенен оттенък, което може да свидетелства за интересен подбор на текстилен материал с изкуствен характер.

С особено мнение следва да се обърне внимание на следното:

- Асиметричната форма на стола изглежда така заради особен ъгъл на визуализацията. Възможно е всъщност немалка част от предната част да не е асиметрична, а само триизмерните обекти вървящи под формата основно на златисти елементи. С тази си визия фотойълът може да бъде изграден от композит и да бъде достатъчно лек. Триизмерните мотиви, „изскачащи“ от няколко места на стола, могат да бъдат изработени от меки материали, но с редовна употреба не е ясно доколко те ще могат да издържат на времето и няма да се наложи да бъдат заменени.



Фиг. 5.

Петият проект (фиг. 5) е бар стол с визия вдъхновена от смесица на фентъзи световите на гейминг индустрията и детайли асоциирани с полимерната глина. От ергономична страна този бар стол е катастрофа на дизайнерското проектиране. Облегалката е съставена от ниска възглавница със сравнително неудобен наклон. По-лошото е, че тя завършва с изключително остър и висок детайл, който е с повишена опасност. Може да нарани преминаващи, танцуващи и незапознати със ситуацията хора. Подобни по-остри елементи виждаме и в основата на стола от долната страна, които заместват мястото за почивка на стъпалата. Тези елементи нямат опорна функция и по тази причина този бар стол ще бъде изключително неудобен и невъзможен за употреба, ако няма налична опора за краката предвидена на бара.

Възможни решения в реализацията на бар стола:

- Визуализацията на бар стола е с проблемен за реализация дизайн, а както се подразбира и опасен. Върхът на облегалката на стола може да бъде изработен от лек и мек материал (дунапрен, силикон и пр.), както и да бъде облечен. Това няма

да разреши опасно изглеждащата визия, която облъсква хората, търсещи покой и неангажираност. Бар столовете обикновено се намират в среда и ситуация, която се свързва с почивка, а не постоянно желание да се пазим от нещо.

- Пропорциите на стола предразполагат към място за почивка на краката. Към този бар стол липсва такава разработка, което ограничава възможностите за продажби.



Фиг. 6.

Шестият разгледан проект (фиг. 6) е на бюро за писане с тематичен дизайн. Проект с почерк асоцииран с готическото изкуство. Метална, скулптурна форма на орел обгражда стъклен плот. Въпреки ефектната визия на бюрото, скулптурната форма с всичките изваяни форми на орела са изключително проблемни. Множеството „ръбове“ и остри ъгли на крилата са предпоставка за сериозни физически наранявания. Крилете на орела са оформени със сериозна дълбочина, която обгражда мястото за сядане. Това само по себе си ще доведе до редовно спъване в ниската част на крилата. Проблемна зона се явява и главата на орела, която се намира точно пред мястото за сядане с човка с много остър ъгъл. Спрямо пропорциите на бюрото можем да заключим, че човката е с размер от поне 10 сантиметра, а главата на орела още толкова. С това правим извод, че в зависимост от движението на човек ползващ бюрото, е много възможно да получи физически наранявания и в областта на слабините.

Успешната реализация на този проект и възможно най-безопасен дизайн следва да се постигне по следния начин:

- Със запазване на металната конструкция следва крилете, оформящи стъпката на стола, да бъдат с променен дизайн. Това изтегляне към мястото на седящия със сигурност ще е предпоставка за много инциденти, които могат да бъдат спестени.
- Крилете, както и човката на орела, следва да преминат редизайн за тяхното безопасно оформяне. Острите ръбове и ъгли могат да бъдат стилизирани в посока максимална безопасност за потребителите, без това много да промени дизайна на бюрото.



Фиг. 7.

Седмият разгледан проект (фиг. 7) е на музикален инструмент арфа. Визията, създадена посредством възможностите за визуализиране и генериране на изображения с изкуствен интелект, е красива, но отново нефункционална. Рамката на арфата е визуализирана твърде дълбока и широка, което ще възпрепятства свободното свирене на музикантите. Достъпът до класическата позиция за ергономично и дълго свирене от професионалисти е невъзможен. Човешкото тяло има определени размери, които не съответстват на обемите, визуализирани в този по-изящно изглеждащ проект на арфата.

За реализацията на подобен проект следва да обърнем внимание на две особености. От една страна арфата, е сред по-едрите инструменти на музикалното изкуство. Той се използва в цял ръст от музикантите. Посоките и предпоставките за неговото производство са две:

- При съставяне на формата следва да се проследи дали ще има изящно изящен характер. В тази ситуация може проектът да остане без практическа стойност, но с допълнително овладяване на пространството. От дадена гледна точка арфата ще изглежда плоска и не добре оформена. По тази причина проектът търпи развитие от скулптор за добиване на по-добри естетически и стилистични показатели на предмет от изящното изкуство.
- При заложен приложен характер следва да бъдат сериозно проследени заложените ергономични дадености на обекта. С корекция на дебелините и височината на арфата тя ще може да бъде използвана като инструмент за музициране, без основната тематика да бъде променена съществено.



Фиг. 8.

Осмият разгледан проект (фиг. 8) е на огледало и мивка в интериорно пространство на баня. Впечатляващата визуализация със своята детайлност и подбор на цветове, както и материали още при пръв поглед разкрива проблеми. Липсата на дизайнерска намеса и изцяло генериране на изображението поставя реализацията на проекта с много въпросителни. Височината на мивката е много ниско в пространството. Обградена е с изкуствени криле, които ще създадат много проблеми при поддръжката и почистването на банята. Съвките покрай перата и началото на крилете прикриващи тръбите, включващи се в мивката, със сигурност ще задържат влажност постоянно. Това само по себе си ще доведе до вреден за здравето мухъл при ежедневна употреба. От друга страна, крилете не става съвсем ясно от какъв материал могат да бъдат създадени и реализирани, за да бъдат хипоалергични и да не задържат издрасквания/бактерии и пр.

Проблемните зони в реализацията на тази мивка с крила са следните:

- Височината на мивката, която към този момент на визуализацията не отговаря по никакъв начин на стандартите за такъв тип обект от интериорното пространство. Този проблем може да бъде решен с монтиране на мивката на по-високо ниво в интериорното пространство.
- Крилата с този характер и форма със сигурност ще представляват проблем при ежедневна употреба. Решение може да бъде осигуряването на липса на разрези сред някои от перата, по-сериозен наклон на крилата с улеи за оттичане на водата. Също така периодично почистване и хидрофобно покритие биха подобрили качествата на продукта.
- Перата стърчащи към пода на мивката със сигурност ще бъдат предпоставки за инциденти. Следва да се задигнат по възможност, за да не бъдат подритвани от ползвателите.



Фиг. 9.

Деветият разгледан проект (фиг. 9) е на остров за кухня, чиято половина е създадена с епоксидна смола. Епоксидната смола е тежък материал, който в това предложение за кухня вероятно ще тежи над тон и половина. Предвид факта, че прозрачната част изградена от смолата не стъпва никъде на пода, то цялата конструкция ще трябва да се държи и носи от останалата част от острова. Това практически е невъзможно, съдейки по липсата на каквато и да е конструкция държаща смолата. Разликата в килограмите на основния ПДЧ/МДФ материал, както и тяхната възможна максимална товарносимост е задмината в пъти от физически дадености на приложената епоксидна смола за този имажинерен ефект.

Възможностите за реализация на остров с подобен тип „бар плот“ следва да мине през сериозно проучване:

- Какви са възможностите за създаване на носеща конструкция, скрита в останалата част на острова. Това ще бъде за сметка на пространство, което може да има своята класическа функционалност в интериорното пространство.
- Какви са възможностите този ефект на множество слоеве да бъде пресъздаден без плътност на материала. Това пречупване на светлината през по-голяма част от острова свидетелства за плътно и многослойно оцветяване на прозрачния материал. При компромис спрямо плътността и пречупването на светлината има вероятност този проблем с невероятната тежест да бъде избегнат, но ще бъде за сметка на впечатляващата визия.



Фиг. 10.

Десетият проект (фиг. 10) е с маса за трапезария. Проект с много триизмерно формообразуване, което за жалост е почти невъзможно за адекватна употреба. Целият плот на масата е съставен от триизмерни форми, наподобяващи синтезирани листа с вдлъбнати форми. От всяка една показана страна масата е с плот, създаващ невъзможност за ергономично използване на масата. Невъзможността за правилно използване на обекта го превръща в част от изящното изкуство и сценографията. Ефектната визия с триизмерните форми, розовият цвят и златистите мотиви подчертават интересния почерк, но от гледна точка на дизайн не допринасят по никакъв начин.

Възможностите за реализация на подобен модел трапезна маса няма как да бъдат кой знае колко без сериозни корекции на формообразуването:

- Следва плотът да бъде коригиран изцяло, изключвайки по-голяма част от дълбочината на релефността, за да могат класическите прибори да бъдат поставяни и използвани спокойно на масата.
- Пречещата част на плота на масата следва да бъде сериозно коригирана, за да може човек да използва масата сегащ. За тази цел следва размерите, заставащи отстрани на масата да бъдат сериозно скъсени.

Единадесетият проект (фиг. 11) е за велоергометър с крила. Визуализацията сама по себе си отново е впечатляваща визия, но с тотално несъответстващ дизайн на ергономичните дадености на човешкото същество. Дръжките са твърде изнесени напред със съмнителна форма за използване по време на тичане. Велоергометрите следват различни варианти за формообразуване обикновено използвани в седнало положение. Представеният проект няма предвидена такава възможност. Мястото за сягане е на нивото на педалите, което само по себе си лишава потребителите от тази функция. Самата седалка е с форма на педалите, която няма общо с правилната употреба на обекта от бъдещите ползватели. Велоергометърът има и любопитна дръжка облечена с черна кожа, която не е ясно за

какво точно служи. Възможно е това да е лост, чрез който се избира трудност и напрежение за въртене на педалите. От едната страна на тръбната конструкция има акцент със самостоятелно крило, наподобяващо такова на насекомо. Конструкцията му е метална с витражна част.



Фиг. 11.

Възможно е този обект да бъде сериозно коригиран от дизайнерска гледна точка:

- Следва да се направи прочит на ергономията. Корекция на седалките, педалите, както и тяхното разположение трябва да се поправи.
- Крилото следва да бъде премахнато. Интензивните упражнения и физическо натоварване нямат общо с подобен тип изящни и опасни за хората обекти.



Фиг. 12.

Дванадесетият проект (фиг. 12) е за тоалетна чиния с казанче, визуализирана в Ренесансов характер. Цялостният проект е със сбъркани пропорции и възможности за функционално използване. Тоалетната чиния е с предна част оформена под формата на кон. Самата тоалетна чиния е смесица между конзолна конструкция за вграждане, класическо казанче и погово-монтиран моноблок. Видимо от визуализациите конструкцията няма как да издържи тежестта на по-едри потребители. Точките на стъпка са изключително малко и тънки, което ще доведе до бързо счупване. Самата тоалетна чиния е с двойна височина на класическите стандарти, което я прави почти неизползваема. Още по-странно решение е поставянето на огледало под самата тоалетна чиния. То няма как да има някаква функция.

Целият проект няма как да бъде реализиран с това формообразуване и е тотална катастрофа от гледна точка на функционалното използване на тоалетната чиния. Реализацията на подобен проект не може да спази нито един стандарт за подобен тип обект и не е дизайнерска работа.



Фиг. 13.

Тринадесетият проект (фиг. 13), разгледан като по-впечатляваща работа, създадена посредством изкуствен интелект, е тази на тоалетна чиния, посветена на Фолксваген Тип 1 бус (заводски код Тип 2). Визията за разлика от предходния модел е по-лесна за изпълнение, но липсва много важно и съществено отстояние в предната долна част. Имитацията на автомобила е доста детайлна и бронята заема съществено място в предната част на тоалетната. Това възпрепятства правилното използване на тоалетната чиния сега и ще води до много бързо уморяване и неудобство.

Възможното решение на този проблем:

- Изпъкналата броня на тоалетната се свързва с класическите пропорции и визия на вана. Трябва да се промени предната част на дизайна. Ориентирането на визията към по-класическите дизайни на тоалетни чинии ще направи тоалетната по-лесна за употреба. Тази промяна няма да промени цялостната визия и усещането на проекта, но дизайнът ще спечели от това.



Фиг. 14.

Четиринадесетият и последен проект (фиг. 14), разгледан в това проучване, е този на класическа тоалетна чиния, затворена в конструкция, създадена с визия посветена на Фолксваген Тип 1 бус (заводски код Тип 2). Проект, задаващ множество въпроси за това защо човек би затварял работеща тоалетна чиния в мини килер. Кутията, пресъздаваща формата на автомобила е с малки и неудобни размери за използване. Човек използващ тоалетната чиния седнал, вероятно ще си удря главата в тавана. Вратата за затваряне на тоалетната чиния е безсмислена, като освен това и не отговаря на светлия отвор.

Както и доц. д-р Иво Попов споделя в своята книга: „В дизайна има принципи, които, ако не се спазват, се получават незадоволителни резултати. На тези принципи обучаваме студентите в департамент „Дизайн“ на Нов български университет още в началните курсове – принципи на естетика, функционалност и логика, композиция, баланс, ритъм, пропорции, контраст, формоизграждане и прочие.“ (Попов, 2023, с.11)

Целият проект няма никаква логична и дизайнерска причина да бъде реализиран. В различните краища на света тоалетните и баните са с различни визии и стандарти, но подобно нещо с подобна визия е безсмислено. Стъпалото покрай автомобилната конструкция, заобикаляща тоалетната, е предпоставка за инциденти.

В заключение можем да затвърдим, че към този момент на написване на статията, изкуственият интелект не е обучен на стандарти за ергономия, антропометрия, безопасност, технология, архитектура. Класическите дисциплини, както и тясно специализираните курсове от дизайнерски и технически професии изучавани във ВУЗ-овете, са непозната територия на изкуствения интелект. Голяма част от визуализациите, създадени за интериорен и продуктово дизайн нямат възможност за безпроблемна реализация. Намесата на професионалистите върху изображенията следва да бъде сериозна с цялостно „препращане“ на проектите. Това само по себе си дори би могло да обезсмисли изцяло използването на софтуерите за генериране на изображения с изкуствен интелект.

БИБЛИОГРАФИЯ

Бунджолов, С. (2017) *Анализ, проблематика, технология и решения свързани с изграждането на най-успешният световен моден блог*. НАУЧНИ ТРУДОВЕ, Том 56, серия 1.1. Земеделска техника и технологии. Аграрни науки и ветеринарна медицина. Ремонт и надеждност. Инженерен дизайн, 132-137 стр. Русе. ISSN 1311-3321

Василева, Д. (2021). *Мебелите като художествени обекти в контекста на съвременната архитектура*. Дизайн & Приложни изкуства, Национална художествена академия, София. ISBN 978-954-2988-68-7 171 – 178 стр.

Попов, И. (2023) *Корпоративен дизайн на търговски център и шоурум „Лабиринт“, 2007 г.* София, Рекламно издателска агенция „НОМЕР 1“ ООД, ISBN 978-619-04-0059-2

ИЛЮСТРАЦИИ

1. Изображение генерирано с Midjourney. Автор Bonny Carrera <https://www.pinterest.com/pin/1149332767387071685/>
2. Изображение генерирано с Midjourney. Автор Can Şahin https://www.instagram.com/p/CvhdJ5klGYg/?img_index=1
3. Изображение генерирано с Midjourney. Kregum Designideahub <https://i.pinimg.com/originals/cd/b9/26/cdb9265210e40d724c31d8118d7081eb.jpg>
4. Изображение генерирано с Midjourney. Автор неизвестен. <https://valaroya.ir/fantasy-models-of-furniture-with-beautiful-and-attractive-floral-designs/>
5. Изображение генерирано с Midjourney. Автор Suzan Valois <https://magerta.ir/lifestyle/fantasy-and-dream-chair/>
6. Изображение генерирано с Midjourney. Автор неизвестен. Kregum: <https://www.pinterest.com/pin/914862418591956/>
7. Изображение генерирано с Midjourney. Автор Gudtech_ai. https://www.instagram.com/gudtech_ai/
8. Изображение генерирано с Midjourney. Автор Suzan Valois. https://www.instagram.com/iva_ai_popsurreal/
9. Изображение генерирано с изкуствен интелект. Kregum Maria Dudkina: https://www.instagram.com/sunt_mrr/
10. Изображение генерирано с Midjourney. Автор Suzan Valois. https://www.instagram.com/iva_ai_popsurreal/
11. Изображение генерирано с Midjourney. Автор Suzan Valois. https://www.instagram.com/iva_ai_popsurreal/
12. Изображение генерирано с изкуствен интелект. Kregum: <https://designingdreamscapes.com/horse-shaped-toilet/>
13. Изображение генерирано с Midjourney. Автор неизвестен. Kregum: <https://www.instagram.com/nihobbyjapan/p/CzahYuUrSop/>
14. Изображение генерирано с Midjourney. Автор неизвестен. Kregum: <https://inspiringdesigns.net/volkswagen-type-2-bus-shaped-toilets/>

ПРИЛОЖЕНИЕ НА СТРОИТЕЛНО ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ В ПРАКТИКАТА

ТЕОФАНА ХАРАЛАМПИЕВА

APPLICATION OF CONSTRUCTION INFORMATION TECHNOLOGIES IN PRACTICE

TEOFANA HARALAMPIEVA

РЕЗЮМЕ

Архитектурата е призвание, което изисква посветеност, обширни знания и комплексно мислене. Тя представлява практическо изкуство, което оформя пространството, в което живеем и работим. С напредъка на технологиите изискванията за качество на дизайна, изпълнението и общия жизнен цикъл на сградите значително нарастват. Намалването на грешките и оптимизацията на процесите улесняват работния поток и разширяват възможностите за креативност. В тази статия се разглежда процесът на работа и оптимизация на реална сграда, която е културен паметник, където съвременните технологии подпомагат създаването на точен BIM (строително-информационен модел) модел, на базата на който по-късно се извършват реконструкция и преустройство на тази интересна сграда.

Ключови думи: BIM (building information modelling), HBIM (historic building information modelling), 3D структура, сграда, софтуер, количествени сметки, оптимизация, дигитализация, статични и динамични изчисления, визуализация, автоматични изгледи

SUMMARY

Architecture is a calling that requires dedication, extensive knowledge, and complex thinking. It represents a practical art that shapes the space in which we live and work. With the advancement of technology, the demands for quality in design, execution, and the overall lifecycle of buildings have significantly increased. Reducing errors and optimizing processes facilitate workflow and expand opportunities for creativity. This article examines the working process and optimization of a real building that is a cultural monument, where modern technologies assist in creating an accurate BIM (Building Information Modelling) model, based on which reconstruction and renovation of this interesting building will later take place.

Keywords: BIM (Building Information Modelling), HBIM (Historic Building Information Modelling), 3D structure of a building, software, quantity take offs, optimization, digitalization, error minimization, static and dynamic calculations, visualization, automatic views

Архитектурата представя призвание, посветеност, широка обща култура и комплексно мислене. Това е практическото изкуство, което оформя обитаемото пространство за ума и тялото. С напредването на технологичните иновации изискванията за качеството на дизайна, реализацията и общия жизнен цикъл на една постройка значително се увеличават.

„Всички сме свидетели на това, че в световен мащаб има значителен импулс в навлизането на цифровите технологии...“ (Шатова, В., 2025).

Възможностите за свеждане на грешките до минимум и оптимизация на процесите облекчават работния процес и разширяват простора за креативност.

В тази статия е описан процесът на работа за оптимизация на реална сграда, паметник на културата, където съвременните технологии спомагат изграждането на точен BIM (building information modelling) модел, на базата на който впоследствие се работи по реконструкцията и преустройството на тази интересна сграда.

Екипът - Интернешънъл Рисорс Мениджмънт ЕООД, част от който е авторът, бе избран да създаде BIM модел на бившата централа на Dresdner Bank в Дортмунд, благодарение на познанията за функционалността на Allplan BIM и опита в 3D архитектурното моделиране.

СГРАДАТА

Бившата централа на Dresdner Bank в Дортмунд е с исторически статут, въпреки че е проектирана само преди 40 години от известния германски архитект Харалд Дейлман. Заради съвременната си, вдъхновена от поп-арта архитектура, през 2001 г. тази сграда на улица Кампшрасе, 47 е записана в списъка на паметниците на културата на град Дортмунд и оттогава е защитена.

Впечатляващата ѝ бетонна фасада е непреходно красива и е моделирана от нас във всички детайли. Също така, самият размер на обекта - той има четири нива на подземен паркинг и 7 надземни нива - го прави истински референтен проект за нас.



Ил.1. Макет на Дрезднер Банк, Дортмунд 1974 г.

Ил. 1а. Фасада, Дрезднер Банк, Дортмунд, фото ИРМ, Т. Харалампиева

Защо BIM?

Сградата ще бъде разделена на зони и отдадена под наем на различни компании. По време на фазата на реновация се изискват точни количества с цел минимизиране на разходите по поддръжка. Впоследствие данните ще бъдат използвани за целите на управлението на съоръженията, като например управление на отдаване под наем или преместване,

противопожарна защита, или за интериорен дизайн, изчисление на количества необходими за оферирание на реновация, преустройства и т.н.

Софтуер

Използвахме софтуер, който ни позволи да управляваме огромното количество данни. Първата стъпка беше да се създаде подходяща структура на сградата с „Мениджър на сградата“. Чрез архитектурните функции на Allplan тогава дефинирахме интелигентните елементи като стени, плочи и колони. Тъй като Allplan създава паралелно с BIM модела и точен работен чертеж на всеки етаж, за нас беше лесно да сверим резултатите с оригиналните планове по всяко време.

След това моделът бива запазен на платформата BIM plus, която е облачен сървър и позволява на всички участници достъп до модела. Данните се записват там в неутрален IFC формат, така че други планиращи като HVAC – или строителни инженери, да могат да добавят своите данни във всеки BIM съвместим формат.

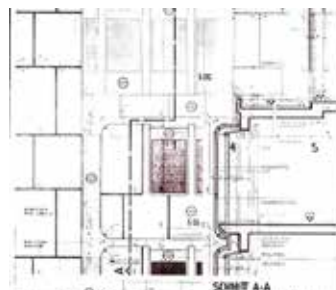
- Повече от 2500 чертежа
- Над 70GB данни
- DWG файлове

Изходна информация

Сканирани ръчни скици и чертежи от 1970-те години в PDF формат



Ил. 2. Фасада, архив 1974 г.



Ил. 3. Разрез, архив 1974 г.



Ил. 4. Разпределение, архив

Процес на работа

Структура – ниво на детайлите 1:1

Детайлното ниво на структурния модел е 1:1. Сградата се състои от нива на подземен гараж и 7 етажа с офиси. Отличаващо се пространство е атриумът с масивна стълба, която изглежда като плаваща. Друг елемент е проходът през сградата, който изглежда като улица с външни лампи и саксии с растения. Той е заобиколен от обеми от павилионен тип, които водят до втория етаж и голяма тераса. В преддверието се намира впечатляваща 3D-арт стена с различни цветни елементи, която променя визията спрямо разположението на наблюдателя.

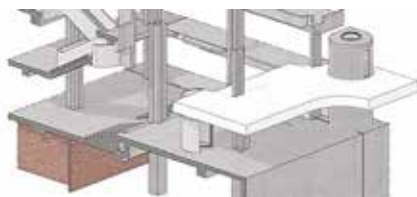


Ил. 5. Носещата конструкция, визуализация Т. Харалампиева

- Структура на проекта в Allplan
- Определяне на нива в Allplan
- Настройки на чертежа, материали
- Спомагателен темплейт за работа
- Определяне на потребителски атрибути
- Комуникация с клиента как трябва да се моделират структурните елементи.



Ил. 6. 3D разрез, визуализация Т. Харалампиева



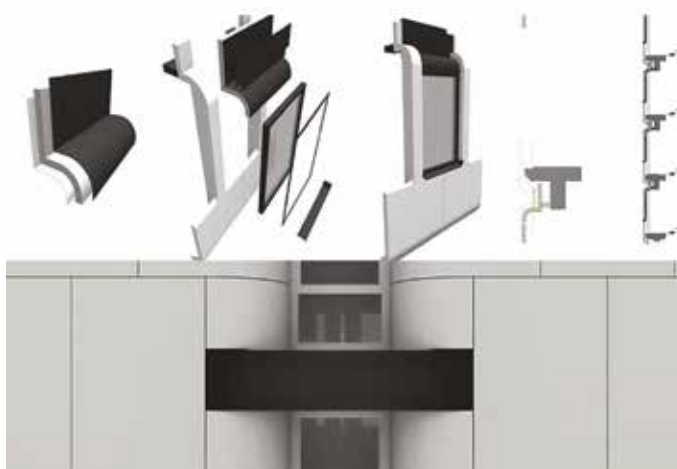
Ил. 7. Секционен разрез, Т. Харалампиева



Ил. 8. Разпределение със зоната на атриума, архив, 1974 г.

Бетонова фасада – ниво на детайлите 1:1

Детайлното ниво на модела на конструкцията е 1:1. Всички бетонни панели са сглобяеми и маркирани с идентификационен номер. Елементите, обикалящи първия етаж, определят атриума и превръщат бившата банка в уникална сграда. За минимално улеснение на задачата имаше типов панел, но също така и повече от 70 единични бетонни елемента с различна двойна кривина на геометрията, които трябваше да се моделират, класифицират и текстурират самостоятелно.



Ил. 9. Детайли от фасадата, BIM модел, колаж Т. Харалампиева



Ил. 9 а. Детайли от фасадата, BIM модел, колаж Т. Харалампиева



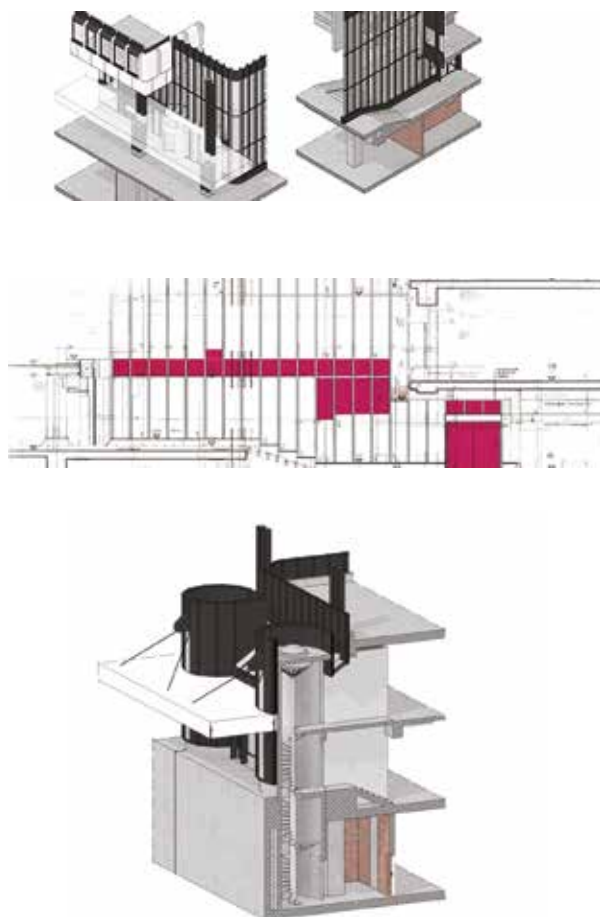
Ил. 10. Детайл-разрез от фасадата, BIM модел, Т. Харалампиева

Метална фасада - ниво на детайлите 1:1

Детайлното ниво на модела на конструкцията е 1:1. Някои от старите чертежи липсваха и част от фасадата беше моделирана въз основа на снимки от посещението на място. Тя е проектирана в антрацитен цвят и служи като фон на бялата бетонна фасада. Металната фасада служи като връзка между сградата и посетителите, като определя всички входове.



Ил. 11. 3D фасада, автор Т. Харалампиева



Ил. 12. Детайли от металната фасада, колаж, Т. Харалампиева

Краен резултат

Налице е сравнителен експеримент на изгледите от 3D модела с някои снимки от нашите посещения на място.



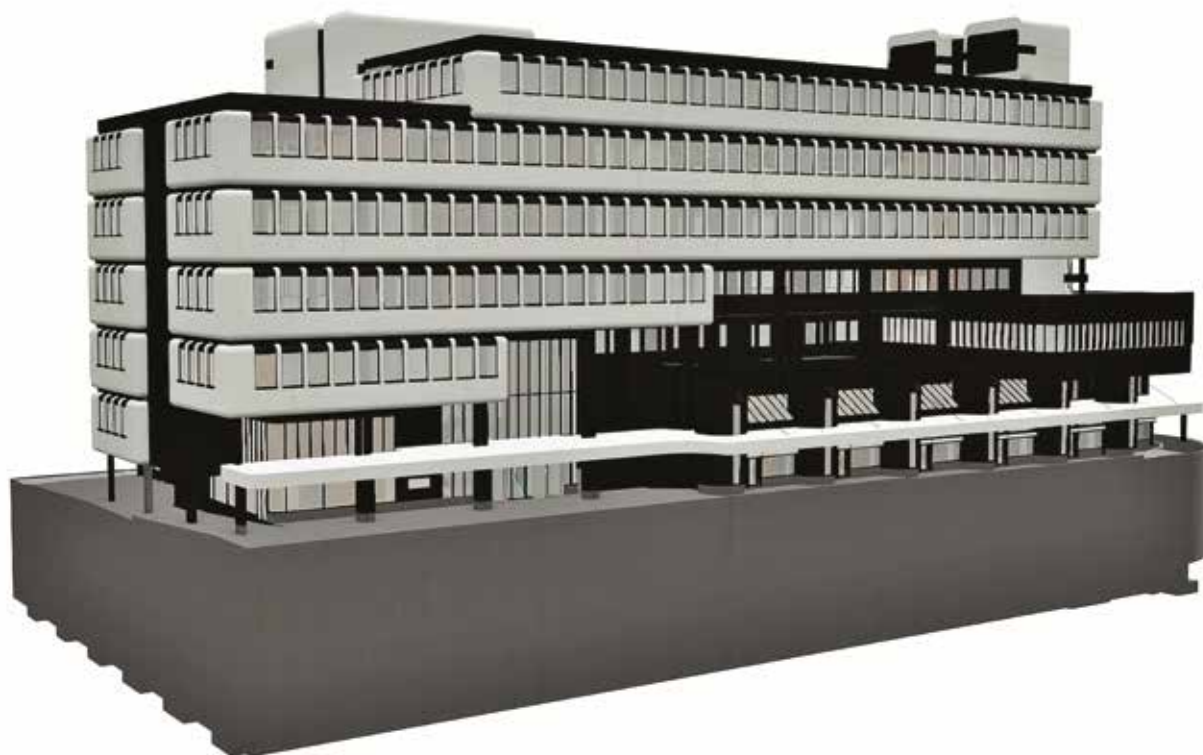
Ил. 13. Съпоставка на снимка и визуализация на капсулите за консултации, ИРМ (2017)



Ил. 14. Съпоставка на снимка и визуализация на зоната при влизане, ИРМ (2017)



Ил. 15. Съпоставка на снимка и визуализация на покривния етаж, ИРМ (2017)



Ил. 16. 3D модел, ИРМ (2017), личен архив Т. Харалампиева

Извличане данни от модела и изводи:

- Автоматични изгледи, разрези, фасади и всички необходими документи
- Автоматично „етикетиране“
- Автоматични количествени изчисления и улесняване и минимизиране излишни разходи по поддръжка и реновация
- Автоматични актуализации в чертежите при промяна на модела, помагайки при нов проект за реновация на пространствата
- Визуализация и лесно оптимизиране на модела
- Отлична и детайлна база за фотореалистични визуализации в специализиран софтуер
- Статични и динамични изчисления въз основа на модела с помощта на специализирани програми.

ALLPLAN

Overview of objects

Project: Dortmund - Kampstr. 47_20170805
 Created by: jdimitrova
 Date / time: 16/04/2020 / 14:43
 Note:

| Component ID | Object name | Material | Quantity |
|-------------------|----------------------------------|-------------|----------|
| 5. OG | | | |
| 1022Sym0000000401 | Smart symbol | Betonpanel | 1.00 Pc |
| 1022Sym0000000402 | Smart symbol | Panel | 1.00 Pc |
| 1022Sym0000000473 | Smart symbol | Metalblech | 1.00 Pc |
| 1022Sym0000000523 | Smart symbol | Betonpanel | 1.00 Pc |
| 1022Sym0000000568 | Smart symbol | Fensterbank | 1.00 Pc |
| 1022Win0000001122 | Window opening | | -2.70 m² |
| 1022Sym0000000796 | Window, smart symbol + SmartPart | Window | 1.00 Pc |

| Summary | | Pc | m² |
|--------------|-------------|----|----|
| Smart symbol | Betonpanel | 2 | |
| | Panel | 1 | |
| | Metalblech | 1 | |
| | Fensterbank | 1 | |

1/1

Ил. 17. Количествени сметки, извадка

ALLPLAN

Windows

| | | |
|--------------|--|------------------|
| Project: | Dortmund - Kampstr. 47_20170805 | T: door leaf |
| Created by: | jdimitrova | H: sash |
| Date / time: | 16/04/2020 / 14:34 | K: tilt and turn |
| Note: | The width, height and area define the dimensions of the opening. | |

| Story | Pos | Place of installation | Name of material | Number | Wall thckn. | | | Width/height [m] | Area [m ²] | Total area [m ²] |
|------------------|-----|-----------------------|------------------|-----------|-------------|-------|-------|------------------|------------------------|------------------------------|
| | | | | | T | H | D | | | |
| 5. OG | | | | | | | | | | |
| | | | Window | 1 | 0.086 | 0.800 | 1.866 | 1.493 | 1.493 | |
| | | | Window | 87 | 0.086 | 1.350 | 2.000 | 2.700 | 234.900 | |
| Sum 5. OG | | | | 88 | | | | | 236.393 | |
| Total sum | | | | 88 | | | | | 236.393 | |

1/1

Ил. 18. Количествена сметка и характеристика на бетонен панел

БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Списание Градът* [онлайн]. [прегледан на 20 юни 2024]. Достъпен на: https://gradat.bg/news/2017/11/03/3071456_irm_predstavi_pred_arhitekti_i_injeneri_kampstrasse_47
2. *APVS* [онлайн]. [прегледан на 20 юни 2024]. Достъпен на: <https://www.ap-vs.com/kampstrasse47>
3. Шатова, В., (2025). *Дигиталните технологии като съществена част от съдържанието на музейната сграда в подкрепа на изложбата*. Дигитализация и култура – културно наследство, архитектура и дизайн. Достъпен на: <https://publishing-house.nbu.bg/bg/elektronni-izdaniq/knigi/digitalizaciq-i-kultura-kulturno-nasledstvo-arhitektura-i-dizajn>

ИЛЮСТРАЦИИ

- Ил. 1. Макет на Дрезднер Банк, Дортмунд, 1974 г.
- Ил. 1а. Фасада Дрезднер Банк, Дортмунд, фото ИРМ, Т. Харалампиева (2017)
- Ил. 2. Фасада, сградата на Дрезднер Банк, архив 1974 г.
- Ил. 3. Разрез, сградата на Дрезднер Банк, архив 1974 г.
- Ил. 4. Разпределение етаж, сградата на Дрезднер Банк, архив 1974 г.
- Ил. 5. Носещата конструкция на сградата на Дрезднер Банк, визуализация Т. Харалампиева (2018)
- Ил. 6. 3D разрез на сградата на Дрезднер Банк, Т. Харалампиева (2018)
- Ил. 7. Секционен разрез, Т. Харалампиева (2018)

- Ил. 8. Разпределение със зоната на атриума на сградата на Дрезднер Банк, архив 1974 г.
- Ил. 9. Детайли от фасадата, BIM модел, колаж Т. Харалампиева
- Ил. 9а. Детайл от фасадата, BIM модел, ИРМ (2017)
- Ил. 10. Детайл-разрез от фасадата, BIM модел, ИРМ (2017)
- Ил.11. 3D фасада, Т. Харалампиева (2018)
- Ил.12. Детайли от металната фасада, колаж, Т. Харалампиева (2018)
- Ил.13. Снимка и визуализация на капсулите за консултации, ИРМ (2017)
- Ил.14. Снимка и визуализация на зоната при влизане, ИРМ (2017)
- Ил. 15. Снимка и визуализация на покривния етаж, ИРМ (2017)
- Ил. 16. 3D модел, ИРМ (2017), архив Т. Харалампиева
- Ил. 17. Количествени сметки (извадка), ИРМ (2017)
- Ил.18. Количествена сметка и характеристика на бетонен панел, ИРМ (2017)

МИКРООБУЧЕНИЕТО – ЕФЕКТИВЕН ПОДХОД В КОНТЕКСТА НА УВЕЛИЧАВАЩИЯ СЕ ИНФОРМАЦИОНЕН ПОТОК

ЦВЕТАН СТОЙКОВ

MICROLEARNING – AN EFFECTIVE APPROACH IN THE CONTEXT OF INCREASING INFORMATION FLOW

TSVETAN STOYKOV

РЕЗЮМЕ:

В дигиталната ера сме свидетели на експоненциално нарастване на потока от информация, което представлява предизвикателство пред процеса на учене и запомняне. В този контекст микрообучението се очертава като иновативен подход, насочен към оптимизиране на образователния процес чрез предлагане на кратки, концентрирани учебни сесии, които улесняват усвояването и задържането на информация. Тези образователни единици и дейности обикновено варират от няколко секунди до 10-15 минути. Този метод на обучение се е доказал като ефективен в бизнес среда, тъй като дава възможност за придобиване на нови знания не само бързо, но и в момента, в който е необходимо, което прави системите, базирани на микрообучение, много гъвкави и адаптивни към промените в бизнес средата. Опитът и постигнатите успехи на работното място логично предизвикаха интерес към въвеждането на подобни системи в образователните институции, като вече се провеждат първите проучвания на програми в средното и висшето образование. Настоящото изследване се основава на преглед на литературата и анализ на използваните източници, случаи и емпирични данни от проведени образователни експерименти. Той ще опише ефектите от увеличаване на информационен поток и въздействието му върху способността на хората да усвояват нови знания. Разглеждат се различни аспекти на микрообучението, включително неговата структура, формати на образователни материали и ефекта му върху паметта и ангажираността.

Ключови думи: информационен поток, микрообучение, мобилни технологии, социално обучение, селективно внимание

SUMMARY

In the digital age, we are witnessing an exponential growth in the flow of information, which presents challenges to the process of learning and remembering. In this context, microlearning emerges as an innovative approach aimed at optimizing the educational process by offering short, concentrated learning sessions that facilitate the assimilation and retention of information. These educational units and activities usually range from a few seconds to 10-15 minutes. This method of learning has proven effective in a business environment, as it allows for the acquisition of new knowledge not only quickly, but also at the moment it is needed, making systems based on microlearning very flexible and adaptable to changes in the business environment. The experience and successes achieved in the workplace have logically sparked interest in introducing similar systems in educational institutions, with the first studies of programs in secondary and higher education already taking place. The current study is based

on a literature review and an analysis of the sources used, cases, and empirical data from conducted educational experiments. It will describe the effects of the increased information flow and its impact on people's ability to assimilate new knowledge. Various aspects of microlearning are examined, including its structure, formats of educational materials, and its effect on memory and engagement.

Keywords: information flow, microlearning, mobile technologies, social learning, selective attention.

ВЪВЕДЕНИЕ

В дигиталната ера сме свидетели на експоненциален растеж на информационния поток, който представлява предизвикателство за процеса на учене и запомняне. В този контекст микрообучението се появява като иновативен подход, насочен към оптимизиране на образователния процес чрез предлагането на кратки, концентрирани учебни сесии, които улесняват усвояването и запомнянето на информация. Тези образователни единици и дейности обикновено са в диапазона от няколко секунди до 10-15 минути. Този метод на обучение се е доказал като ефективен в бизнес среда, тъй като позволява на служителите от дадена организация да усвоят бързо специфични нови знания точно в момента, когато изникне необходимост от тях. Това прави системите/инструментите, базирани и на микрообучение, много гъвкави и адаптивни към промените в бизнес средата. Опитът и успехите постигнати в работна среда, предизвикват логичния интерес подобни системи да се въведат в образователните институции, като са на лице и първите изследвания на програми в средното и висшето образование. Настоящото изследване се основава на литературен обзор и анализ на използваните източници, казуси и емпирични данни от проведени образователни експерименти. Ще бъдат описани ефектите от увеличения информационен поток и влиянието му върху способностите на хората да възприемат нови знания. Разгледани са различни аспекти на микрообучението, включително неговата структура, формати на обучителни материали и ефектът му върху запомнянето и ангажираността.

От социалните медии до 24-часовите новинарски канали, хората са залети с безпрецедентен обем информация, а постоянният поток от данни създава значителни предизвикателства пред възможностите на хората да задържат вниманието си и да придобиват нови знания. Този динамичен процес на влияние на увеличения информационен поток върху когнитивните процеси става обект на научни изследвания от редица учени. В тази точка е разгледана динамиката на увеличения информационен поток върху когнитивните процеси, използвайки информация и заключения от наскоро проведени научни изследвания.

Един от най-интересните отговори за справяне с този процес, предизвикан от увеличения информационен поток, е появата на стратегии за селективно внимание. Изследване на Карлсон и колеги (Karlsson, Loewenstein and Seppi, 2009) описва този феномен чрез „ефекта на щрауса“, при който индивидите могат да игнорират дадена информация, когато тя противоречи на техните предишни убеждения или представя негативна гледна точка. Това селективно внимание помага за управление на когнитивното претоварване, но може също така да доведе до пристрастно обработване на информацията и вземане на решения.

Ангажирането на вниманието с различни видове стимули може значително да повиши способността ни да задържаме информация. Изследване на Робъртс и Търстън (Roberts and Thurston, 1984) демонстрира, че учениците, които участват в мултимодални лекции (включващи слухови, визуални и тактилни стимули), показват по-високи нива на задържане на информация в сравнение с тези, които получават само слухови лекции. Това откритие подчертава значението на използването на множество сетива в учебните и тренировъчни среди за подобряване на когнитивната абсорбция и задържането на паметта.

Сложността на информацията и когнитивното натоварване, което тя налага, също играят ключова роля в това как обработваме и задържаме знания. Андрес (Andres, 2004) изследва как мултимедията и сложността на информацията взаимодействат, за да повлияят на задържането на внимание, умственото усилие и качеството на обработване на информацията, което в крайна сметка влияе върху разбирането и удовлетвореността. Това изследване предполага, че при проектирането на информация и учебни материали трябва да се вземат предвид когнитивните възможности за обработка, за да се увеличи ефективността на обучението.

Съгласно Хъг „микрообучението“ (microlearning), известно също като „микроучение“ или „микрообразователни единици“, е процес на обучение, който разделя информацията на малки, конкретни и лесно усвояеми единици (Hug, 2006). Този подход към обучението се фокусира върху предоставянето на кратка, концентрирана информация, която цели конкретен учебен резултат.

С увеличаване на информационния поток и появата на дигитални технологии потребителите търсят по-ефективни и гъвкави методи за обучение. В този контекст микрообучението предоставя идеално решение, тъй като се фокусира върху кратки и специфични учебни единици, които могат да бъдат консумирани в удобен за обучаемия момент.

Такива модули могат да бъдат възприемани поотделно или като част от по-голяма образователна програма. Микрообучението се различава от традиционните методи не само по продължителността, но и по прилагания подход на обучение. То се фокусира върху конкретна тема или умение, предоставяйки информацията по начин, който е незабавно приложим.

Една от най-основните характеристики на микрообучението е кратката продължителност. Модулите обикновено продължават от няколко минути до час, което ги прави лесно усвояеми. Друга важна черта е автономността – всяка единица е самостоятелна и може да бъде възприемана независимо от другите.

Торгерсон (Torgerson and Lippone, 2020) дават и друга дефиниция на микрообучението, според която то е съвкупност от много инструменти и принципи, използвани вече в практиката от експертите, създаващи обучителни материали. Такива са например „обучение точно навреме“ (just-in-time training), опреснителни учебни материали и други. Тези учебни единици са обединени от една обща характеристика – могат да бъдат усвоени (изконсумирани) бързо.

В тази връзка, под микрообучение може да се разбира всяко образователно съдържание, което е или самостоятелно, или е част от други образователни дейности, като: лекции и упражнения, проведени с преподавател; модули за електронно обучение или симулации.

На Ил. 1 може да се видят четирите основни направления, в които може да се използва микрообучението, а именно:

- Предварителна подготовка преди учебно занятие;
- Обобщаващи материали след проведено занятие;
- Самостоятелно обучение;
- Подкрепа в процеса на работа.



Ил. 1. Четирите основни направления, в които може да се използва микрообучението (Torgerson and Iannone, 2020)

Към изложените по-горе дефиниции, може да се добавят и още няколко, описващи важни аспекти на микрообучението. Типтон (Tipton, 2017) прави важното уточнение, че разделяйки информацията за усвояване на по-малки части, не се цели да се направи обучението повърхностно, само за да се приспособи материала към по-краткия формат, а напротив, стремежът е към постигане на по-дълбоко разбиране и запаметяване на информацията. Според Дж. Дилън (Dillon, 2018), за да е ефективно микрообучението, то трябва по естествен начин да се напасва към програмата и ежедневните задачи на студентите (или служителите, когато става въпрос за фирмени обучения). Той допълва, че системата трябва да е базирана на начина, по който хората учат и запазват знанията си, и да може да се адаптира така, че да им помогне да постигнат определени и конкретни цели. За обра-

зователния експерт Уил Талхеймър (Thaheimer, 2017) микрообучението представлява всички относително кратки взаимодействия (с продължителност от няколко секунди до около 20 минути) с обучителни събития, които може да включват произволна комбинация от едно или повече от следните действия: представяне на нови знания; преговор на материал; практически задачи; поставяне на задачи; преглед на самостоятелни задачи; консултации и други.

Карп (Karr, 2019) допълва дефиницията на микрообучението, като определя и описва най-важните му елементи:

- *Обучителна единица* - това е обучително събитие с ясно дефинирано начало и край, има конкретна обучителна цел и може да се счита за самостоятелно. Такава единица може да е разнообразна по формат и обем на съдържанието, например: кратък видео урок, текстов документ, работни инструкции, инфографика и др.

- *Кратка продължителност*. При микрообучението продължителността на отделните единици не трябва да надвишава няколко минути. Точната продължителност е предмет на продължаваща дискусия и към момента не е фиксирана. В зависимост от нуждите продължителността на отделните единици може да варира до около 15 минути (Trotsenko, 2019). Най-важно е да се изпълни заложената в обучителната единица цел, без да се дава излишна информация, която да размие съдържанието и да измести фокуса от поставената задача.

- *Ангажираност*. Без участниците да са ангажирани активно с обучителната единица, се счита че ползата от микрообучението е загубена. Ангажираността е налице тогава, когато вниманието на участниците в обучителната единица е фокусирано в нея и те доброволно вземат участие в нея.

- *Действие*. При микрообученията ползата обикновено се създава като директен резултат от някакъв вид действие, което е предприел обучаващият се. Това действие може да е мисловна задача - да се избере един от три отговора, както и да се стигне до изцяло физическа задача - например да се затегне болт с определен размер ключ или да се сглобят в точна последователност няколко детайла. Пасивното наблюдение на обучаемия, изразено чрез гледане на видео уроци или четенето им във вид на текст, не води до постигане на желаня резултат, тъй като вниманието на обучаемия не е достатъчно ангажирано със съдържанието на учебния материал.

- *Съзнателно проектиран*. Необходимо е системата за микрообучение да бъде изградена, като се имат предвид принципите ѝ и как те биха могли да се приложат в конкретния контекст. Механичното разделяне на едночасов учебен материал на петминутни модули не е достатъчно, за да имаме ефективно микрообучение и няма да даде желаня резултат.

- *Постигане на конкретна цел*. Едно от първите неща, които трябва да се вземат под внимание при създаването на микрообучението, е каква е крайната му цел - успешно полагане на изпит, правилно сглобяване или ремонт на дадено изделие, промяна в поведението на обучаемия в конкретна посока. След като се определи целта, учебната програма трябва да се създаде по такъв начин, че да постигне поставената цел по-точно, в сравнение с резултатите при отсъствие на такава програма.

- *Участник*. Естеството на микрообучителните системи е такова, че не винаги целта е трайно запомняне на материала. В някои случаи е важно да се подпомогне конкретно

действие (понякога еднократно), като например да се сглоби корпусна мебел с гадени от производителя инструкции. Поради тази причина, при микрообученията не винаги може да говорим за обучаващи се или студенти.

Микрообучението може да приема различни формати, които са адаптирани към нуждите и предпочитанията на учащите. Различните автори и източници формулират основните видове съдържание по различен начин, но Торгерсон и Янон (Torgerson and Iannone, 2020) дават следния систематизиран списък от основни видове формати на съдържание на ресурсите в една система за микрообучение (също показани схематично и на Ил. 2):



Ил. 2. Видове формати на микрообучение, от ляво на дясно: текстови ресурси; модули за е-обучение; видео уроци; инфографики и подкасти (Torgerson and Iannone, 2020)

Текстови ресурси. Кратки текстове, които могат да бъдат прочетени в свободно време или изтеглени за бъдещо използване. Тези текстове може да бъдат в различен формат, но това, което ги обединява и ги прави ефективни, е тяхната простота. От друга страна, те могат да се създават или редактират по-бързо в сравнение с останалите формати на съдържание, което ги прави лесни за поддръжка. Друг плюс на текстовите ресурси е, че позволяват да бъдат усвоявани с индивидуалното темпо на всеки обучаем. Трябва да се има предвид, че някои от обучаемите / студентите може да имат нужда да преминават няколко пъти през една и съща част от ресурса. Това е особено подходящо за опитване на процеси, в които има много стъпки за изпълнение, при това положение някои от участниците ще имат нужда да прекарат повече време на гадена стъпка, докато други, които са им познати може да бъдат „прехвърлени“ по-бързо.

Модули за е-обучение. Интерактивни упражнения, които предоставят обратна връзка и усилват знанието или уменията. Обикновено те са част от по-голяма система за електронно обучение. Голямото им предимство е, че може да бъдат направени интерактивни и ангажиращи. При тях трябва внимателно да се прецени дали е необходимо информацията да се представи под формата на модул, или има по-голям смисъл да се използва обикновен текстов ресурс. Торгерсон и Янон изтъкват, че когато обучаващите се имат известни познания по темата или средата на работа, и се предполага, че ще има възможност за скорошно практическо прилагане на знанията, интерактивен модул може и да не е

най-подходящото решение, като дори може да забави обучителния процес. Един от най-явните плюсове на модулите за електронно обучение, е възможността да се въгради система, която да следи прогреса на всеки курсист, до къде е стигнал в усвояването на материала и кои модули са отворени от него, а от друга страна, в системите за е-обучение може да се въгради и тест след всеки модул, който да провери каква част от материала е усвоена и до каква степен.

Видео уроци. Кратки видеоклипове, които обикновено продължават от 2 до 10 минути представят определена концепция или умение. Благодарение на широкото разпространение и все по-голямата достъпност на техниката и софтуера, необходим за създаване на обучителни видео клипове, те стават изключително популярни. От друга страна, масовото навлизане на социалните мрежи в живота и ежедневието на студентите, ги прави изключително популярни платформи за микрообучение. Фактът, че студентите консумират видео съдържание в социалните мрежи, прави видеото много лесно и достъпно за възприемане. Клайф и Салха (Khlaif and Salha, 2021) предоставят ценни прозрения за потенциалното използване на социалната мрежа TikTok за микрообучение. Според статията, TikTok (социална мрежа за споделяне на кратки видеоклипове) може да служи като образователен инструмент за достъпване на малки учебни единици в кратък времеви период, обикновено по-малко от 60 секунди. Това съответства на принципите на микрообучението, където кратки единици информация се предават за постигане на специфични учебни цели. Форматът и функциите на TikTok, като възможността за създаване, редактиране и споделяне на кратки видеоклипове, го правят подходящ за предаване на малки учебни единици.

Видео форматът е полезен, когато се показва процес или стъпки, които се променят с течение на времето, например необходимите стъпки за изграждане на модел на интериорно пространство или мебели.

„Помним най-добре когато виждаме, взаимодействаме и преживяваме нещата.“ (Шатова, В., 2025)

Инфографики. Визуализации на информация или данни обясняват сложни концепции по прост и ясен начин. Обикновено те не съдържат много текст и разчитат на визуално представяне, за да предадат нужната информация. Особено подходящи са, когато е необходимо да се представи кратко и обобщено голямо количество информация като например статистически данни. Инфографиките трябва да бъдат представени в една страница, или екран на компютър, таблет или телефон, когато се представя по електронен път. Понякога инфографиките на електронен носител могат да бъдат разширени с допълнителна информация, която да бъде изкарана, когато потребителят кликне на определена част от графиката.

Силата на инфографиките е в бързината на усвояването им. Подобно на текстовите ресурси, те могат да бъдат “сканирани” от обучаващите се, за да намерят точната информация, която им е необходима, в точния момент. Съществуват много типове инфографики, но Торгерсон и Янон дават списък от седем типа, които са релевантни към формата на микрообученията:

- Списък - информацията за дадена тема е структурирана под формата на списък;
- Данни или визуализирани числа - превежда статистическа информация за дадена тема по ясен и нагледен начин, като обобщените данни са фокуса на инфографиката;

- Инструкции стъпка по стъпка;
- Блок-схеми и диаграми, които започват от една начална точка и се разклоняват в зависимост от взетите решения;
- Времева линия - показва как нещо се развива в течение на времето;
- Сравнение - сравняване на два или повече обекта;
- Йерархична инфографика, в която информацията е подредена спрямо предишни нива и стъпки.

Подкасти. Аудио записи на интервюта, лекции или дискусии по определена тема. Те са особено подходящи за запълване на свободно време на обучаващия се, например при пътуване на студентите до и от университета, както и при пътувания до и от учебни практики, когато част от контекстната информация, свързана с темата на практиката, може да бъде чута от студентите преди пристигане на обекта. За аудио записите е важно да бъдат записани с максимално добро качество, за да предоставят максимално добро преживяване на обучаващите се.

ОБОБЩЕНИЕ

Основни предимства на микрообучението

Основната цел на микрообучението е да предоставя специфична информация или умения във възможно най-кратък и лесно усвоим формат. То е ефективно, тъй като:

- Улеснява усвояването на информация

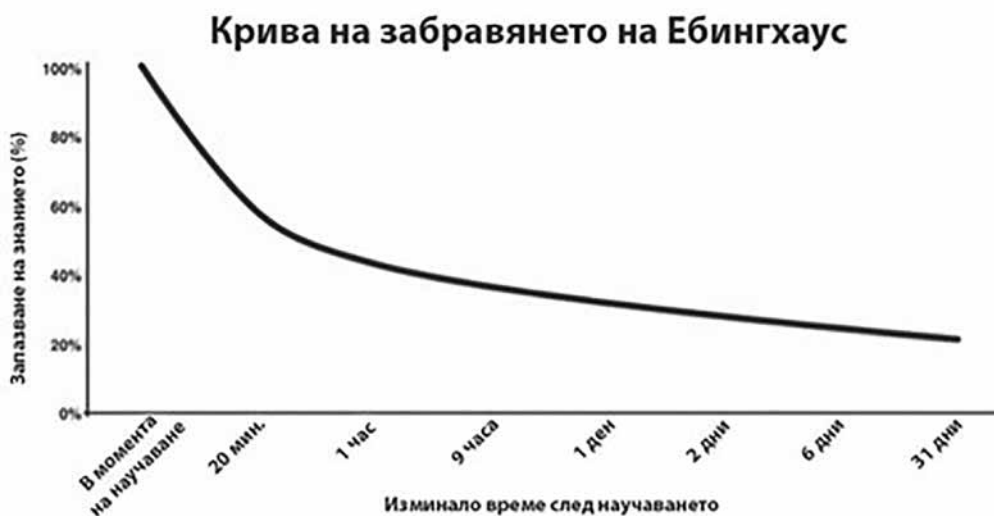
Микрообучението може да помогне на студентите, чрез предоставяне на образователно съдържание в по-малки, по-лесни за усвояване сегменти, обикновено с дължина от 2 до 15 минути. Този подход повишава ангажираността на обучаващите се, тъй като предлага лека, лесно смилаема информация, която може да се консумира за по-кратко време. Това качество на микрообучението го прави ефективно за поддържане на ангажираността, особено в контекст на онлайн и дистанционно обучение, тъй като се справя с предизвикателството за поддържане на фокуса и вниманието на студентите. Освен това микрообучението може да подпомогне за ефективна обработка и запазване на информация, тъй като по-кратките сегменти на обучение често са по-благоприятни за активно учене и задържане на информация. Проучването „Онлайн микрообучение и ангажираност на студентите във висшето образование с компютърни игри“ (Online microlearning and student engagement in computer games higher education) разкрива, че използването на техники за микрообучение, като например сегментирани записи на лекции, може да допринесе за поддържане на ангажираността и увереността на обучаемите с учебния материал сред студентите във висшето образование. Проучването установява, че оптималният диапазон от 5–8 минути за дължина на видеоклипа е свързан с най-голямото увеличение на увереността и ангажираността на учениците (McKee and Ntokos, 2022).

Друго проучване, описано в статията „Ефективността на микрообучението за подобряване на способността за учене на учениците“ (The Effectiveness of Microlearning to Improve Students' Learning Ability) изследва използването на микрообучението като метод на преподаване за подобряване на способностите за учене на учениците. Проучването сравня-

ва ефективността на традиционните методи на обучение с микрообучението в областта на информационните технологии в основно училище в град Сулеймани. Резултатите показват, че методите за микрообучение са довели до 18% подобрене в ученето в сравнение с традиционните методи и учениците показват високо ниво на мотивация и интерес към използваните инструменти за микрообучение (Sirwan Mohammed, Wakil and Nawroly, 2018).

- *Подобрява запазването на вече усвоените знания*

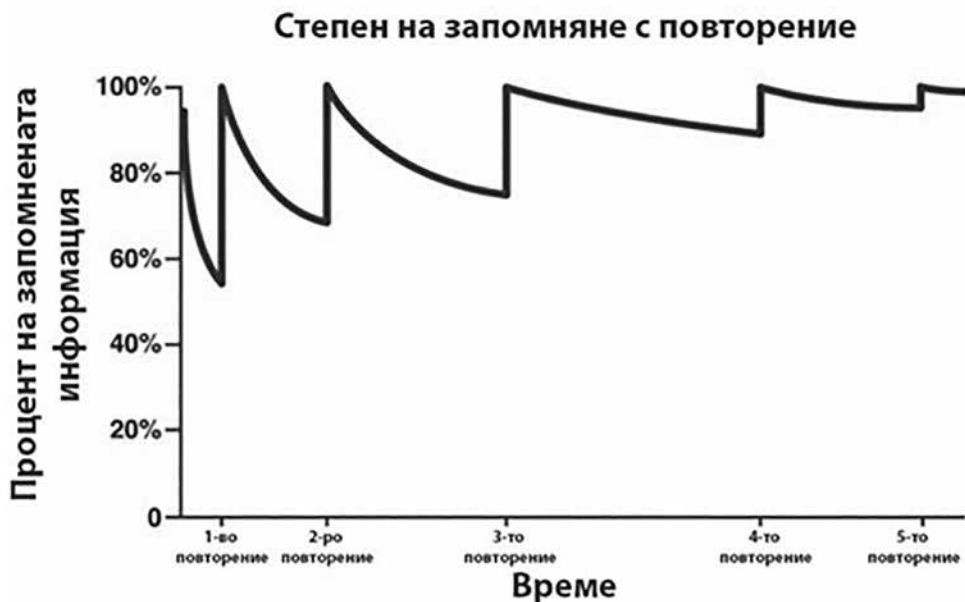
Микрообучението спомага за подобряване на запазване на усвоените знания, като се възползва от психологическите принципи, свързани с паметта и обучението. Психологът Херман Ебингхаус провежда някои от най-ранните изследвания на паметта и интервалното обучение. Кривата на Ебингхаус от 1880 г., или „крива на забравянето“ (Ил. 3), развива теорията, че задържането на паметта намалява с течение на времето (Ebbinghaus, 1885). Това предполага, че новата информация се забравя в течение на времето, ако не бъде направен опит да се запази. Представената от Херман Ебингхаус „Кривата на забравянето“ илюстрира как обучаващите са склонни да забравят повече от 50% от научения материал 20 минути след края на урока. Освен това този научен процент пада до 40% за девет часа и след това до 24% за 31 дни, ако информацията не е преговорена. През 2015 г. Мур и Дрос (Murre and Dros, 2015) успешно възпроизвеждат кривата на забравяне на Ебингхаус. В тяхното изследване субект прекарва 70 часа в изучаване на информация на интервали, което води до задържане на знанията, подобни на първоначалното проучване на Ебингхаус (Murre and Dros, 2015).



Ил. 3. Съгласно „Кривата на забравянето“ по Херман Ебингхаус, по абсцисата са показани дните, времето, след научаването на дадена информация, а по ордината е показан процента на забравянето на информацията (Ebbinghaus, 1885)

Направени проучвания показват реактивиране на паметта чрез повторения на материала през определени интервали (което е често използвана техника за запомняне при микрообучението), което помага за увеличаване на степента на запазване на информацията. Според Роеслер (Roesler, 2017), посредством процес, наречен клетъчна консолидация, паметта преминава през синтез на протеините, което води до невронни промени, които

поставят информацията в дългосрочната памет. Процесът на преговор може да започне няколко часа след първоначалното усвояване на информацията и да се наблюдава положителния ефект. Проучване от 2018 г. на МакЛеод и колеги (MacLeod, Reynolds and Lehmann, 2018) разкрива, че повторното активиране на паметта укрепва дългосрочната памет чрез инициране на клетъчна/синаптична реконсолидация. С помощта на мобилните си устройства и приложения участниците могат да учат със собствено темпо и на всяко място. Възможността за движение напред и назад между уроците позволява участниците да подобряват процента си на задържане на информацията, като повторят предишните, завършени уроци в по-кратки серии. Процесът на преговор на материала създава по-силни невронни мрежи връзки в мозъка и пренася паметта от краткотрайна към дългосрочна. Чрез многократното използване на модулите от системата за микро обучение, нивото на задържане може да достигне до ранните нива или поне да се достигне плато (избягване на низходяща крива). Според Канг (Kang, 2016) стотици изследвания в областта на когнитивната и образователната психология показват, че отделянето на време за многократни преговори на материала във времето, води до превъзходно дългосрочно запомняне. Тази техника на повторение може да пренесе научения материал в дългосрочната памет по-ефективно. Ил. 4 показва пример за промяната в кривата на задържане на паметта чрез повторение във времето.



Ил. 4. Промяната в кривата на задържане на паметта чрез повторение във времето. По абсцисата ос са показани броя повторения, от 1 до 5, а по ординатната ос е представено задържането на знанията в проценти (Ebbinghaus, 1885)

- Притежава адаптивност към обхвата на вниманието

Адаптирането към обхвата на вниманието включва способността на система или учебна среда да се приспособи към ограничения обхват на вниманието на индивидите, особено в контекста на мобилните системи за обучение (Hamzah, 2021). Обхватът на

внимание включва различни фактори, включително личните качества на обучаемия, като поведение, компетенции, демографски данни, знания, грамотност, нужди, предпочитания, умения за учене, както и технологични фактори като мрежови параметри, възможности на устройството и платформа. Тази адаптация има за цел да оптимизира учебния процес чрез предоставяне на съдържание, съобразено с нуждите на потребителя, предоставяне на подходящи учебни материали и дейности, базирани на текущите знания и представяне на потребителя в обучението. Като вземат предвид тези функции за адаптиране, персонализираните системи за обучение могат по-добре да ангажират потребителите и да подготвят запазването на знания чрез привеждане в съответствие на учебното съдържание с индивидуалните нужди, предпочитания и контекстни фактори. Този подход към адаптирането отчита разнообразната и динамична природа на обучаемите и учебната среда, като повишава ефективността и ефикасността на учебния процес.

- *Намалява умствената умора*

Микрообучението ангажира учащите чрез използването на по-малки и специфични учебни цели. Кратката продължителност на съдържанието на микрообучението намалява умствената умора, причинена от по-дългите уроци. Студентите могат да извършат бърз опит, да усвоят ключовата концепция и да си вземат почивка. Този метод дава време на научения материал да бъде обработен и индексирани от краткосрочната в дългосрочната памет. Въпреки че студентите в проведените изследвания не са заставени да бързат, тенденцията е да завършат целия курс по-бързо, защото са по-ангажирани с него. Тази техника може да се постигне, защото микрообучението избягва явлението на умствена умора, известно още като умора на централната нервна система или централна умора (Shail, 2019).

Умствената умора може да бъде определена, като неспособността на човека да изпълнява ефективно когнитивни задачи. Според изследването на Иши и колеги от 2014 г., това е потенциално влошаване на когнитивната функция и в съвременното общество е една от най-значимите причини за инциденти (Ishii, Tanaka and Watanabe, 2014). Умствената умора води до спад в когнитивните процеси като планиране, инхибиране на отговор, изпълнително внимание, продължително внимание, целенасочено внимание, редуващо се внимание, разделено внимание и конфликтно-контролиращо избирателно внимание. (Slimani and Znazen, 2015, 2018)

В даден момент има ограничено количество гориво, достъпно на мозъка под формата на глюкоза или невротрансмитери. Предаването на синапсите и предаването на информация към различни региони на мозъка изисква постоянно събиране, усвояване, преминаване, използване и разграждане на невротрансмитера. Тези възбуждащи и инхибиращи съединения се наричат адреналин, норадреналин, серотонин, допамин, гама-аминомаслена киселина (ГАМК), ацетилхолин, глутамат и ендорфини. Веднъж използвани, невротрансмитерите трябва да бъдат преасемблирани чрез ензими, погълнати от напрегнати калциеви канали и обработени от синаптични везикули. Постоянно стимулираният мозък не може ефективно да се справи с каскадата. Според Килпатрик и Бреслоф, ако не му се даде време за почивка и рекалибриране на неговия запас от невротрансмитери и синаптични везикули,

невроните временно не успяват да изстрелят и не могат да предадат входящ сигнал, водещ до синаптична умора или краткотрайна синаптична депресия (Kilpatrick and Bressloff, 2010). Това възпрепятства създаването на правилните връзки на дългосрочната памет на невроните. Микрообучението използва концептуалния модел на невроналната регулация и застъпва предотвратяването на прекомерни стимулации или когнитивно изтощение чрез множество времево разделени уроци. С появата на смартфони и други мобилни устройства микрообучението може да бъде поставено извън традиционните класни стаи с по-високи степени на приемане. Хипотетично, подпомогнато от мобилни приложения, микрообучението може да избегне синаптичната умора и да поддържа невро-химична регулаторна стабилност. Това, от своя страна, може ефективно да поддържа механизмите на изпълнение на когнитивни задачи, като избягва усещането за умствена умора.

Недостатъци на микрообучението

Микрообучението, въпреки своите редица предимства, има и някои недостатъци:

- *Ограничена задълбоченост на знанията*

Тъй като фокусът на микрообучението е краткото и конкретно учебно съдържание, е възможно да има известни ограничения в дълбочината на познанията. Методът може да е недостатъчен за комплексните дисциплини, при които се изисква да се разбират множество концепции от различни сфери. Фрагментираната природа на метода може да попречи на критичното мислене и възприемане на материала (Shail, 2019).

- *Когнитивно претоварване*

Касая за интересен парадокс - от една страна, по-кратките учебни материали намаляват когнитивното претоварване, но от друга, ако обучаващите се бъдат подложени на прекалено много отделни микрообучителни сесии, може да се постигне обратният ефект (Job and Ogalo, 2012).

- *Зависимост от технологии*

Често ефективността на микрообучението е тясно свързана с използване на виртуални обучителни платформи, което може да ограничи обучаващите се, които нямат достъп до техниката или високоскоростен интернет. Тази зависимост с технологиите може да отблъсне хората, които предпочитат да придобиват знания, използвайки по-традиционни методи и учебни материали. (Chen and Zhang, 2015).

- *Мотивация и ангажираност*

Поддържането на висока ангажираност и мотивация при системите за микрообучение може да е предизвикателство. Изолираната му природа може да доведе до спад на мотивацията при обучаващите се, особено когато не са свързани с по-голяма крайна цел или група от обучаващи се. Без мотивационните ползи от социалното взаимодействие и сътрудничество, учебният процес може да стане изолиран и по-малко динамичен.

- *Ограничения при оценяването и обратната връзка*

Бързото темпо на преминаване през учебния материал при микрообучението може да затрудни предоставянето на навременна и конструктивна обратна връзка. В традиционните учебни системи обратната връзка е от решаващо значение за подобряване на разбирането и представянето на учениците. При микрообучението обаче, бързото преминаване от един модул към друг може да не позволи достатъчно време за размисъл или обратна връзка, което може да попречи на подобряването и коригирането на учебната програма. (Khong and Kabilan, 2020)

Потенциал за бъдещо развитие на микро обучението

Няколко сфери на развитие представляват интерес за бъдещото развитие на метода на микрообучението:

- *Подобрена интеграция с мобилни технологии*

Бъдещото развитие може да изследва по-дълбоката интеграция на микрообучението с мобилните технологии и начините за оптимизиране на доставката на съдържание и взаимодействието на потребителите за мобилни платформи. Това ще отговори на нарастващата честота на използването на мобилни устройства в учебните среди и ще подчертае развитието на мобилно-специфични микрообучителни приложения. (Ju-hi 2014)

- *Подобряване на анализа на данни в микрообучението*

Има значителен потенциал за усъвършенстване на възможностите за анализ на данни в рамките на микрообучителните системи. Бъдещите разработки могат да се съсредоточат върху по-доброто улавяне, анализиране и използване на учебни данни за подобряване на доставката на съдържание и ефективността. Това би включвало по-сложни рамки за анализ на обучението, които биха могли да предсказват и подобряват резултатите от обучението въз основа на данни, събрани от взаимодействията на потребителите (Vilstrup 2022)

- *Интеграция на социалното обучение*

Бъдещите изследвания могат да изследват интеграцията на елементи на социалното обучение в микрообучителни платформи, позволявайки на обучаемите да взаимодействат, споделят и учат един от друг. Това би могло да реши някои от проблемите със самотата и ангажираността, с които се сблъскват в момента в микрообучителните среди.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микрообучението се оформя като ефективен подход към обучението в контекста на непрекъснато нарастващия информационен поток. То предлага решение на множество предизвикателства, свързани с традиционните методи на обучение, като предоставя възможност за по-гъвкаво, ефективно и удобно за учащите се образование. В бъдещи изследва-

ния е важно да се разгледат потенциалните ограничения на микрообучението и начините за интегрирането му в традиционни и смесени образователни среди за максимизиране на неговите ползи.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Andres, H., 2004. *Multimedia, Information Complexity, and Cognitive Processing*. Inf. Resour. Manag. J., 17, 63-78. Достъпен онлайн на: <https://doi.org/10.4018/irmj.2004010104>
2. Bilstrup, K., 2022. *Opportunities and Challenges of Teaching Machine Learning as a Design Material with the micro.bit*. Adjunct Proceedings of the 2022 Nordic Human-Computer Interaction Conference. Достъпен онлайн на: <https://doi.org/10.1145/3547522.3547689>
3. Chen, J., Y. Zhang, 2015. *Personalized Micro-Learning Support Based on Process Mining*. 2015 7th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME), 511-515. Достъпен онлайн на: <https://doi.org/10.1109/ITME.2015.120>
4. Dillon, JD., 2018. *Microlearning: The Ultimate guide* [Онлайн] Достъпно на: <https://axonify.com/en-uk/microlearning/#definition> [Презледано на 3 декември 2023]
5. Ebbinghaus, H., 1885. *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*. Teachers College, Columbia University, New York
6. Hamzah, A., 2021. *Determinant Factors and Adaptation Features of Mobile Personalized Learning System* Journal of Physics: Conference Series DOI:10.1088/1742-6596/1858/1/012008
7. Hug, T., 2006. *Microlearning: A New Pedagogical Challenge*. 7-11. Достъпен онлайн на: https://www.researchgate.net/publication/272178142_Microlearning_A_New_Pedagogical_Challenge [Презледано на 28 ноември 2023]
8. Ishii, A., M. Tanaka, Y. Watanabe, 2014. *Neural mechanisms of mental fatigue*. Rev Neuroscience, DOI: 25:10.1515/revneuro-2014-0028
9. Job, M., H. Ogalo, 2012. *Micro Learning As Innovative Process of Knowledge Strategy*. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 1, 92-96
10. Ju-hu, D., 2014. *Research on Micro M-Learning Based on Smart Phone*. Journal of Shenyang Institute of Engineering
11. Kang, S., 2016. *Spaced repetition promotes efficient and effective learning: policy implications for instruction*. PIBBS. 2016, 3:12-19. DOI: 10.1177/2372732215624708
12. Kapp, K., R. Defelice, 2019. *Microlearning: Short and Sweet*, Alexandria, Virginia: Association for Talent Development
13. Karlsson, N., Loewenstein, G., & Seppi, D., 2009. *The ostrich effect: Selective attention to information*. Journal of Risk and Uncertainty, 38, 95-115. Достъпен онлайн на: <https://doi.org/10.1007/S11166-009-9060-6>
14. Khlaif, Z., S. Salha, 2021. *Using TikTok in Education: A Form of Micro-learning or Nano-learning?* Interdiscip J Virtual Learn Med Sci 2021; Vol. 12, No. 3 doi: 10.30476/ijvlms.2021.90211.1087

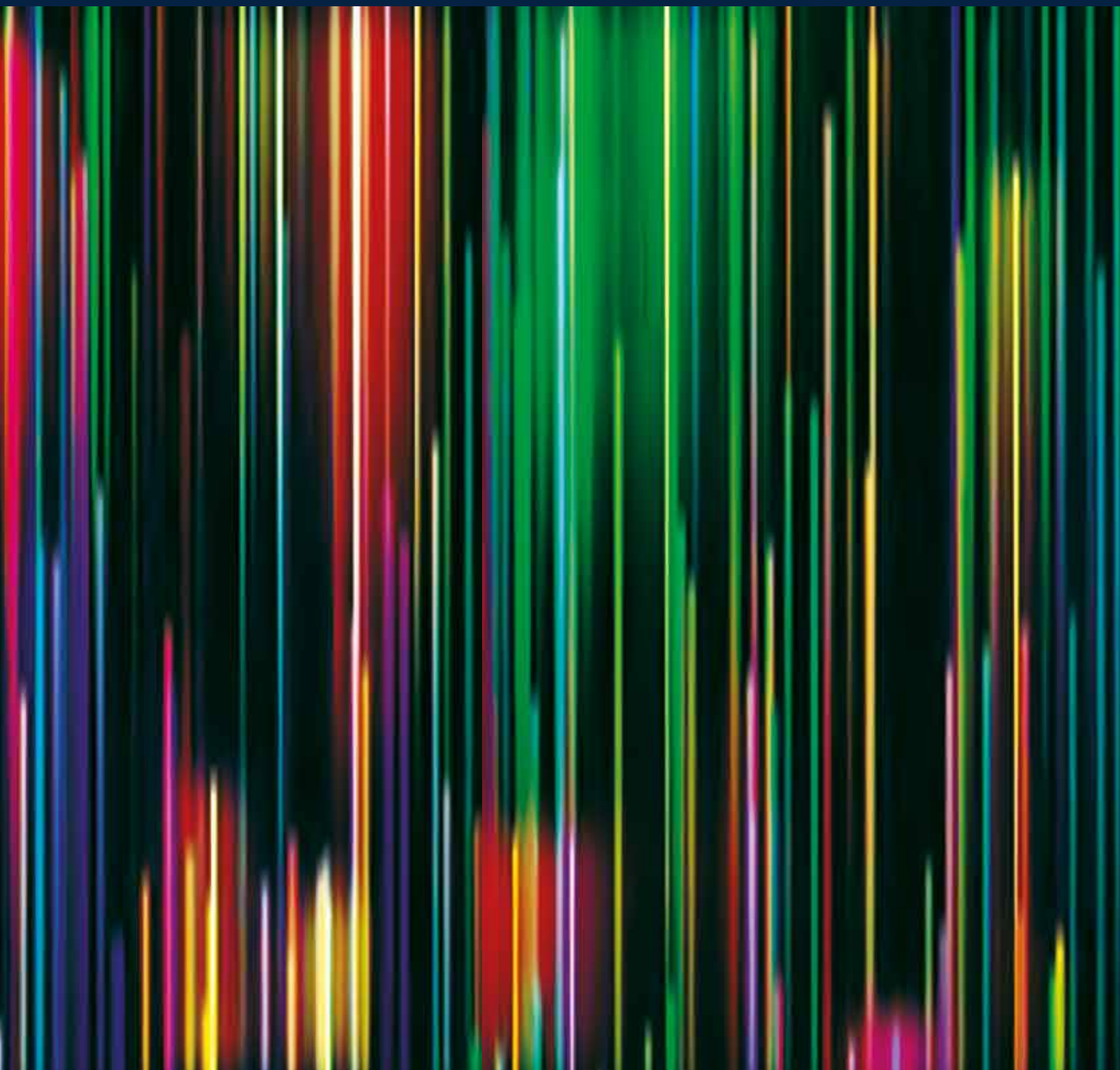
15. Khong, H., M. Kabilan, 2020. A theoretical model of micro-learning for second language instruction. *Computer Assisted Language Learning*, 35, 1483 – 1506. Достъпен онлайн на: <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1818786>
16. Kilpatrick Z. P., P. C. Bressloff, 2010. *Spatially structured oscillations in a two-dimensional excitatory neuronal network with synaptic depression*. *J Comput Neurosci*. 2010, 28:193–209. Достъпен онлайн на: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19866351>. [Презледано на 30 ноември 2023]
17. MacLeod, S., M. G. Reynolds, H. Lehmann, 2018. *The mitigating effect of repeated memory reactivations on forgetting*. *Nature*. 2018, 3:9.
18. McKee, C., K. Ntokos, 2022. *Online microlearning and student engagement in computer games higher education*. *Research in Learning Technology*. 30: 2680. doi:10.25304/rlt.v30.2680.
19. Jaap M., J. Murre, J. Dros, 2015. *Replication and analysis of Ebbinghaus' forgetting curve*. *PLoS One*. Достъпно на: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120644>
20. Shail, M., 2019. *Using Micro-learning on Mobile Applications to Increase Knowledge Retention and Work Performance: A Review of Literature*. National Library of Medicine Cureus. Достъпно на <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6716752/> 11(8): e5307. DOI: 10.7759/cureus.5307
21. Shamir-Inbal, T., I. Blau, 2020. *Micro-learning in designing professional development for ICT teacher leaders: The role of self-regulation and perceived learning*. *Professional Development in Education*, 48, 734 – 750 <https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1763434>
22. Slimani M, H. Znazen, 2015. *Effects of mental fatigue on brain activity and cognitive performance: a magnetoencephalography study*. *Anat Physiol*. 2015, 5:21. DOI: 10.4172/2161-0940.S4-002
23. Slimani, M., H. Znazen, 2018. *The effect of mental fatigue on cognitive and aerobic performance in adolescent active endurance athletes: insights from a randomized counterbalanced, cross-over trial*. *J Clin Med*. 2018, 7:510. DOI: 10.3390/jcm7120510
24. Sirwan Mohammed, G., K. Wakil, M. Nawroly, 2018. *The Effectiveness of Microlearning to Improve Students' Learning Ability*. *International Journal of Educational Research Review*. 3 (3): 35. doi:10.24331/ijere.415824.
25. Roesler, R., 2017. *Molecular mechanisms controlling protein synthesis in memory reconsolidation*. *Neurobiol Learn Mem*. 2017, 142:30–40. DOI: 10.1016/j.nlm.2017.04.015
26. Roberts, K., Thurston, H., 1984. Teaching methodologies: knowledge acquisition and retention.. *The Journal of nursing education*, 23 9, 21-6 . <https://doi.org/10.3928/0148-4834-19840101-06>
27. Thalheimer, W., 2017. *Definition of Microlearning*, *Work-Learning Research* January 2017 [Онлайн] Достъпно на: <https://www.worklearning.com/2017/01/13/definition-of-microlearning/> [Презледан на 3 декември 2023]
28. Tipton, S., 2017. *Microlearning: The Misunderstood Buzzword* [Онлайн] Достъпно на: <https://www.learningrebels.com/2017/07/17/microlearning-the-misunderstood-buzzword/> [Презледан на 3 декември 2023]
29. Torgerson, C., S. Iannone, 2020. *Designing Microlearning (What Works in Talent Development)*, Alexandria, Virginia: Association for Talent Development

30. Trotsenko, L., 2019. *Using video materials in electronic learning courses*. OPEN EDUCATIONAL E-ENVIRONMENT OF MODERN UNIVERSITY. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s34>.
31. Шатова, В., (2025). *Дигиталните технологии като съществена част от съдържанието на музейната сграда в подкрепа на изложбата*. Дигитализация и култура – културно наследство, архитектура и дизайн. Достъпен на: <https://publishing-house.nbu.bg/bg/elektronni-izdaniq/knigi/digitalizaciq-i-kultura-kulturno-nasledstvo-arhitektura-i-dizajn> [Презледан на 1 юли 2025]

ИЛЮСТРАЦИИ

- Ил. 1. Четирите основни направления, в които може да се използва микрообучението. Torgerson, C., S. Iannone (2020) *Designing Microlearning (What Works in Talent Development)*, Alexandria, Virginia: Association for Talent Development
- Ил. 2. Вукове формати на микрообучение. Torgerson, C., S. Iannone (2020) *Designing Microlearning (What Works in Talent Development)*, Alexandria, Virginia: Association for Talent Development
- Ил. 3. „Кривата на забравянето“. Ebbinghaus, H. (1885) *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*. Teachers College, Columbia University, New York;
- Ил. 4. Промяната в кривата на задържане на паметта, чрез повторение във времето. Ebbinghaus, H. (1885) *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*. Teachers College, Columbia University, New York.

Съставители:
Виолета Шатова
Явор Жаблянов



ISBN 978-619-233-395-9 (печатно издание)
ISBN 978-619-233-396-6 (електронно издание)